होमी भाभा प्राथमिक विज्ञान अभ्यासक्रम
नमुना प्रत

हलके-फुलके विज्ञान

- शिक्षक-पुस्तक
- इयत्ता चौथी

लेखिका : जयश्री रामदास
मराठी भाषांतर: दीपा पळशीकर
शोभना भिडे

होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र
टाटा मूलभूत संशोधन संस्था, व्ही. एन. पुरव मार्ग, मानखुर्द, मुंबई-४०० ०८८

हलके फुलके विज्ञान
शिक्षक पुस्तक
इयत्ता चौथी
नमुना प्रत, २००६

लेखिका
जयश्री रामदास

मराठी भाषांतर
दीपा पळशीकर

संशोधन सहाय्य
सुचित्रा वर्दे

मांडणी व चित्रे
केरेन हेडॉक

मुद्रक
गुड इम्प्रेशन
ओम राज अपार्टमेंट
घनश्याम गुप्ते क्रॉस रोड
डोंबिवली (पश्चिम) ४२१२०२

मुख्य समन्वयक
अरविंद कुमार

समन्वयक (प्राथमिक विज्ञान)
जयश्री रामदास

पृष्ठरचना
सॉलेहा सैय्यद
अर्चना शिंदे

प्रकाशक
होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र
टाटा मूलभूत संशोधन संस्था
व्ही. एन. पुरव मार्ग, मानखुर्द
मुंबई-४०० ०८८

© होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र, २००६

प्रकाशकाच्या परवानगी शिवाय हे पुस्तक किंवा या पुस्तकाचा कोणताही भाग, इलेक्ट्रॉनिक, यांत्रिक किंवा फोटोकॉपीइंग या किंवा अन्य स्वरुपात कोणीही प्रकाशित, प्रसारित अथवा संग्रहित करु नये.

प्रकाशकाच्या पूर्वानुमतीखेरीज या पुस्तकाची पुर्नविक्री वेगळ्या नावाने, वेगळ्या मुखपृष्ठाने अथवा इतर कोणत्याही माध्यमातून करण्यास मनाई आहे. हे पुस्तक उधारीवर, भाड्याने किंवा अन्य कोणत्याही प्रकारे कोणासही प्रकाशकाच्या अनुमती शिवाय विकता येणार नाही. या पुस्तकाच्या वर्तमान स्वरुपात कोणत्याही प्रकारचे परिवर्तन करता येणार नाही.

प्रस्तावना

आपल्या शिक्षणपध्दतीवर, विशेषतः शालेय शिक्षणावर कोणीही कोठेही टीका केली नाही असा एकही दिवस आपल्या देशात उगवत नाही. अनेक अनिष्ट गोष्टी आणि अपुरेपणा यांचा उगम बहुधा शिक्षणपध्दतीच्या बाहेर होतो आणि त्यांच्या निराकरणासाठी शालेय अभ्यासक्रमातील सुधारणांच्या पलीकडे जाणाऱ्या सामाजिक आणि राजनैतिक पुढाकाराची गरज असते. काही समस्या मात्र अभ्यासक्रम, पाठ्यपुस्तके, अध्यापन आणि मूल्यमापन पध्दती यामुळेच निर्माण होतात. यासाठी अशा समस्या नजरेसमोर ठेवून त्यांचे समाधान करण्यासाठी सतत नवीन अभ्यासक्रम योजण्याची जरुरी आहे.

आपल्या देशात अभ्यासक्रमात सुधारणा आणि नाविन्य आणण्याचा प्रयत्न नेहमी होत असतो. जवळपास प्रत्येक दशकात केंद्रीय आणि राज्य स्तरावर अभ्यासक्रमात बदल घडवून आणण्याचे प्रयत्न होत आले आहेत. अनेक स्वायत्त आणि स्वयंसेवी संस्थांनी आपली स्वतःची पाठ्यपुस्तके आणि संबंधित साहित्य निर्माण केले आहे. आपल्या देशातील प्रथमिक, उच्च प्राथमिक आणि माध्यमिक स्तरावरील शालेय अभ्यासक्रमाचे सैध्दांतिक संकल्पन अधिकाधिक प्रगत झाले आहे यात शंका नाही. भारतातील शालेय अभ्यासक्रमामागील विचारसूत्रे हळूहळू, परंतु ठामपणे, विकसित झाली आहेत आणि अधिक अर्थपूर्ण व आधुनिक बनली आहेत. दुदैवाने, शिक्षण व्यवस्थेत बाह्यकारणांमुळे झालेल्या एकूण अधोगतीमुळे ही प्रगती नजरेत भरत नाही. शिवाय, आपल्या दृष्टीने गंभीर बाब ही की एकीकडे अभ्यासक्रमाची सर्वसंमत उद्दीष्टे आणि दुसरीकडे त्यांचे पाठ्यपुस्तके व अध्यापन पध्दती याद्वारा मूर्तस्वरुप यामध्ये एक प्रचंड दरी निर्माण झालेली आहे.

होमी भाभा अभ्यासक्रम हा मुख्यतः ही दरी शक्यतेवढी बुजवण्याचा एक प्रयत्न आहे. तो काही एखादा क्रांतिकारक अभ्यासक्रम म्हणून कल्पिलेला नाही. या अभ्यासक्रमाची उद्दीष्टे विविध संस्था आणि शिक्षण खात्यांनी प्रसिध्द केलेल्या अगणित अहवालांमध्ये आणि लेखांमध्ये स्पष्टपणे मांडलेल्या उद्दीष्टांपेक्षा वेगळी नाहीत. आमचा उद्देश एखादा कल्पनारम्य, संग्रहालयात ठेवण्याजोगा असा नव्हे, तर एक सबळ आणि सर्वांगीण असा व्यावहारिक, आपल्या शाळेतून सहज अनुसरता येण्यासारखा, अभ्यासक्रम तयार करणे हा आहे. व्यावहारिक याचा अर्थ सद्यस्थिती जशीच्या तशी स्वीकारावी हा नव्हे.

वाचक म्हणून आपल्या लक्ष्यात येईल की होमी भाभा अभ्यासक्रमातील ह्या पर्यायी पाठ्यपुस्तकामध्ये अनेक मूलगामी आणि अपारंपरिक कल्पना मांडल्या आहेत; आणि आमची अशी धारणा आहे की हा अभ्यासक्रम निकडीचा असून प्रयत्न साध्य आहे. पुस्तकांच्या अभिनव वैशिष्ट्यांचे वर्णन करण्यापेक्षा वाचक, शिक्षन, पालक आणि विद्यार्थी यांनी त्यांचा प्रत्यक्ष मागोवा घ्यावा असे आम्ही सुचवतो. आगदी अनुकूल परिस्थितीतही अभ्यासक्रम तयार करणे आणि पाठ्यपुस्तक, कृतीपुस्तक आणि शिक्षक हस्तपुस्तक याव्दारा त्याला मूर्त रुप देणे हे काम जिकरीचे आहे. हरतऱ्हेची गुंतागुंत आणि निर्बंध यांनी ग्रासलेल्या शिक्षणपध्दतीच्या पार्श्वभूमीवर ते अशक्यच आहे. होमी भाभा अभ्यासक्रमरुपी वाटचाल खरोखर योग्य दिशेने झाली आहे का आणि असल्यास कितपत हे काळच ठरवील.

अरविंद कुमार

भूमिका

होमी भाभा अभ्यासक्रम आणि त्याद्वारे प्रकाशित होणारी पुस्तके, होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्रातील अनेक वर्षांच्या संशोधनाचा आणि क्षेत्रिय कामांचा परिपाक आहे. या दरम्यान अनेक प्रकल्पांवर काम करण्यात आले. या प्रकल्पांमध्ये मुलांच्या उत्स्फूर्त कल्पना, संबोध, वर्गातील संप्रेषण, भाषा संपादन, चित्रांचा, चिन्हांचा बोध लावणे असे विषय होते. होमी भाभा केंद्रातील सर्व आजी - माजी सदस्यांचा या अभ्यासक्रमात सहभाग आहे.

ग्रामीण भागातील मुले मुली, निसर्गाच्या निकट असतात. निसर्गाशी त्यांचे जवळचे नाते असते त्यामुळे त्यांचे अनुभवविश्व समृध्द झालेले असते परंतु त्यांच्या अनुभवांचं प्रकटीकरण आणि मांडणी प्रचलित शालेय शिक्षणाच्या साच्यात बसत नाहीत. शहरी वातावरणातील शिक्षित घरांतील मुलांना वेगळे अडथळे असतात. परिसराबद्दलचं त्यांचं कुतुहल नजरेआड करुन पुस्तकी ज्ञानाचा मारा त्यांच्यावर केला जातो. अशा प्रकारे प्रत्यक्ष अनुभव व त्यांचे पध्दतशीर प्रकटीकरण ही कौशल्ये मुले हरवून बसतात.

अर्थपूर्ण आणि आनंददायी अध्ययन आणि अध्यापनाचा अनुभव अनुक्रमे शिक्षकांना आणि विद्यार्थ्यांना मिळावा हा होमी भाभा अभ्यासक्रमाचा हेतु आहे. हा अभ्यासक्रम सोप्या कृती आणि स्वाध्यायातून उलगडत जातो. प्रत्येक इयत्तेसाठी असणारे पाठ्यपुस्तक, कार्यपुस्तिका आणि शिक्षक हस्तपुस्तिकेचा उद्देश हा सर्वार्थाने कृतिशील अध्ययनाचा आहे. या पुस्तकांचा उपयोग करण्यासाठी विद्यार्थ्यांना फळ्यावरची उत्तरे उतरवून काढणे किंवा कुणाला तरी विचारुन उत्तरे लिहिण्याच्या मानसिकतेतून पूर्णपणे बाहेर यावे लागेल. ही निव्वळ वाचण्याची नाही तरं करण्याची पुस्तके आहेत.

चांगला अभ्यासक्रम हा गतिशील असतो, टीकेबद्दल उदार असतो आणि शिक्षक - विद्यार्थ्यांच्या गरजांनुरुप परिवर्तनशीलही असतो. या पुस्तकाबद्दलचे आपले अभिप्राय, सूचना आम्हाला नक्की कळवा.

जयश्री रामदास
jram@hbcse.tifr.res.in

आभार

प्रस्तुत पुस्तकास सहाय्यभूत ठरलेल्या या सर्वांची मी आभारी आहे.

अरविंद कुमार ज्यांनी होमी भाभा अभ्यासक्रमाचा पाया रचला आणि सतत प्रोत्साहन दिले.
सुचित्रा वर्देने अगदी मनापासून या पुस्तकातल्या कृती आणि स्वाध्याय सोडवून घेतले.
चिल्ड्रेन्स एड सोसायटी, नूतन विद्या मंदीर आणि ऑटोमिक एनर्जी केंद्रीय विद्यालय, मुंबई आणि विवेक हायस्कूल, चंदीगढचे मुख्याध्यापक, शिक्षिका आणि विद्यार्थी यांनी त्यांच्या शाळांमध्ये आम्ही केलेल्या परीक्षणांमध्ये उत्साहाने सहभाग घेतला.
केरेन हेडॉक, यांनी पुस्तकाची रचना केली आणि चित्रे काढली तसेच वेळोवेळी नवीन कल्पना आणि अभिप्राय दिला.
टीटाराम गाव, कैथल जिल्हा, ऑटोमिक एनर्जी केंद्रीय विद्यालय, मुंबई, आणि विवेक हायस्कूल, चंदीगढ या शाळांमधील विद्यार्थ्यांनी छान-छान चित्रे काढून पुस्तकाला शोभा आणली.
होमी भाभा केंद्रातील सहकारी: आनंद घैसास, अश्विनी कान्हेरे, आर. एस. कोरगांवकर, रेखा वर्तक, संध्या तुलसीदास, सविता लाडगे, व्यं. गो. गंभीर, आणि वी. एन. पुरोहित यांनी अनेकदा माझ्या मनातील साशंकता दूर केली. बख्तावर महाजन, चित्रा नटराजन, जी. नागार्जुन, ज्योत्स्ना विजापूरकर, के. सुब्रमण्यम, पूर्णिमा बुर्टे आणि सुग्रा चुनावाला यांनी कच्चा खर्डा तपासून बहुमोल सूचना केल्या.
पी. आर. फडणवीस, सी. एस. पवार आणि प्रशासकीय मदत करणारे इतर सर्वजण, आणि एन. एस. ठिगळे आणि जी. मेस्त्री ज्यांनी झेरॉक्स प्रती काढायला मदत केली.
रविंद्र पटवर्धन, फौजिया दोहादवाला आणि गौरी पाटील यांनी पुस्तकाच्या शेवटच्या टप्प्यामध्ये मदत केली.
टाटा मूलभूत संशोधन संस्थेचे एम. एस. जोहरी, आणि के. एस. कृष्णन, कुलाबा वेधशाळेच्या बी. श्यामला, भारतीत तंत्रज्ञान

संस्था दिल्ली येथील एस. के. दाश, भाभा अणूसंशोधन केंद्रातून निवृत्त वी. अब्राहम, बाँबे नॅचरल हिस्ट्री सोसायटीचे आय. के हिमकर आणि न्यु. इंग्लिश स्कूल, मुरबाड येथील जी. वी. जोशी यांनी तज्ज्ञ सल्ला दिला.

टाटा मूलभूत संशोधन संस्थेतील गणित विद्याशाखेने तेथील संगणक सुविधा वापरण्याची परवानगी दिली.

माझी मुले, रोहीणी आणि हरिश्चंद्र आणि मित्र परिवार यांनी कठीण प्रसंगामधूनही साथ दिली.

जयश्री रामदास

भाषांतराबद्दल

होमी भाभा अभ्यासक्रमाच्या हलके फुलके विज्ञान, इयत्ता चौथी या पुस्तकाचे मराठी रुपांतर करण्याची संधी मला दिल्याबद्दल मी डॉक्टर अरविंद कुमार व या पुस्तकाच्या लेखिका डॉ. जयश्री रामदास यांची शतशः ऋणी आहे. अनुवाद करताना मराठी भाषेत मुळापासून असलेला गोडवा आणि भाषेचा मूळ स्वभाव बदलणार नाही याची काळजी घेण्याचा मी कसोशीने प्रयत्न केला आहे. याचबरोबर मराठीचे सामाजिक आणि सांस्कृतिक संदर्भही लक्षात घेतले आहेत.

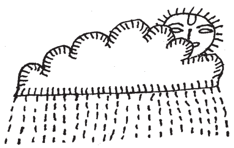
प्राथमिक शाळेतील विद्यार्थी डोळ्यांसमोर ठेवून पुस्तकाची भाषा ओघवती व सोपी ठेवली आहे. कवितांमध्ये सोपा आशय व मराठीची लय ध्यानात घेतली आहे. त्यामुळे विज्ञानाच्या पुस्तकांना भाषेमुळे येणारी दुर्बोधता या पुस्तकाला येणार नाही असे वाटते. या मराठी पुस्तकाबद्दलचे तुमचे अभिप्राय होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्राला जरुर कळवा. या पुस्तकातील काही भागांची चाचणी घेण्याची परवानगी दिल्याबद्दल आमच्या नाशिकच्या आनंदनिकेतन शाळेची मी आभारी आहे. आमच्या शाळेच्या मुख्याध्यापिका श्रीमती विनोदिनी काळगी आणि माझे शाळेतील सहकारी यांनी दिलेल्या प्रोत्साहनाशिवाय आणि सहकार्याशिवाय हे काम पूर्ण होऊ शकले नसते. पुस्तकाचा कच्चा आराखडा काळजीपूर्वक तपासल्याबद्दल आणि त्यातले अनेक कच्चे दुवे जोडण्याचे अवघड काम केल्याबद्दल डॉ. जयश्री रामदास यांची मी मनापासून आभारी आहे. श्रीमती वर्षा फाटक यांनीही हे भाषांतर काळजीपूर्वक तपासून त्यात महत्वपूर्ण बदल सुचवले, त्याबद्दल मी त्यांची आभारी आहे. माधुरी देशपांडे यांनी या पुस्तकाचे टंकलेखन केले तर अर्चना शिंदे यांनी पृष्ठरचना केली आहे. माझे पती माधव आणि मुलगा उदित यांचा पुस्तकातील सहभाग आणि टीका उत्साहवर्धक ठरली.तसेच कै. श्री.शरदचंद्र बडोदेकर यांनी केलेल्या मदतीशिवाय हे भाषांतर पूर्ण होऊ शकले नसते.

दीपा पळशीकर

अनुक्रमाणिका

प्रस्तावना iii
भूमिका v
आभार vi
भाषांतराबद्दल viii
परिचय १
कृतीपुस्तकासंबंधी.. १४

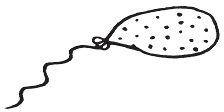
भाग १ **आकाश आणि हवामान**.....................२३



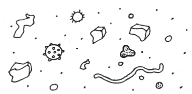
पहिला धडा **सूर्य, वारा, ढग आणि पाउस**.....................२७

दुसरा धडा **दिवसाचे आकाश, रात्रीचे आकाश**................६४

भाग २ **हवा** ७९

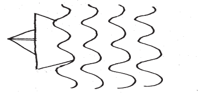


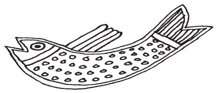
तिसरा धडा **गमतीजमती हवेच्या** ८३



चौथा धडा **हवेमध्ये असते तरी काय?** १२०

भाग ३ पाणी

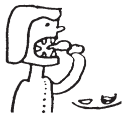

पाचवा धडा खेळ खेळू या पाण्याचे............४७

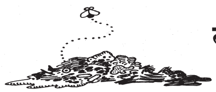

सहावा धडा पाणी आणि जीवन............५६

सातवा धडा पाणी आणि आपण............६५

भाग ४ अन्न

आठवा धडा अन्न येते तरी कुठून?............७५


नववा धडा शरीरात अन्नाचे काय होते?............८५


दहावा धडा बाहेर काय टाकले?............९६

संदर्भ............३४२

सूची............३४७

परिचय

हलके-फुलके विज्ञान (इयत्ता तिसरी) - काही अनुभव

हलके-फुलके विज्ञान, इयत्ता तिसरी या पुस्तिकेला शिक्षक, पालक आणि विद्यार्थ्यांकडून उत्स्फूर्त प्रतिसाद मिळाला. अध्यापन शास्त्राच्या मुलभूत तत्त्वांना प्रत्यक्षात उतरविण्याचे कठीण काम शिक्षकांवर सोपवले होते. त्यांचा प्रतिसाद ('...अशाच पुस्तकांच्या शोधात आम्ही होतो...', '...पहिल्यांदाच अर्थपूर्ण आणि खऱ्या शिक्षणानुभवाकडे नेणाऱ्या कृती बघायला मिळाल्या...') मनाला समाधान देणारा होता.

अभ्याक्रम कृतींवर आधारित असल्याने आणि पाठांतरापेक्षा आकलनावर अधिक भर असल्याने अर्थातच काही समस्या निर्माण झाल्या. या समस्या कमी करण्याचे प्रयत्न आम्ही इयत्ता चौथीच्या कृतीपुस्तकात आणि शिक्षकपुस्तकात केले आहेत.

इंग्रजी भाषेतून व मराठीतून शांळांनी हा अभ्यासक्रम औपचारिकरित्या स्वीकारला आहे. मध्यप्रदेशात एकलव्य तर्फे हिंदी आवृत्तीचे वितरण केले जाते. या सगळ्या पुरोगामी संस्थांकडून मिळणारा प्रतिसाद अमूल्य असून त्यामुळे इयत्ता चौथीच्या पुस्तकाच्या मांडणीत अर्थपूर्ण बदल करता आले. या पुस्तकांची प्राथमिक चाचणी आता करण्यात येईल.

पुस्तकाच्या मांडणीसंबंधी काही...

प्रत्येक इयत्तेसाठी तीन पुस्तके आहेत - पाठ्यपुस्तक, कृतीपुस्तक आणि शिक्षक पुस्तक. पाठ्यपुस्तकातील प्रत्येक धड्याचे दोन मुख्य भाग आहेत, कृती आणि स्वाध्याय. मुलांनी केलेल्या कृतींच्या नोंदी ठेवता येतील आणि स्वाध्यायातील प्रश्नांची उत्तरे लिहिता येतील अशी कृती पुस्तकाची मांडणी आहे. मुलांनी केलेल्या कामाचे नियमित मूल्यमापन करण्यासाठी शिक्षकांनी कृतिपुस्तिकेचा वापर करायचा आहे. वह्यांची गरज पडणार नाही. शिक्षक पुस्तकामध्ये पाठ्यपुस्तक बरोबरच वर्गात शिकवण्यासंबंधीच्या सूचना आहेत.

शिक्षक हस्तपुस्तिका प्रथम पुरूषी एकवचनामध्ये लिहिली आहे. निरनिराळ्या वातावरणातील मुलांना शिकवण्याच्या आमच्या एकत्रित प्रयत्नांचा सारांश या पुस्तकामध्ये आहे. तुमच्या स्वत:च्या अनुभवांची भर तुम्ही या पुस्तकांमध्ये घालू शकता. पुस्तकासंबंधीचे तुमचे अभिप्राय आम्हांला जरूर कळवा. पुस्तकातील कल्पना प्रत्यक्षात आणताना आलेल्या अडचणीही आम्हांला अवश्य कळवा.

या अभ्यासक्रमासंबंधी

जिज्ञासा आणि शिकणं

मुले स्वभावत: चौकस व जिज्ञासू असतात. निरीक्षण करून, प्रश्न विचारून, आपल्या अनुभवांचा अर्थ लावून ती शिकत असतात. या नैसर्गिक कृतींची जोपासना विज्ञान शिक्षणातून झाली पाहिजे. म्हणूनच उत्तरांपेक्षा जास्त प्रश्न असणारे हे पुस्तकांचे संच ! या प्रश्नांमुळे सर्व वर्गाला निरीक्षणांमध्ये आणि चर्चेत सहभागी होण्याची संधी मिळेल.

पारंपारिक शाळांमधून मुलांना 'उत्तरे' देण्याचं प्रशिक्षण मिळतं-परीक्षकाचं, शिक्षकाचं समाधान होईल असं अचूक उत्तर ! त्यामुळे अपेक्षित उत्तरे आणि प्रतिसाद या पलीकडे जाऊन स्वत: प्रश्न मांडणे, मिळालेली उत्तरे पारखून / तपासून बघणे मुलांना जमत नाही.

होमी भाभा अभ्यासक्रमामध्ये मुलांनी पोपटपंची करून अचूक उत्तरे सांगणे अजिबात अभिप्रेत नाही. आपल्या सभोवतालच्या जगाबद्दल त्यांच्या मनात जिज्ञासा निर्माण व्हावी आणि सततच्या निरीक्षणातून, सतत प्रश्न विचारून उत्तरे शोधण्यासाठी त्यांनी धडपड करावी ही आमची इच्छा आहे. ही जिज्ञासा असेल तरच मुलं शिकतील आणि सृजनशीलही बनतील.

हे पाठ्यपुस्तक म्हणजे अप्पू आणि मिनी या दोन धडपड्या मुलांची गोष्ट आहे. प्रश्न विचारुन, प्रत्येक कृती करून, अनुभवातून ही मुले शिकतात. त्याच्या गोष्टीनंतर येणाऱ्या मजकूरामुळे मुलांना सभोवतालाच्या जगाचं निरीक्षण करायला, प्रश्नांची उत्तरे शोधायला आणि मुलांना प्रश्न पडायला (स्वत:चे प्रश्न मांडायला) प्रोत्साहनच मिळते.

विज्ञान आणि प्राथमिक कौशल्ये

सभोवतालच्या जगाबद्दलच्या आपल्या अनुभवांचा अर्थ लावण्याला मुलांना मदत होईल अशा रितीने त्यांना संकल्पनांची ओळख करून देणे, विचार करायला लावणे हाच विज्ञान शिक्षणाचा खरा उद्देश आहे. विज्ञान शिक्षणातून मुलांना नवनवीन अनुभव मिळाले पाहिजेत, स्वत:चे अनुभव अधिक समृद्ध करण्याची क्षमता त्यांच्यामध्ये निर्माण झाली. अनुभवांचे प्रकटीकरण करण्याची क्षमता विकसित होण्यासाठी काही प्राथमिक कौशल्यांची आवश्यकता आहे.

१.रचना आणि अभियांत्रिकी कौशल्ये
२.भाषा
३.संख्यात्मक विचार कौशल्ये

विज्ञानाचा हा अभ्यासक्रम या प्राथमिक कौशल्यांच्या विकासासाठी आधारभूत आहे.

१. रचना व अभियांत्रिकी

गेली कित्येक वर्षे हा मुद्दा भारतीय शिक्षण पद्धतीमध्ये दुर्लक्षिला गेला आहे. 'चला करून पाहू या' अशी वृत्ती विद्यार्थ्यांमध्ये निर्माण व्हायला हवी. शिकत असतांनाच विद्यार्थ्यांना त्यांची अंगभूत कौशल्ये वापरून रचनात्मक काम करता यायला हवे. कोणतेही चित्र अगर वस्तू बनविण्याआधी नियोजन करणे, आराखडा बनवणे, निरनिराळ्या पदार्थांचे गुणधर्म आजमावून त्यांचे उपनियोजन ठरविणे व स्वत:चे हस्तकौशल्य वापरुन या आराखड्याला मूर्त स्वरुप देणे, यालाच रचना व अभियांत्रिकी कौशल्ये म्हणता येईल. अभ्यासक्रमात या सर्व प्रक्रिया घडून येणे अतिशय आवश्यक आहे.

२. भाषा

मुलांचा भाषिक विकास प्राथमिक शाळेत सुरू असतो. संकल्पना समजण्याचे आणि अभिव्यक्तीचे भाषा हे एक प्रभावी साधन आहे. भाषिक कौशल्ये विकसित करण्यासाठी केवळ भाषेच्या तासांवर (वर्गांवर) अवलंबून चालणार नाही तर विज्ञान आणि गणितासारख्या विषयांचीही यासाठी परिणामकारकरित्या मदत घेतली पाहिजे.

या अभ्यासक्रमातून मुले त्यांची भाषिक व संख्यांत्मक कौशल्ये वापरुन जास्त परिणामकारक निरीक्षणे नोंदवू शकतात आणि या निरीक्षणांचे विश्लेषण करुन अनुमाने काढतात.

३. संख्यात्मक विचार पद्धती

संख्यात्मक विचारक्षमता फक्त गणिताच्या वर्गातच नाही संपूर्ण प्राथमिक अभ्यासक्रमात, विशेषत: विज्ञानातूनही विकसित केली पाहिजे. संख्यात्मक कौशल्येच विज्ञानाच्या संकल्पना बांधणीचे काम करतात.

इयत्ता तिसरीमध्ये मापनाच्या प्राथमिक कौशल्यांचा परिचय करुन देण्यात आला होता. *‘हलके-फुलके विज्ञान, इयत्ता चौथी ’* याच कौशल्यांचा आधार घेऊन पुढे जाते. शालेय विज्ञानामध्ये गणिताचा समावेश करणे ही पूर्णपणे नवीन कल्पना आहे त्यामुळे येथील प्रश्न कदाचित अनोळखी वाटतील. परंतु कृतिपुस्तक आणि शिक्षक पुस्तकामध्ये या अडचणी दूर करण्यासाठी योग्य ती दखल घेण्यात आली आहे. इयत्ता तिसरीपासून सुरवात करुन टप्प्याटप्प्याने इयत्ता चौथी आणि पाचवीतील कृती जर काळजीपूर्वक अभ्यासल्या तर प्राथमिक पातळीवरील विद्यार्थ्यांना नवीन कल्पना आत्मसात करता येतील.

वास्तव की ‘समाविष्ट माहिती’

‘हलके-फुलके विज्ञान’ चा अभ्यासक्रम बघितल्यानंतर त्यामध्ये पुरेशी माहिती समाविष्ट केलेली नाही अशी भीती काही शिक्षकांनी व्यक्त केली होती. प्राथमिक शाळेत जाणाऱ्या विद्यार्थ्यांच्या वयाशी आणि अनुभवांशी मिळता-जुळता असाच अभ्यासक्रम आम्हांला विकसित करायचा असे उत्तर आम्ही त्यांना दिले. विद्यार्थी आणि शिक्षकांची ऊर्जा नष्ट करणाऱ्या आणि अर्थपूर्ण अध्ययनाकडे दुर्लक्ष करण्यास भाग पाडणाऱ्या माहितीचा भडिमार पाठ्यपुस्तकामध्ये न करण्याचे आम्ही ठरविले. अशा पद्धतीने घोकंपट्टी करुन मिळवलेले ज्ञान फार काळ लक्षात राहत नाही.

नवीन माहिती मिळवण्यासाठी, जाणून घेण्यासाठी मुले उत्सुक असतात. त्यांच्या या उत्सुकतेकडे दुर्लक्ष करणे योग्य नाही. पण प्राथमिक शाळेत जाणाऱ्या मुलांना जे जाणून घ्यायचे असते ते त्याच्या भोवतालच्या परिसरात अस्तित्वात असते, प्रौढ व्यक्तींना ती माहिती असते. प्रश्न विचारुन, पद्धतशीर निरीक्षणे करुन ही माहिती, हे वास्तव मुले जाणून घेऊ शकतात. हे ज्ञान मिळविण्यासाठी योग्य ती साधने मुलांना उपलब्ध करुन देणे, त्यांच्या जिज्ञासेला खतपाणी घालणे, त्यांच्या मनात शिकण्याची गोडी निर्माण करणे ही शिक्षकाची जबाबदारी आहे.

अशा प्रकारे मुलांना मार्गदर्शन करणारा शिक्षक मात्र पूर्णपणे सज्ज असणे गरजेचे आहे. दैनंदिन घटनांचे स्पष्टीकरण अतिशय क्लिष्ट असू शकते, कधी कधी संशोधकालाही बुचकळ्यात टाकणारे प्रश्न मुलं विचारतात. अशा प्रकारे वर्गातली पसरट होत जाणारी चर्चा हाताळण्यासाठी, मुलांचा विषयातील रस टिकवून ठेवण्यासाठी, मुलांच्या प्रश्नांना सक्षमतेने उत्तरे देण्यासाठी शिक्षकाची पोतडी सुरचित माहितीने भरलेली मात्र हवी. अशी माहिती देण्याचा प्रयत्न आम्ही या शिक्षक पुस्तकामध्ये केला आहे. ही माहिती फक्त शिक्षकांकरता आहे आणि तिचा वापर दक्षतापूर्वक केला पाहिजे. या माहितीची पुनरावृत्ती करणे टाळले पाहिजे. आणि ही माहिती जर मुलांकडून रटवून घेतली तर मात्र या अभ्यासक्रमाच्या मूळ उद्दिष्टालाच तडा जाईल.

आधी मूर्त नंतर अमूर्त

अमूर्तता हा विज्ञानाचा गाभा आहे. विद्यार्थी जसेजसे मोठे होतील तसतशी अनेक अमूर्त कल्पनांशी त्यांची ओळख होईल. या अमूर्त संकल्पना नंतरच्या वर्षांमध्ये अडथळे निर्माण करतात. परंतु लहान वयात अनेक मूर्त अनुभवांना सामोरं गेल्यानंतर अमूर्ताची मांडणी करण्यास विद्यार्थी सक्षम बनतात. तर दुसऱ्या बाजुने असेही म्हणता येईल की अमूर्त संकल्पनांची ओळख खूप आधीच करुन दिली तर त्या संकल्पना विद्यार्थ्यांच्या अनुभवाशी एकरुप होऊ शकत नाहीत.

या अभ्यासक्रमाची दिशा घटकांवरील 'दृष्टिक्षेपात' स्पष्ट करुन सांगितली आहे. हलके-फुलके विज्ञान या पुस्तकातील कृती रचताना फक्त माहिती मुलांना आवडेल अशा पद्धतीने सांगणे एवढाच उद्देश नाही,तर या कृतींमधून विद्यार्थ्यांचे प्रयोग करण्याचे कौशल्य विकसित होते आणि अमूर्त संकल्पनांचा पाया असणाऱ्या मूर्त कल्पनांचा अनुभव त्यांना मिळतो. त्यामुळे या कृती या अभ्यासक्रमाचा अविभाज्य भाग आहेत. त्यांना वगळणे शक्य नाही किंबुहना तसा प्रयत्नही कुणी करु नये. संबंधित मजकूर आणि मूल्यमापनसुद्धा या कृतींच्या पूर्ततेवरच अवलंबून आहे.

विज्ञानमूल्ये

सजीवांची काळजी, संसाधनांचे संरक्षण (जपून वापर), समाज जीवन आणि हाताने कामे करणे अशी काही मूल्ये रुजविणे हे या पुस्तकांचे उद्दिष्ट आहे. आरोग्य आणि संसाधनांचे रक्षण या गोष्टींसाठी वेगळा धडा नाही परंतू संपूर्ण अभ्यासक्रमात त्या गोष्टी डोकावत असतात.

बाहेरील जगाकडे वैज्ञानिक दृष्टिकोण ठेवून बघणे म्हणजे भावना, संवेदना त्याचप्रमाणे साहित्य आणि सौंदर्याची जोपासना यांना बाजूला ठेवणे नव्हे हे विद्यार्थ्यांपर्यंत पोहचविण्याचा प्रयत्न आम्ही केला आहे. थेट उपदेश करण्यापेक्षा ही मूल्ये नकळतच मुलांपर्यंत पोहोचतील याचा आम्ही कसोशीने प्रयत्न केला आहे.

मुलांची चित्रे

पाठ्यपुस्तकामध्ये मुलांनी काढलेल्या चित्रांचा समावेश केला आहे. आपली चित्रे पुस्तकात छापण्याएवढी छान असतात, आपल्या स्वत:च्या बाळबोध / बालिश चित्रांनाही एवढे महत्त्व असते अशी भावना मुलांमध्ये निर्माण व्हावी हाच या चित्रांचा उद्देश आहे. आपल्याला काढता न येणारी चित्रे हीच योग्य असतात या विचाराने मुले नेहमी नाउमेद होतात आणि चित्रे काढणे थांबवतात. दुर्दैवाने चित्रांच्या माध्यमातून विचार करण्याचे संवाद करण्याचे, कौशल्य आपल्यापैकी बरेचसे प्रौढ गमावून बसले आहेत. खरे सौंदर्य बालिश चित्रांमध्येच असते. व्यावसायिकांच्या चित्रांमधून अभावानेच दिसणारी स्वत:ची अभिव्यक्तीही या मुलांच्या चित्रांमधून दिसते.

मूल्यांकन

जगाबद्दल अधिकाधिक जाणून घेण्यासाठी लहान मुले उत्सुक असतात. पण या वयाच्या मुलांची स्मरणशक्तीसुद्धा कमी असते. त्यामुळे सगळी माहिती त्यांनी जशीच्या तशी आठवावी अशी अपेक्षा ठेवणे अवास्तव ठरेल. त्यामुळे या अभ्यासक्रमात मूल्यांकन हे माहितीवर आधारित ज्ञानावर जास्त भर देत नाही, तर परिसराचे निरीक्षण, आकलन, भाषा आणि अभिव्यक्ती, रचनात्मक कौशल्ये आणि संख्यात्मक विचारक्षमता यावर जास्त भर दिला आहे. पुढील भागात मूल्यांकनाच्या या पैलूंवर चर्चा केली आहे - *कृतीपुस्तक कसे वापरावे* (पृष्ठे १४-२१)

चाचणी परीक्षा किंवा वार्षिक परीक्षा यात नाहीत. विद्यार्थ्यांचे कृतिपुस्तकातील लिखाण आणि त्याच बरोबर रचनात्मक कृती आणि तोंडी सोडवलेला स्वाध्याय यांचा आधार घेऊन मूल्यांकन निरंतर सुरु असते. मूल्यांकनाच्या श्रेणी नोंदण्यासाठी कृतिपुस्तकात जागा पुरविण्यात आलेली आहे.

स्वत:च्या कल्पना आणि अनुभव व्यक्त करण्याच्या संधी आपल्या शाळांमध्ये क्वचितच उपलब्ध असतात. उच्च प्राथमिक शाळेमध्ये गेल्यावर सुद्धा मुलांची भाषिक क्षमता कमकुवत असण्याचे हे एक कारण आहे. योग्य भाषेची ओळख करुन देण्याबरोबरच, शुद्धलेखनापेक्षा अचूक निरीक्षणे आणि कल्पनांची नवनिर्मिती यांना जास्त गुण दिले पाहिजेत. या मूल्यांकनामधून पास / नापास असा शिक्का बसण्यापेक्षा मुलांना शिकण्याची संधी मिळावी अशी आमची अपेक्षा आहे.

हा अभ्यासक्रम कसा शिकवावा?

या अभ्यासक्रमात अनेक नवीन कल्पना सुचविलेल्या आहेत; परिणामत: अनेक नवीन प्रसंग निर्माण होतील. काही प्रातिनिधीक प्रसंगांची चर्चा या पुस्तकात केली आहे, पण सर्वांगीण चर्चा करणे इथे शक्य नाही. वारंवार भेटून आपल्या कल्पनांबद्दल आणि समस्यांबद्दल चर्चा करणाऱ्या शिक्षकांच्या गटात किंवा शाळांसमूहात हा अभ्यासक्रम राबविणे खरेतर आदर्श ठरेल.

गोष्टी

विद्यार्थ्यांना विषयात गोडी वाटावी आणि विषयाबद्दल त्यांच्या मनात जिज्ञासा निर्माण व्हावी म्हणून गोष्टी आणि कवितांचा समावेश करण्यात आला आहे. पुढील तासिकांमध्ये विद्यार्थ्यांसमोर ज्या कल्पना येणार आहेत तिथे या रंजक गोष्टी निर्देश करतात. काही मुलांना या गोष्टी समजण्यास कदाचित अवघड वाटतील.

पुस्तकातील कवितांची भाषाही काही मुलांच्या आकलन कक्षेच्या बाहेर असेल. कवितेतील, गोष्टीतील अनोळखी शब्द समजावून सांगायला हरकत नाही मात्र त्यातील वैज्ञानिक पैलू सविस्तर सांगण्याची आवश्यकता नाही. गोष्टी, कवितांवर मूल्यांकनाचे प्रश्न विचारु नयेत.

कृती

यातल्या बऱ्याचश्या कृती शाळेतच करायच्या आहेत. हलके-फुलके विज्ञान इयत्ता ३ री साठी विशेष साहित्याची गरज नव्हती मात्र इयत्ता चौथीसाठी तापमापक, खेळातील पंप, ड्रॉपर अशा साध्या साधनांची आवश्यकता भासेल. प्रत्येक घटकासाठी लागणाऱ्या साहित्याची आणि इतर तयारीची यादी प्रत्येक घटकाच्या सुरवातीच्या भागात दिली आहे.

कृती करायच्या आधी किंवा नंतर मोठ्या प्रमाणात चर्चा करावी असे सुचविले आहे. या चर्चा मुलांची मानसिक तयारी करतात, काय अपेक्षित आहे हे त्यांना स्पष्ट होते आणि त्यांचे दैनंदिन अनुभवांशी असणारे नातेही त्यांना समजते. काही बाबतीत मुलांचे प्रतिसाद उदाहरणादाखल येथे विस्ताराने चर्चिले आहेत. या प्रतिसादांमधून विद्यार्थी त्यांच्या अनुभवांची सांगड वर्गातील कार्यवाहीशी कशी घालतात याची झलक बघायला मिळते. आणि समाविष्ट माहितीचे रुपांतर त्यांच्या व्यक्तिगत मूर्त संकल्पनांमध्ये होते.

बरेचदा पर्यायी (की चुकीच्या) स्पष्टीकरणांही समावेश केला आहे. अनेक स्पष्टीकरणे शक्य असतात हेच यातून दिसते. योग्य उत्तर देण्यापेक्षा, विद्यार्थ्यांना विचार करायला प्रवृत्त करणे जास्त महत्त्वाचे असते. प्रत्येक कृतीमधून नवीन प्रश्न, प्रयोग, चल संख्यांचे परिमाण तपासणे, मोजणे, तक्ते तयार करणे, आलेखन करणे अशी मालिका सुरु होते मात्र ही मालिका किती काळ सुरु ठेवायची हे शिक्षकांवरच अवलंबून आहे. काही कृती पुढे प्रकल्प म्हणूनही विकसित करता येतील.

या कृती खूप वेळखाऊ आहेत; चिखल-पाणी वापरुन करावयाच्या कृतींमुळे खूप पसारा होईल, वर्गात अंदाधुंदी माजेल अशी भीती सामान्यत: शिक्षकांकडून व्यक्त केली जाते. मोठ्या शहरी वर्गांमधून विशेषत: विद्यार्थ्यांच्या शिस्तीचा प्रश्न उपस्थित होऊ शकतो. अशावेळी विषयांचे पूर्वनियोजन, नियोजनाची मुलांना आधीच कल्पना देणे उपयुक्त ठरु शकते. नमुन्यादाखल एका पाठाचे टाचण पृष्ठ क्र. १५७, १५८ (धडा-५, कृती १) वर दिले आहे.

अनुभवी शिक्षकांबरोबर आधीच केलेली चर्चाही फायद्याची ठरु शकते. थोड्या अनुभवानंतर संभाव्य त्रुटींची पूर्वकल्पना येऊ शकेल. या काही उपयुक्त सूचना (डॉ. करेन हेडॉक यांच्या सौजन्याने)-

१. प्रत्येक कृती आधी करुन पाहा.
२. आधीच्या तासाला विद्यार्थ्यांना काय करायचे आहे, आणि घरुन काय काय साहित्य आणायचे आहे ते नीट समजावून सांगा. साहित्य गोळा करण्यासाठी आणि विसराळू विद्यार्थ्यांना आठवण करुन देण्यासाठी एक दिवस जास्त द्या.
३. मुलांच्या बसायच्या जागा किंवा त्यांचे गट वर्गात की वर्गाबाहेर याचे आधीच नियोजन करुन ठेवा.
४. कृती सुरु करण्यापूर्वी, आपण काय करणार आहोत आणि का करणार आहोत हे प्रत्येक विद्यार्थ्याला समजले आहे याची खात्री करुन घ्या. मुलांना प्रश्न विचारण्यासाठी वेळ द्या.
५. धोका किंवा समस्या उद्‌भवू शकेल का हे तपासून बघा आणि अपघात झालाच तर काय करायचे हे विद्यार्थ्यांना सांगा.
६. (वर्गाबाहेरील कृती) वर्गाबाहेर जाऊन काय करणार, विद्यार्थी कुठे गेले तर चालेल, त्यांनी कुठे जाऊ नये, परत कधी यायचे आहे, या सूचना बाहेर जायच्या आधी द्या.
७. कृतीपुस्तकामध्ये नोंदी लिहून ठेवण्यास विद्यार्थ्यांना सांगा. कृती करतांना किंवा कृती झाल्यावर लगेच स्वाध्यायातील कुठले प्रश्न सोडवायचे आहेत ते शिक्षकपुस्तकात दिले आहे. कृती पुस्तकातील काही भाग कदाचित घरी पूर्ण करावा लागेल.
८. शक्यतोवर विद्यार्थ्यांना स्वत:च काम करु द्या. ज्यांना प्रोत्साहनाची गरज आहे, जे विद्यार्थी मागे पडतात, अशा विद्यार्थ्यांवर तुमचे लक्ष केंद्रित करा.
९. वर्गातील दिनक्रम आखून ठेवा आणि त्याचे नियमित पालन करा, म्हणजे आपल्याकडून काय अपेक्षित आहे हे विद्यार्थ्यांना समजेल.
१०. उदा.कृती करुन झाल्यावर विद्यार्थ्यांनी पसारा आवरणे. स्वच्छतेसाठी थोडा वेळ द्या. कचऱ्याचा डबा, एखादं फडकं, केरसुणी इ. विद्यार्थ्यांजवळ असल्याची खात्री करा.
११. इतर वर्गाच्या आधी एखाद्या विद्यार्थ्याची कृती पूर्ण झाली तर त्याला काहीतरी काम द्या. उदा. एखादं पुस्तक वाचणे, चित्र काढणे, त्यांनी आत्ता काय केलं त्यावर कविता रचणे, बाहेर खेळायला जाणे इ.

१२. वर्गाने काय केले आणि कृतीतून काय साधले हे सारांश रुपाने सांगा. वेळ कमी असेल तर नंतरच्या तासालाही हे करता येईल.

१३. *विचारा प्रश्न* हा स्वाध्याय नेहमी कृती करतानाच सोडवला पाहिजे. प्रत्येक विद्यार्थी प्रश्न विचारेलच असे नाही परंतु प्रत्येक विद्यार्थ्याला प्रश्न विचारण्यासाठी पुरेशी संधी वर्षभरात उपलब्ध होईल.

क्षेत्रभेटी

तिसऱ्या घटकासाठी (पाण्यातील सजीव) आणि चौथ्या घटकासाठी (शेती) मुलांना वर्षातून दोनदा क्षेत्रभेटीसाठी नेणे योग्य ठरेल. शक्य झाल्यास घटक १ साठी रात्रीच्या आकाशाचे निरीक्षण करणेही उचित होईल. क्षेत्रभेटीसाठी जातांना एखादा शिक्षक, पालक किंवा मदतनीस सोबत असावा. विद्यार्थ्यांना आणि मदतनीसाला जाण्याच्या आधी आपल्या भेटीची उद्दिष्टे नीट समजावून सांगावीत. क्षेत्रभेटीचे नियोजन नमुन्यादाखल सहाव्या धड्यात (पृष्ठे २०२-२०३) दिले आहे.

नवीन शब्द

हे शब्द शिका

प्रत्येक धड्यात अनेक नवीन शब्द आहेत. औपचारिक पद्धतीने त्यांचा अर्थ कधीही सांगू नका. या शब्दांचा उपयोग मुलांनी वाक्यात केला पाहिजे, व्याख्येत नाही. परिसरातील भाषेत शब्दाचा अर्थ मुलांना समजावून सांगा आणि त्यांचा वाक्यात उपयोग करुन घ्या.

स्वाध्याय

स्वाध्याय विद्यार्थ्यांनी स्वतंत्रपणे सोडवायचा आहे. त्यांना कधीतरी प्रश्नाचे स्पष्टीकरण लागेल किंवा स्वत:ला व्यक्त करण्यासाठी मदत लागेल. पण कृपया फळ्यावरील उत्तरे उतरवून घेण्यास विद्यार्थ्यांना कधीही सांगू नका.

निरीक्षणांवर आधारित स्वाध्याय

१)चित्रे (*नावे सांगा, चित्रे काढा*)
सूक्ष्म निरीक्षणाला प्रोत्साहन देण्यासाठी हा स्वाध्याय आहे. (उदा. आकाश आणि ढगांची चित्रे, वाहते पाणी आणि वाढणाऱ्या वनस्पती) प्रमाण चित्रांची नक्कल विद्यार्थ्यांनी करु नये, तर आपली निरीक्षणे त्यांनी रेखाटावीत.

त्यासाठी निरीक्षणे नोंदविणे आणि चित्रे काढणे हे एकाच वेळी किंवा कृती केल्यानंतर लगेचच झाले पाहिजे. चित्रकला शिक्षकाची मदत मिळाली तर निरीक्षणे आणि चित्रे काढणे एकाच वेळी करता येईल.

'आपल्याला चित्र काढता येत नाही' अशी मुलांची आणि शिक्षकांची सुद्धा समजुत झालेली असते. लहान वयातच अशा भीती मुलांच्या मनातून काढून टाकणे शक्य आहे, त्यामुळे शिकण्यासाठी, विचार करण्यासाठी एक साधन म्हणून चित्रांचा उपयोग करायला ती शिकतील. ही चित्रे वर्गात लावता येतील. या चित्रांमध्ये दुरुस्ती किंवा सुधारणा शिक्षकाने करु नये.

२) प्रश्न आणि चर्चा (*प्रश्न तुमच्या आवडीचे, वर्गातील चर्चा*)

स्वाध्यायातील प्रश्न हे बहुतांशी कृतीवर अवलंबून आहेत किंवा त्या कृतींचाच पुढील भाग आहेत. या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी विद्यार्थ्यांना वर्गातील किंवा वर्गाबाहेरील अनुभव आठवावे लागतील आणि त्यांचा स्वत:चा काही युक्तीवाद असावा लागेल. पुस्तकात फारच थोडी माहिती दिलेली असल्याने या माहितीवर आधारित प्रश्न कमी आहेत. शक्य आहे तिथे शिक्षक स्वत:ही असे प्रश्न तयार करु शकतात. स्वाध्यायासोबत असलेले स्पष्टीकरण शिक्षकांसाठी आहे. इथे विद्यार्थ्यांच्या खऱ्या प्रतिक्रिया नोंदवलेल्या असल्या तरीही सगळे विद्यार्थी तशाच प्रतिक्रिया देतील असे नाही. खरं तर एकच योग्य उत्तर आहे असे प्रश्न या स्वाध्यायात जवळजवळ नाहीत. एक प्रश्नाची अनेक योग्य उत्तरे असू शकतात.

३) साम्य आणि फरक (*काय सारखे? काय वेगळे?, पाहुणा ओळखा*)

प्रत्यक्ष निरीक्षणांच्या वेळी दोन वस्तू किंवा परिस्थितींमधील साम्य आणि फरक शोधण्याचा स्वाध्याय सतत चर्चिला जाणे आवश्यक आहे. सूक्ष्म निरीक्षण आणि सामान्यीकरणाची कौशल्ये साम्य आणि फरक ओळखतांना उपयोगी पडतात. साम्ये ओळखताना अमूर्ताचा विचार करावा लागतो, फरक ओळखण्यापेक्षा हे जास्त अवघड आहे. त्यामुळे या प्रकारासाठी उदाहरणे शोधतांना ज्या वस्तूंची तुलना करायची त्या साहजिकच एकाच प्रकारच्या असल्या पाहिजेत. पाहुणा ओळखतांना, शिक्षक, पुस्तकापेक्षा वेगळा पर्याय विद्यार्थ्यांनी निवडला आणि त्याचं योग्य कारण दिलं तर तो पर्याय शिक्षकांनी स्वीकारला पाहिजे.

भाषा विकासासाठी स्वाध्याय

१) सांगा आणि लिहा, चला शब्दांशी खेळू या

हलके-फुलके विज्ञान, इयत्ता ३ मध्ये आपल्या साध्या साध्या कल्पना आधी तोंडी सांगायला व नंतर लिहायला मुले शिकली. आपल्या स्वत:च्या निरीक्षणांवर, अनुभवांवर आधारित लिखाण करायला त्यांना प्रोत्साहन दिले गेले. दिलेल्या विषयांवर लेखन करायला मुलांना शिकवलेले असते म्हणून यावर आम्ही बरेचदा भर दिला आहे. उदा. विद्यार्थ्यांना ‘गाय’ या विषयावर निबंध लिहायला शिकवले असेल; मात्र जेव्हा त्यांच्या समोर असणाऱ्या गांडूळावर लिहायला सांगितले जाते तेव्हा विद्यार्थी असमंजसपणे गायीवर लिहिण्यासाठी वापरलेली पद्धतच पुन्हा वापरायचा प्रयत्न करतात. मात्र शिक्षकाने चिकाटी सोडली नाही तर सुरवातीला भाषेत मागे पडणारे विद्यार्थीसुद्धा स्वत:च्या कल्पना शब्दांत मांडू शकतात.

विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे आणि अभिव्यक्तीसुद्धा जशी वर्षे जातील तशी जास्त गुंतागुंतीच्या गोष्टी व्यक्त करण्याजोगी झाली पाहिजे. इयत्ता चौथी आणि पाचवीच्या पुस्तकांमध्ये भाषा विकासाचे स्वाध्याय निर्णयात्मक विचार क्षमता, आपले मुद्दे मांडणे त्यावर चर्चा करण्यासाठी प्रवृत्त करणारे आहेत.

पूर्ण वाक्यात उत्तरे लिहिणे ही चांगली सवय असली तरी कधी कधी ते खूप कंटाळवाणे होते. एक शब्द किंवा वाक्प्रचार उत्तारादाखल लिहिला तरी पुरेसे आहे हे समजण्यासाठी कृतिपुस्तकात तेवढीच जागा सोडली आहे. चला शब्दांशी खेळू या मधील शब्द हे केवळ शब्दसंग्रह वाढविण्यासाठी आणि भाषेची गंमत अनुभवण्यासाठी आहेत.

२) विचारा प्रश्न , विचारा आणि शोधून काढा

विचारा प्रश्न हे सदर सातत्याने पूर्ण वर्षभर घेतले पाहिजे, विशेषत: कृती करताना तर घेतलेच पाहिजे. प्रश्न विचारण्याचं स्वातंत्र्य दिलं तर विद्यार्थी अनेक प्रश्न विचारतात आणि त्यातील अनेक प्रश्न कठीण असतात. इथे अचूक रुक्ष उत्तर देण्याचा मुद्दा नाही. त्याच प्रश्नाचा उपयोग करुन विद्यार्थ्यांना अचूक निरीक्षणे करण्यास उद्युक्त करता येईल.

विचारा आणि शोधून काढा या स्वाध्यायातील प्रश्नांची उत्तरे पालकांना आणि इतर मोठ्या माणसांना विचारुन विद्यार्थ्यांनी मिळवायची आहेत.

काही प्रश्नांना तुम्ही किंवा तुमचे सहकारीही उत्तरे देऊ शकतात. पण जर तुम्हांलाही प्रश्न अवघड वाटला तर आणखी निरीक्षणे करुन विद्यार्थ्यांना विचार करण्यास सांगा. उदा. हे तू आणखी कुठे बघितले आहेस? हे घडत नाही अशी एखादी परिस्थिती असू शकते का? तात्पर्य असे की प्रश्न स्वाभाविकपणे पडले पाहिजे आणि त्यातून शिकण्याला मदत मिळते हे विद्यार्थ्यांच्या लक्षात आले पाहिजे. सगळ्याच प्रश्नांची समाधानकारक उत्तरे ताबडतोब दिली गेली पाहिजेत असे ही नाही.

तुम्हांला जर कुठल्याही माहितीची किंवा स्पष्टीकरणाची गरज वाटली तर होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्राशी संपर्क साधा. पोस्टकार्डवर किंवा पाकीटावर 'होमी भाभा अभ्यासक्रम-प्राथमिक विज्ञान' असा उल्लेख करा.

संख्यात्मक विचार पद्धती

१) शोधा म्हणजे सापडेल आणि इतर स्वाध्याय

हलके-फुलके विज्ञान इयत्ता तिसरी, मध्ये क्रमवारी, संख्या आणि राशींचा अंदाज करणे आणि एकके वापरुन प्राथमिक मोजणी करण्याची कौशल्ये विद्यार्थ्यांनी आत्मसात केली. इयत्ता चौथीमध्ये सेंटीमीटर, मीटर, ग्रॅम किलोग्रॅम, मिलीलीटर आणि लिटर अशी प्रमाणित एकके मोजमापासाठी वापरावी लागतील; ही एकके गणिताच्या अभ्यासक्रमात आधीच शिकून झाली आहेत.

इयत्ता चौथीमध्ये संख्यात्मक विचारपद्धतीमध्ये सारण्या, तक्ते, आलेख आणि व्हेन आकृतीचा समावेश केला आहे. तापमापक किंवा पाण्याची पातळी छायांकित करुन, चित्ररुप आलेखाच्या माध्यमातून आलेखाची ओळख करुन दिली आहे. कागदाच्या चिठ्ठ्यांचे वर्गीकरण करण्याच्या कृतीमधून व्हेन आकृतीची ओळख करुन दिली आहे.

तुम्हांला माहीत आहे का?

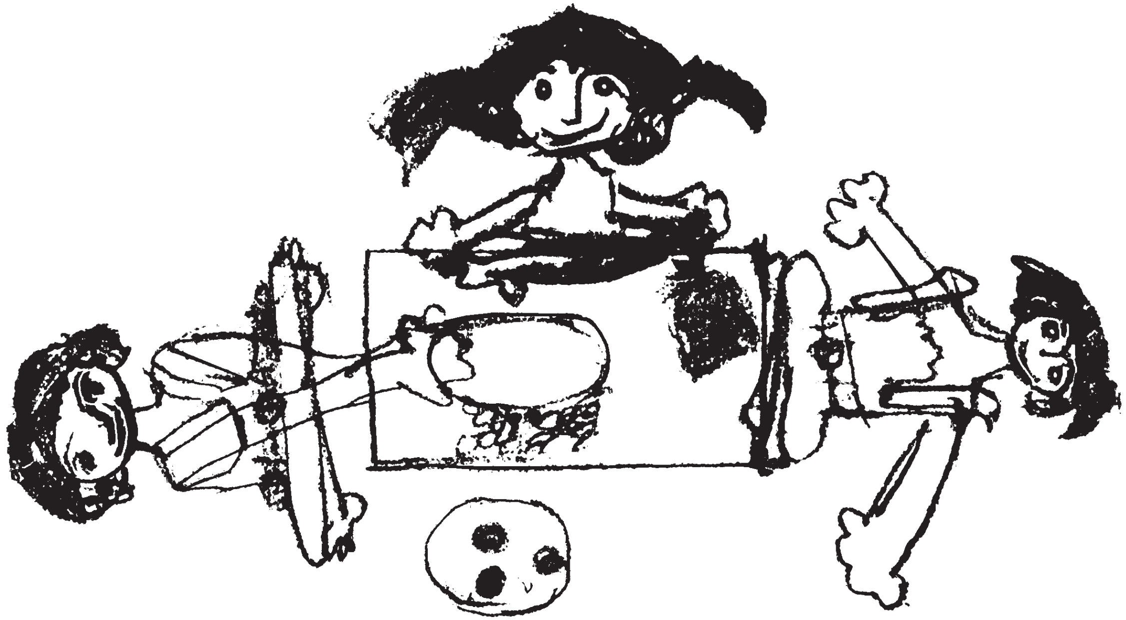
गोष्टी आणि कवितांप्रमाणे रुची निर्माण होण्यासाठी हे प्रश्न आहेत. या माहितीची कुठलीही चाचणी घेतलेली नाही.

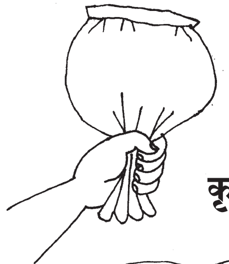
फळ्यावरील काम

आपल्या शाळांमधे फळा हे महत्त्वाचे आणि कधी कधी एकमेव असे शैक्षणिक साधन असते. काही नमुने दाखवले आहेत. त्यामधून माहिती दृश्य स्वरुपात कशी व्यक्त करावी याची थोडीफार कल्पना येईल.

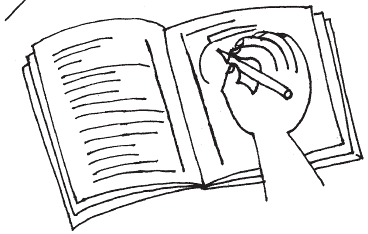
अंदाजे कालावधी

अगदी साध्या परिस्थितीमध्ये हा अभ्यासक्रम चालला पाहिजे, वर्गातील २०० तासिकांमध्ये खरे तर हा अभ्यासक्रम पूर्ण व्हायला हवा. आपल्या देशातील अनेक शाळांमधे कठीण परिस्थिती आहे. त्यामुळे २०० तासिका वेळ मिळणेही अशक्य वाटते. संकल्पना, कौशल्य आणि कृती यांचा विचार केला तर तिसरीच्या पुस्तकापेक्षा चौथीचे पुस्तक जास्त महत्त्वाकांक्षी आहे. तिसरीचा अंदाजे कालावधी १६४ तासिकांचा होता तर चौथीसाठी कालावधी २३९ तासिकांचा आहे. एका शैक्षणिक वर्षात हा संपूर्ण अभ्यासक्रम समाधानकारकरित्या पूर्ण करता येईलच असे नाही. बऱ्याच चर्चांना आणि कृतींना जास्त वेळ लागू शकतो. ठरलेल्या वेळापेक्षा जास्त वेळ एखाद्या कृतीला लागला तर विज्ञान प्रकल्पाचा भाग म्हणून ती कृती नंतर करता येईल. एखादा भाग शिकण्यात मुलांना जास्त आनंद मिळत असेल तर त्या मध्ये जास्त वेळ घालवणे फायद्याचे ठरेल. अशावेळी दुसरी एखादी कृती कमी करता येईल किंवा विद्यार्थ्यांना घरी करायला सांगता येईल.





कृतिपुस्तकासंबंधी



कृतिपुस्तकाचा उपयोग

१. मुलांसाठी

अ) कृतींची निरीक्षणे आणि अनुमानांच्या नोंदी ठेवणे

ब) स्वाध्याय सोडविणे.

२. शिक्षकांसाठी.

अ) मुलांच्या एकंदर प्रगतीचे मूल्यमापन करणे/आढावा घेणे.

ब) मुलांपर्यंत आणि पालकांपर्यंत हा आढावा पोहचविणे.

इयत्ता तिसरीच्या कृतिपुस्तकाबद्दल .. ..

तिसरीच्या कृतिपुस्तकाच्या अनुभवांनंतर काही बदल करणे आवश्यक वाटले. कृतिपुस्तकाचा वापर कसा करावा हे शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांना पूर्णपणे उमगले असे वाटत नाही. दोन्ही पुस्तके सारखी आहे, कृतिपुस्तक हे प्रश्नांची उत्तरे लिहिण्यासाठी आहे असे काही जणांना वाटले. मात्र हे बरोबर नाही. कृतींची निरीक्षणे नोंदवण्यासाठी एक उपयुक्त नमुना कृतीपुस्तक नक्कीच पुरविते. उत्तराच्या केंद्रस्थानी काय असले पाहिजे हे त्यातून सुचविले आहे. (विचार कुठे केंद्रित करायचे), कारणे शोधण्यासाठी पूरक प्रश्न त्यात आहेत, त्यामुळे कारणे सापडल्यावर थांबून उत्तरे लिहिणे मुलांना भाग पडते. काही ठिकाणी संपूर्ण कृती किंवा स्वाध्याय कृतिपुस्तकामध्येच सविस्तर दिलेला आहे. त्याचबरोबर आवश्यक ती रेखाटने, तक्ते आणि आलेख यांचाही समावेश त्यात आहे.

चौथीच्या पाठ्यपुस्तकात आणि कृतिपुस्तकात दिलेल्या पृष्ठक्रमांकामुळे मुलांना दोन्ही पुस्तकांचा मेळ घालणे सोपे वाटते. तसेच तिसरीच्या पुस्तकांच्या अनुभवावरुन घटकांच्या मूल्यांकन पत्रिका सोप्या करण्यात आल्या असून प्रत्येक पानावर शेरा (grade) समाविष्ट करण्यात आला आहे.

मुलांचे लिखाण

मुलांकडून भरपूर निरीक्षणांची आणि अनुमानांची अपेक्षा आहे. त्यांना वर्गातील चर्चांची जोड मिळाली पाहिजे. मुलांची निरीक्षणे, विचारप्रक्रिया आणि चर्चा यावर मुलांचे लिखाण अवलंबून आहे. भाषेच्या दृष्टीने या पुस्तकात तीन प्रकारचे प्रश्न आहेत.

१. लिखाण नसलेले प्रश्न

काही कृतींसाठी लिखाणाची अजिबात गरज नाही. रचनात्मक कौश्यल्यही लिखाणातून तपासली जात नाहीत. विचारा आणि शोधून काढा, दाखवा आणि सांगा, तसेच करुन दाखवा हे स्वाध्याय पूर्णत: तोंडीच घेतले पाहिजेत. पहिल्या दोन प्रश्नांसाठी आवश्यक माहिती मुले गृहपाठ म्हणून शोधून आणतील वर्गातील चर्चेतून माहितीची देवाणघेवाण होईल.

२. एका शब्दात उत्तरे

वेगवेगळ्या कृती आणि प्रश्न तुमच्या आवडीचे मधील प्रश्न निरीक्षणावर आधारित आहेत, त्यांची उत्तरे एका शब्दात लिहिणे अपेक्षित आहे. काही ठिकाणी वाक्यांश दिलेले आहेत.

३. पूर्ण वाक्यातील उत्तरे

सांगा आणि लिहा आणि वाक्ये तयार करा या भाषा विकासाच्या स्वाध्यायांमध्ये मुलांनी पूर्ण वाक्यात उत्तरे लिहावीत. काय सारखे, काय वेगळे या प्रश्नांच्या उत्तरांमध्ये वाक्प्रचार किंवा वाक्यांश पुरेसा आहे. ‘विचारा प्रश्न’ या प्रश्नामध्ये मुलांना प्रश्न तयार करायचा आहे आणि प्रश्न लिहून काढायचा आहे. प्रश्नांची ‘उत्तरे लिहिणे’ अपेक्षित नाही.

मुलांनी काढलेली चित्रे

नावे सांगा आणि चित्रे काढा आणि इतर चित्रे काढण्यास सांगणाऱ्या स्वाध्यायांचा वापर मुलांची निरीक्षण क्षमता तसेच रचनात्मक कौशल्ये तपासण्यासाठी करता येईल. प्रत्यक्ष वस्तू किंवा परिस्थितीचे रुपांतर रेखाटनांमध्ये करण्याची क्षमता चित्रकलेमधून समोर येते. परिस्थिती मधील जास्त महत्त्वाची व कमी महत्त्वाची अंगे कुठली यामध्ये फरक करण्यास मुले काही प्रमाणात शिकतात.

मूल्य ांकन व प्रत्याभरण (feedback)

मूल्यांकन व प्रत्याभरण चौथीच्या कृतीपुस्तकामध्ये तीन भागांमधून केले जाते. पहिला भाग- मुलांच्या लिखाणातील तसे रेखाटनांमधील शिक्षकाने केलेल्या दुरुस्त्या तसेच लिहिलेल्या प्रतिक्रिया. दुसरा भाग म्हणजे प्रत्येक पृष्ठावर लिहिलेले शेरे आणि तिसरा भाग म्हणजे प्रत्येक घटकासाठी दिलेली मूल्यांकन पत्रिका(दिलेला मूल्यांकन तक्ता.)

शिक्षकांच्या प्रतिक्रिया आणि दुरुस्त्या

कृतीपुस्तकाच्या आतील समासामध्ये शिक्षकांच्या प्रतिक्रियांसाठी आणि दुरुस्त्यांसाठी जागा सोडलेली आहे. मुलांच्या कामाचा दर्जा कसाही असला तरी शिक्षकाच्या प्रतिक्रियांमधून मुलांना प्रोत्साहन तसेच सुधारणांसाठी मार्गदर्शन मिळाले पाहिजे.

मूल्यांकन निकष

प्रत्येक घटकाच्या सुरवातीला असलेल्या मूल्यांकन प्रक्रियेमध्ये अभ्यासक्रमाच्या मूळ उद्दिष्टांना अनुसरुन ११ निकष आहेत. पहिल्या सहा निकषांसाठी संख्यात्मक मूल्यांकन करायचे आहे. सगळ्या ११ निकषांसाठी शिक्षकांना आपल्या प्रतिक्रिया लिहिण्यासाठी जागा ठेवली आहे. इयत्ता तिसरीप्रमाणेच भाषेला सगळ्यात जास्त महत्त्व देण्यात आलेले आहे. चौथीच्या अभ्यासक्रमातील संकल्पनांच्या आकलनावर देण्यात आलेला भर लक्षात घेऊन 'आकलन' हा निकषही समाविष्ट करण्यात आला आहे

या निकषांचे स्पष्टीकरण पुढे देण्यात आले आहे -

नि

(१) **निरीक्षण (नि)**

वर्गात आणि वर्गाबाहेरील कृतींदरम्यान केलेल्या निरीक्षणांचा यात समावेश होतो तसेच चर्चांमधील सहभागही यात लक्षात घेतला जातो. अभ्यासक्रमातील बहुतेक प्रत्येक कृती आणि स्वाध्यायामध्ये या क्षमतेची तपासणी करता येईल. तपासताना संख्या, दर्जा आणि विविधता लक्षात घेतली पाहिजे. विद्यार्थ्यांनी बारकाईने निरीक्षण केले पाहिजे आणि आपल्या चित्रांमधून आणि लिखाणामधून ते दाखवले पाहिजे.

आ

(२) **आकलन (आ)**

फक्त स्मरणशक्तीवर आधारित किंवा घटनांची उजळणी करणारे प्रश्न ही अलीकडे सर्रास वापरली जाणारी पद्धत आहे. या पद्धत टाळून असे प्रश्न पाठ्यपुस्तकात समाविष्ट केलेले नाहीत. उलट सर्व प्रश्नांमधून आकलन झाले आहे की नाही हे बघितले जाते. एका दृष्टीने पाहिले तर आकलन म्हणजे माहितीची झलक, असे म्हणता येईल किंवा त्याहूनही महत्त्वाचे म्हणजे घटना आणि यामधील दुवा असेही म्हणता येईल.

शिक्षकाची प्रतिक्रिया आणि दुरुस्त्या केलेली कृतीपुस्तकातील पान

नि	अ
लि	ब
र	क

सहज उडून गेलेल्या बिया आणि सहज उडू न शकणाऱ्या बिया यांमध्ये काही फरक दिसला का? हो

सहज न उडणाऱ्या बीयांचे वजन जास्त असते तसेच सहज उडणाऱ्या बीयांना केस असतात

आ. तुमची बी वाऱ्याबरोबर उडून जावी म्हणून तुम्ही तिला काय चिकटवाल?

केस चिटकवू

कोणाचे? किती लांबीचे केस? कसे चिकटवणार?

माझ्या उडणाऱ्या बी चे चित्र–

इ. मी पाहिलेले पक्षी–

उडताना चिमणी, कावळा, कबुतर, गरूड

सूर मारताना बगळा, खंड्या

जमिनीवर उतरताना चिमणी, कावळा, कबुतर, घुबड

ई. कागदाचा आकार किती लांब गेला?

कागदाच्या आकाराचे नाव	अंदाज किती लांब जाईल?	चाचणी किती लांब गेला?
घडी न घातलेला कागद	हवेत तरंगत राहील	जवळच पडला
सैलसर बोळा केलेला कागद	थोडा पुढे जाईल	थोडा लांब गेला
अगदी घट्ट बोळा केलेला कागद	उडेल	जास्त लांब गेला

उत्तरे मीटर/ सेमी/ हात पावले अशी लिही

तिन्ही वेळेस सारखाच जोर लावला होता का?

उ. तुम्ही भिरभिरणारा मासा बनवला का? हो

विश्लेषण ही आकलनाची दुसरी बाजू आहे. विश्लेषण ही मुख्यत्वे करुन एक प्रक्रिया आहे. कृतीयुक्त ज्ञान असेही म्हणता येईल. वर्गीकरण, तुलना आणि बरोबरी, अनुमान, 'असे केले तर काय होईल .. ' इत्यादी प्रश्नांवरुन विश्लेषणाचे मूल्यांकन करता येईल. विद्यार्थ्यांचे केवळ ज्ञानच नाही तर त्याची विचारप्रक्रियाही जोखता येईल असे विद्यार्थ्यांच्या बुद्धीला चालना देणारे प्रश्न पाठ्यपुस्तकात आहेत.

विद्यार्थ्यांना विचार करण्याची, प्रतिक्रिया देण्याची संधी मिळण्यापूर्वीच शिक्षकाने उत्तर सांगितले नाही तरच हे उद्दीष्ट साध्य होईल. उत्तर जर आधीच शिक्षकाने सांगितले तर आकलनात्मक कामाचे रुपांतर स्मरणशक्तीवर आधारित कामामध्ये होईल. या अभ्यासक्रमाच्या मूळ हेतूलाच तडा जाईल.

बो

ले

३. **बोली भाषा (बो)** आणि ४. **लेखन (ले)**

बहुतक प्रश्नांमध्ये जिथे भाषाविकासावर भर देण्यात आला आहे तिथे विद्यार्थ्यांनी वाक्यांमध्ये उत्तरे लिहावीत अशी अपेक्षा आहे. निरीक्षणात्मक प्रश्नांमध्ये किंवा एका शब्दात उत्तरे लिहायची आहे तिथे मुलांचा शब्दसंग्रह तपासला जातो.

बोली भाषेचे मूल्यांकन करताना विद्यार्थ्यांचा आत्मविश्वास आणि कल्पनांमधील सुसंगती सुद्धा लक्षात घेतली पाहिजे. तोंडी आणि लेखी कामातील अभिव्यक्तीमधील स्पष्टता महत्त्वाची आहे. निरीक्षणांचा आढावा घेताना विद्यार्थ्यांनी वर्णनात्मक विशेषणे आणि क्रियाविशेषणेसुद्धा वापरली पाहिजेत.

र

५. **रचनात्मक कौशल्ये (र)**

हाताने करायच्या कृतींमधील नियोजन आखणीचा भाग आणि प्रत्यक्ष करण्याचा भाग या दोघांचाही समावेश रचनात्मक कौशल्ये तपासण्यासाठी केला पाहिजे. चित्रे काढणे, वनस्पती आणि प्राणी याबरोबरच अवजारे आणि साहित्य, एखादा पदार्थ आणि त्याचा वापर यांच्यातील परस्परसंबंधाचे ज्ञान, बांधणी/रचना, मोजणी, आलेखन आणि तक्ते तयार करणे या सगळ्याचा समावेश या हाताने करायच्या कृतींमध्ये होतो.

मा

६. **परिमाणात्मक विचारकौशल्य (मा)**

प्रत्येक घटकामध्ये मोजणी, मापन, तक्ते तयार करणे, आलेखन, व्हेन आकृती या सगळ्यांशी संबंधित कृती आहेत. उत्तरांमधील अचुकता महत्त्वाची आहे. त्यासोबत विचार करण्याची दिशा आणि परिमाणात्मक संज्ञांचा वापर करुन प्रश्न तयार करणेही महत्त्वाचे आहे हे जेव्हा दिसून येईल तेव्हा तेव्हा त्याला प्रात्साहन दिले पाहिजे.

७. कृती करतानाचा उत्साह आणि **८. एकाग्रता आणि संयम**
नवीन काम, आव्हान स्वीकारण्याचा उत्साह विद्यार्थ्यांमध्ये असला पाहिजे. तसेच गंभीरपणे एकाग्रचित्ताने काम करण्याचीही क्षमता त्याच्यामध्ये असली पाहिजे.

९. स्वतंत्र विचारशक्ती आणि **१०. इतर विद्यार्थ्यांबरोबर सहकार्य**
विद्यार्थ्यांमध्ये आपली कल्पनाशक्ती लढविण्याची ताकद आपल्याला विकसित करायची आहे. त्याचबरोबर इतरांच्या कल्पनांचा विचार करणे आणि गटात काम करणेही त्यांना जमले पाहिजे.

११. गृहपाठाची पूर्तता
काही कृती घरी करावयाच्या आहेत तसेच काही माहिती शोधण्याचे कामही घरी करायचे आहे. चौथीमध्ये स्वाध्यायाचा काही भागसुद्‌धा गृहपाठ म्हणून द्यायला हरकत नाही.

पृष्ठांनुसार गुण आणि सरासरी

✻ प्रत्येक पृष्ठाच्या आतील समासात त्या पृष्ठाशी संबंधित निकष दिलेले आहेत. त्या पृष्ठांवरील विद्यार्थ्यांच्या कामाचे मूल्यांकन करुन ० ते ४ अशी श्रेणी तिथल्या निकषांना देता येईल. तुम्ही श्रेणी देण्यासाठी अक्षरांचा वापरही करु शकता. उदाहरण- अ = ०, ब = १, क = २, ड = ३, इ= ४. त्या पानावरील निकषासमोरील चौकटीमध्ये ही श्रेणी लिहिता येईल.

✻ त्या घटकामधील घटकामधील घटकाची पूर्तता झाल्यानंतर प्रत्येक निकषांचे गुण एकत्र करुन त्यांची सरासरी काढून हे गुण घटकाच्या मूल्यांकन पत्रिकेमध्ये लिहावेत.

✻ प्रत्येक पानावरील प्रत्येक चौकटीमध्ये श्रेणी लिहिणे कधी कधी शक्य होणार नाही. उदाहरणार्थ- एखादा विद्यार्थी त्या पानावरील एखाद्या चर्चेमध्ये सहभागी होणार नाही अशावेळी बोली भाषा या निकषासाठी श्रेणी देणे शक्य नाही. अशा वेळी उपलब्ध गुणांचीच सरासरी मोजावी लागेल.

घटकावरील मूल्यांकन पत्रिका

वर सांगितल्याप्रमाणे पहिल्या सहा निकषांचे गुण संपूर्ण घटकातील गुणांची सरासरी काढून देता येतील. सर्व ११ निकषांसाठी शिक्षकांना त्यांचे शेरे लिहिण्यासाठी जागा ठेवलेली आहे. पुढील पानावर नमुन्याची मूल्यांकन पत्रिका दाखवली आहे.

वर्गातील सर्वांच्या श्रेणी बघितल्यानंतर शिक्षकाला आपण हा घटक किती परिणामकारकरित्या शिकवू शकलो याचा अंदाज येईल. चारही घटकांमधील श्रेणींची सरासरी प्रत्येक निकषासाठी काढल्यास त्या वर्षाच्या अंतिम श्रेणी मिळतील. या संरचनेमध्ये पाठांची संख्या कमी-जास्त असली किंवा प्रत्येक घटकामध्ये भर देण्यात येणारा मुद्दा वेगळा असला तरी प्रत्येक घटकाला समान महत्त्व (weightage) देण्यात आले आहे.

घटकातील प्रत्येक मूल्यांकन चौकटीमध्ये शिक्षक अ, ब, क , ड किंवा इ अशी श्रेणी देऊ शकतील. आणि नंतर प्रत्येक निकषासाठी सरासरी काढतील. सरासरी काढण्यासाठी श्रेणींसाठी एक संख्या ठरवून घेता येईल. (अ =४, ब =३, क = २, ड =१, इ=०).

उदाहरणार्थ- दुसऱ्या घटकासाठी एका विद्यार्थ्याला खाली दाखवल्याप्रमाणे गुण मिळाले असे समजा. (शिक्षकाने पुस्तकात दिलेल्या सर्व कृतींचा किंवा स्वाध्यायाचा समावेश केलेला नाही हे लक्षात घ्या.) मग तो शिक्षक त्या मुलाचे गुण अशा पद्धतीने मोजेल.

नि (निरीक्षण)- (अ+ब+अ+ब+अ+अ+अ+क+अ+ब+अ+अ+ब)/१३= ४६/१३= ३.५=अ
आ (आकलन)- (ब+क+अ+ब+अ+ब+क+अ+ब+ब/१०= ३.१ = ब.
बो (बोलणे)- (अ+ब+अ)/३=११/३=३.७= अ.
ले (लेखन)- (क+क+ड+ब+क+ब+इ+क+ब+क)/१०=२०/१०=२= क.
र (रचना)- (अ+ब+अ+अ+अ)/ ५=१९/५=३.८= अ.
मा (परिमाणात्मक विचार)-(अ+ड)/२=/२ = २.५ = ब.

प्रत्येक श्रेणीबदलाच्या जागा ठरविण्याची लवचिकता या पद्धतीमध्ये आहे. (शिक्षक याचा समतोल साधून खूप वरची श्रेणी किंवा अगदी खालची श्रेणी अगदी मोजक्या विद्यार्थ्यांनाच मिळेल हे पाहू शकतो). जर शिक्षकाला एकत्रितपणे एकच श्रेणी द्यायची असेल तर सर्व निकषांच्या सर्व श्रेणींची सरासरी काढून ती तसे करु शकेल.

(४६+३१+११+२०+१९+५)/४३= १३२/४३= ३.०७=इ.

जर शाळेला संख्यात्मक गुण हवे असतील तर ते पुढील प्रमाणे मोजता येतील.

$$\frac{१३२}{४२} * \frac{१००}{४} = ७७\%$$

गुणपत्रकाचा
परिपूर्ण नमुना

गुणपत्रक : भाग २

प्रकार		गुण	शेरा
निरीक्षण	नि	अ	चांगले ; पण नंतर लिहित नाही डोळ्यांशिवाय इतर ज्ञानेंद्रियांचा वापर करते.
आकलन	आ	अ	चटकन समजते. लक्षात कमी रहाते.
बोली भाषा (बोलणे)	बो	अ	मोठी वाक्य करण्याकडे कल. त्यामुळे कधी कधी गोंधळ होतो.
लेखी भाषा (लिहिणे)	लि	ब	त्रुटक उत्तरे. विरामचिन्ह वापरतो.
रचनात्मक व अभियांत्रिकी कौशल्ये	र	ब	नविन कल्पना सुचतात. ~~पण~~ पुढे विकसित करायला हव्यात.
परिमाणात्मक विचारपध्दती (मापन)	मा	क	आकड्यांचा वापर नाही. एककाचे महत्त्व समजलेले नाही.

कृती करते वेळी उत्साह सुरवातीला उत्साह असतो. कृतिपुस्तकात लिहीपर्यंत कंटाळते.

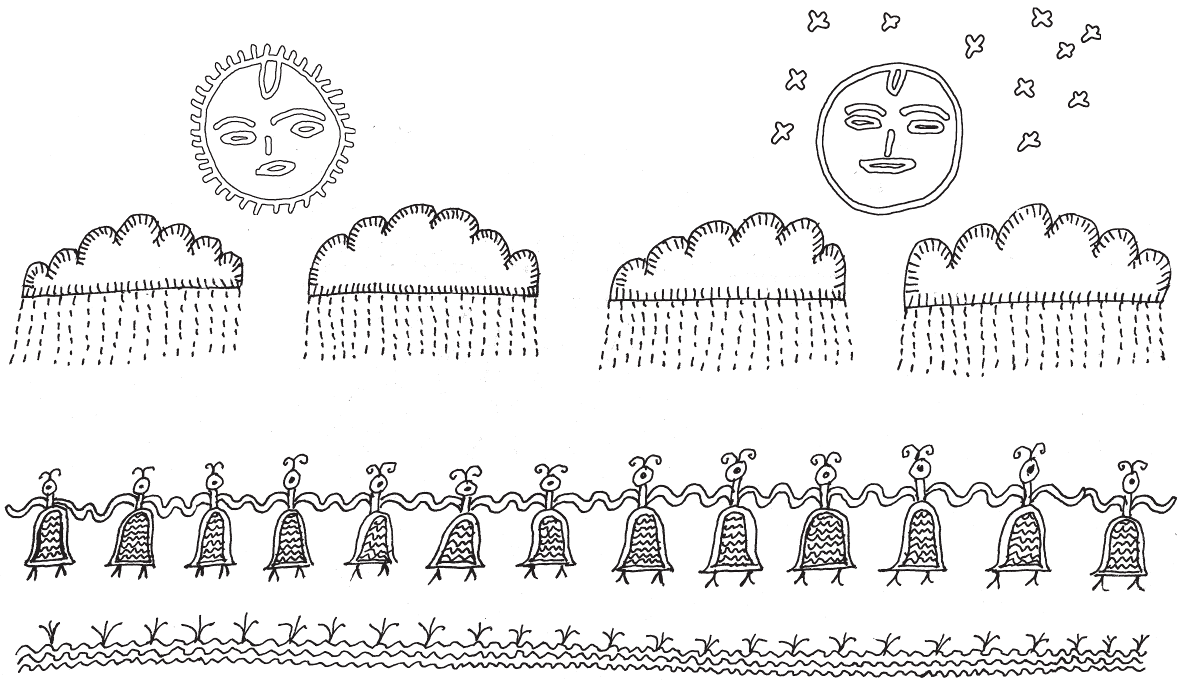
एकाग्रता आणि संयम लवकर कंटाळते. पण काम अर्धे सोडत नाही. कसेतरी करून पूर्ण करते.

स्वतंत्र विचारशक्ती चांगली आहे.

विद्यार्थ्यांबरोबर सहकार्य जवळजवळ नाही. सुरवातीला स्वतःच्या नादात असते; नंतर आपले काम करून दुसरेच काहीतरी करायला लागते.

गृहपाठाची पूर्तता कायम पूर्ण करते. लिहिण्याचा कंटाळा. कृती करण्याचे गृहपाठ रस घेऊन करते.

४८



भाग १

आकाश आणि हवामान

पहिला धडा	सूर्य, वारा, ढग आणि पाऊस
दुसरा धडा	दिवसाचे आकाश, रात्रीचे आकाश

दृष्टिक्षेप

उद्दिष्ट आकाश आणि हवामानाशी संबंधित नैसर्गिक घटनांचे निरीक्षण करणे आणि दैनंदिन अनुभवांशी त्यांची सांगड घालणे.

१.१ हवामानाच्या सर्वसामान्य सूचकांची / दर्शकांची (सूर्यप्रकाश, ढग, तापमान, वारा, पाऊस आणि आर्द्रता) माहिती करून घेणे, निरीक्षण करणे आणि वर्णन करणे.

१.२ परिसरातील हवामानाच्या दैनिक नोंदी वर्षभर ठेवणे आणि ऋतुमानानुसार होणाऱ्या बदलांचे अनुमान काढणे / बदलांबद्दल तर्क करणे.

१.३ वेगवेगळ्या ऋतूंमध्ये, वेगवेगळ्या वेळी आकाश / हवामानाचे निरीक्षण करणे, चित्रे, तक्ते आणि सारण्यांच्या स्वरूपात नोंदी ठेवणे आणि दिनदर्शिकेच्या वापराचे महत्त्व समजणे.

१.४ दिवसभरात तापमानात होणारा बदल समजून घेणे आणि तापमानाचा चित्रालेख (चित्रांच्या स्वरूपातील आलेख) काढता येणे.

१.५ वाऱ्याची दिशा दर्शविणाऱ्या यंत्रांची बांधणी करणे आणि वाऱ्याच्या गतीची कल्पना करता येणे.

१.६ सें.मी. मध्ये पाऊस मोजता येणे आणि आलेखाच्या स्वरूपात त्याच्या नोंदी ठेवणे.

१.७ 'आर्द्रता' म्हणजे काय याची कल्पना करता येणे. (नंतरच्या भागांमध्ये हवेतील पाण्याची वाफ आणि जलचक्र यांच्यांशी जोडून घेणे)

१.८ नैसर्गिक आणि सामाजिक घटनांच्या निरीक्षणांतून ऋतूंच्या वार्षिक चक्राची जाण येणे.

१.९ सूर्योदय आणि सूर्यास्ताचे निरीक्षण करणे, या वेळांचा उपयोग करून दिवसाची लांबी मोजणे.

१.१० हिवाळ्यापेक्षा उन्हाळ्यामध्ये दिवस मोठा आणि रात्र लहान असते याचे निरीक्षण करणे.

१.११ सावलीच्या आकाराचे निरीक्षण करणे आणि सूर्यप्रकाशामुळे सावलीची दिशा आणि लांबी यांमध्ये दिवसभरात होणाऱ्या बदलांचे निरीक्षण करणे.

१.१२ चंद्रोदय आणि चंद्रास्ताचे (चंद्र मावळण्याचे) निरीक्षण करणे आणि चंद्राच्या कलांचे चित्र काढणे आणि स्थानिक उत्सवांशी त्याची सांगड घालणे.

१.१३ रात्रीच्या आकाशाचे निरीक्षण करणे आणि काही (नक्षत्रे) तारकासमूह ओळखणे; शक्य झाल्यास ग्रह ओळखता येणे.

१.१४ वरील सर्व गोष्टींमधून मोजणी, अंदाज बांधणे आणि हाताने काम करणे, कापणे, चिकटवणे, बांधणी इत्यादी कौशल्यांचा सराव करणे.

या घटकात नवीन काय

हा भाग आकाश हवामानाच्या निरीक्षणांवर आधारित आहे. हवामान आणि उजेड (दिवसाचा प्रकाश) यामध्ये रोज फारच थोडे बदल होतात त्यामुळे निरीक्षणात्मक नोंदी ठेवण्यामध्ये भारतासारख्या उष्ण कटिबंधातील देशांमध्ये अडथळा निर्माण होतो. परंतु वर्षातील योग्य काळाची (दिवसांची) निवड केली तर हवामानातील बदलांचे सहजतेने निरीक्षण करता येते. पावसाळ्यांच्या किंचित आधी विद्यार्थ्यांना सूर्यप्रकाश, स्वच्छ आकाश आणि पांढऱ्या ढगांचे निरीक्षण करता येते, नंतर जसजसा पावसाळा जवळ येतो तसतसे आकाशातील आणि तापमानातील बदल आणि वाऱ्यांच्या स्थितीचे निरीक्षण करता येते.

आधीच्या इयत्तांमध्ये विद्यार्थ्यांनी उन्हाळा, हिवाळा आणि पावसाळा हे ऋतू अभ्यासले आहेत. या भागातील निरीक्षणे जास्त करून ऋतूंपेक्षा हवामानाशी संबंधित असली तरीही रोजची निरीक्षणे आणि सुट्ट्यांतील अनुभव, सण, शेतीशी संबंधित कृती, ऋतूमानानुसार वनस्पतींमध्ये होणारे बदल, मिळणारी फळे आणि भाज्या, दिवसभराच्या उजेडात होणारे बदल या सगळ्या ऋतूंशी निगडित असणाऱ्या गोष्टींचा संदर्भ आहेच. ऋतूचक्र वर्षभर सुरू असते याची ढोबळ कल्पना इयत्ता चौथीतल्या मुलांना यायला हवी. ऋतूंचा सविस्तर उहापोह पूर्व माध्यमिक आणि माध्यमिक शाळेमध्ये होणारच आहे.

दुसऱ्या धड्यामध्ये पृथ्वीला केंद्रस्थानी मानून निरीक्षणावर आधारित शिकवणे म्हणजे पृथ्वीवरून बघितल्यावर दिसणाऱ्या सूर्य, चंद्र, ताऱ्यांची निरीक्षणे. सूर्य, चंद्र आणि ताऱ्यांच्या निरीक्षणांवर आधारित शिकवणे गृहित धरलेले आहे. दुसऱ्या धड्याच्या शेवटी सूर्य-पृथ्वी-चंद्र यांच्या परस्परसंबंधांचा उल्लेख आहे. (तुम्हांला माहिती आहे का?) फारसे धुके किंवा ढगाळ हवामान नसलेला काळ असतो तेव्हा रात्रीच्या आकाशाचे निरीक्षण करावे, पावसाळा संपल्यानंतरचा काळ यासाठी चांगला असतो.

या भागातील कृतींचा संदर्भ घेऊन मोजणी आणि आलेखाची ओळख करून देता येते. बांधणी आणि मोजणी / अंदाज हा भाग तुलनेने सोपा असला तरी आलेखनाच्या कृती काहीश्या अवघड आहेत, विशेषतः

वर्षाच्या सुरुवातीला कारण तोपर्यंत विद्यार्थ्यांनी परिमाणात्मक विचारपद्धती आत्मसात केलेली नसते. अशा वेळी माहितीचे संपादन आधी करून ठेवले आणि अंकगणिताचा पुरेसा सराव झाल्यानंतर थोड्या माहितीचे विश्लेषण नंतरच्या काळात केले तरी चालेल.

या भागासाठी लागणारे महत्त्वाचे साधन म्हणजे दिनदर्शिका. तारखांचे मोठे चौकोन असणारी तयार दिनदर्शिका किंवा कार्डपेपरवर काढलेली मोठ्या आकाराची दिनदर्शिका वर्गात टांगता येईल. आकाश आणि हवामानाचे निरीक्षण अधिक अर्थपूर्ण करण्यासाठी आणि मुलांना अधिक रस वाटण्यासाठी दिनदर्शिकेवर सुट्ट्या, सण आणि सहलींच्या नोंदीसुद्धा करता येतील.

वेळापत्रक तास (३५ मिनिटांची एक तासिका)

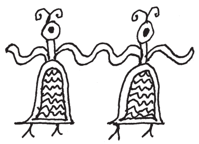
धडा १	धडा २
तास १ - गोष्ट	तास ३१ ते ४१ - कृती
तास २ ते ७ - कृती	तास ४२ ते ४७ - स्वाध्याय
तास १८ ते ३० - स्वाध्याय	

वर्गातील कामाला सततची निरीक्षणे आणि गृहपाठाची जोड मिळाली पाहिजे.

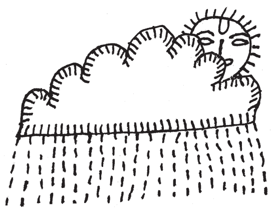
या भागासाठी लागणारे साहित्य आणि माहिती

धडा १ - तापमापक, वर्तमानपत्रातील एका आठवडाभराचे हवामान वृत्त, रेडिओ किंवा दूरदर्शन संच, आतून मऊ असेलेली झाडाची डहाळी किंवा टोकाशी खोडरबर असलेली पेन्सिल, एक स्ट्रॉ, टाचणी, कार्डपेपरचा तुकडा, मोठी थाळी किंवा वाडगा, मोठी प्लास्टिकची बाटली, धारदार कात्री, मोजपट्ट्या.

धडा २ - उन्हाळ्यातील आणि हिवाळ्यातील प्रत्येकी एका आठवड्याच्या सूर्योदय आणि सुर्यास्ताच्या वेळा, सावलीची लांबी मोजण्यासाठी मीटरपट्टी, काड्यापेटीतील काड्या, गोंद किंवा कणीक, चंद्राचे महिनाभर केलेले निरीक्षण, शक्य झाल्यास त्या महिन्याच्या रात्रीच्या आकाशाचे चित्र दाखवणारा तक्ता (स्टार ॲटलास, वर्तमानपत्र किंवा सायन्स रिपोर्टर सारख्या मासिकांमध्ये मिळू शकेल.)



संदर्भासाठी पृष्ठ क्रमांक
या पुस्तकामध्ये पापु म्हणजे पाठ्यपुस्तक आणि कृपु म्हणजे कृतीपुस्तक अशी लघुनामे वापरली आहेत.



पहिला धडा

सूर्य, वारा, ढग आणि पाऊस

गोष्ट (१ तास; पापु पान ३)

ये रे ये रे पावसा !

जून महिन्याला सुरुवात झाली होती. खूप उकडत होतं. मिनी आणि अप्पू सावलीत बसून काकड्या खात होते. ''सगळं कसं उजाड आणि रखरखीत दिसत आहे ना!'' मिनी म्हणाली. ''हं!'' अप्पूने एक उसासा सोडला. ''आपलं तळं तू पाहिलंस? सगळं पाणी उन्हामुळे आटून गेलं आहे. जमिनीला भेगासुद्धा पडल्या आहेत.''

''आई म्हणत होती आता कधीही मोसमी वारे वाहू लागतील. हे वारे आपल्या बरोबर काळे काळे ढग आणतील. सगळं आभाळ भरून येईल आणि मग पाऊस पडेल,'' मिनी म्हणाली.

''ओ हो ! मग कित्ती मजा येईल!'' अप्पू खुशीत येऊन म्हणाला. ''आपण पहिल्या पावसात खूप खूप भिजूं या! आणि मग सगळीकडे विजांचा लखलखाट, ढगांचा गडगडाट !''

उन्हाचा सगळीकडे झाला बोलबाला,
आणि पानांनीही मग धरला अबोला,
नंतर एक दिवस ...
वादळी वाऱ्याने केला हल्ला !

आभाळ झाले गडद,
हवा झाली थंड,
आणि अचानक ....
वाळलेल्या पानांवर नाचू लागले
पावसाचे थेंब, टप्, टप्, टप्

पावसाचे आगमन ही एक नाट्यपूर्ण घटना असते. दोन हायकूंच्या स्वरूपात असणाऱ्या कवितेसाठी या गोष्टीमुळे चांगली पार्श्वभूमी तयार करते.

सुमारे तीनशे वर्षांपासून जपानमध्ये प्रचलित असणारा हायकू हा गूढरम्य कवितेचा लोकप्रिय प्रकार आहे. यामध्ये सामान्यपणे प्रत्येकी पाच, सात आणि पाच अशा शब्दावयांच्या तीन ओळी असून असे एकूण सतरा शब्दावयव असतात. मोजकेच शब्द रेखीव चित्रशिल्प मन:चक्षूंसमोर उभं करतात, भावावस्था जागृत करतात आणि शब्दांच्या पलीकडील काहीतरी सुचवतात. एखाद्या ऋतूचा संदर्भ घेऊन हायकूची सांगड निसर्गाशी घातलेली असते.

थोडक्या शब्दांत गुंफलेली,यमक न जुळणारी ही कविता असते. कमी शब्दसंग्रह असणाऱ्या परंतु शब्दांचा नाद आवडणाऱ्या विद्यार्थ्यांना या काव्यरचनेमध्ये रस वाटू शकेल. काही उदाहरणे देऊन मुलांना स्वतःच्या रचना करण्यासाठी प्रोत्साहित करता येईल. काही जपानी कवींच्या इंग्लिशमध्ये अनुवादित केलेल्या हायकूंचे हे मराठी भाषांतर -

पुराचं पाणी ओसंडतयं
माऊंट फूजी वाहून
नाही ना तयार होणार चिखलाचं सरोवर
(बुसान, १७१५-१७८३)

जुनं पुराणं डबकं
आणि त्यात बेडकाची उडी
पाण्याचा आवाज
(मान्सुओ बाशो, १६६४-१६९४)

शब्दावयवांची रचना ५ - ७ - ५ या पद्धतींची नसली तरी हायकूंची शैली विशिष्ट आहे. प्राथमिक शाळांमधील मुलांनी माशाची टाकी बघून केलेल्या या काही हायकू रचना :

हे काय आहे ?
निळी चांदणी, पंखांची फडफड,
ओहो जलपरी
(शाना, १० वर्षे)

एक दगड पाण्यात
हलायला लागला आतल्या आत
मला घाबरवलं त्यानं,
तो होता एक काळा मासा
(रुबिया, ९ वर्षे)

कृती

हवामानाचे निरीक्षण (पापु पान ४, कृपु पान ३)

१. हवामान म्हणजे काय? (१ तास)

अ. खिडकीतून बाहेर बघा आणि कृतीपुस्तकातील पान ३ वर या चार प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

(१) आकाश ढगाळ आहे की निरभ्र?
(२) हवा थंड आहे की गरम?
(३) वारा वाहतो आहे की वाहायचा थांबला आहे?
(४) आज पाऊस पडणार की दिवस कोरडाच जाणार?

या प्रश्नांची उत्तरे देताना तुम्ही आजच्या हवामानाचे वर्णन करत आहात. कालचे हवामान कसे होते? आजच्या सारखेच की वेगळे?

वर्गातील अनुभव

सुरुवातीच्या काही कृतींचा उद्देश मुलांची निरीक्षण क्षमता आणि भाषा विकसित करण्याचा आहे. हवामानाच्या साध्या शब्दांत केलेल्या वर्णनामुळे, 'उबदार आणि ढगाळ, थोडासा वारा; पाऊस नाही' अशा शब्दांची आणि वाक्प्रचारांची ओळख करून देण्यास मदत झाली.

ब. ही गोष्ट पूर्ण करा. जिथे तुम्हाला ...△.... अशी खूण दिसेल तिथे हवामानचं वर्णन लिहा. आकाशाच्या रंगाचं, ढगांच्या बदलत्या आकारांचं, त्यांच्या हालचालींचं वर्णन तुम्हाला लिहिता येईल. उकाडा, थंडी यांचं वर्णन लिहा किंवा हवामानाचा वनस्पती, प्राणी, पक्षी यांच्यावर काय परिणाम होतो याचंही वर्णन लिहिता येईल.
रविवारची एक सुंदर सकाळ ....△.... मिनी आणि अप्पू भटकायला बाहेर पडले ....△.... काय काय दिसलं त्यांना ....△.... त्यांनी पतंग उडवायचं ठरवलं ....△.... अचानक ....△.... (काय झालं असेल पुढे?) ही गोष्ट सांगितल्यानंतर कृतीपुस्तकातील पान ३ वर तिचे एक शीर्षक लिहा.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी निरीक्षणे आठवून आणि स्वतःची कल्पना शक्ती लढवून केलेली वर्णने इथे असल्यामुळे ती जास्त सविस्तर होती. अप्पू आणि मिनी पतंग उडवत असतानाची गोष्ट तयार करताना मुलांकडे चित्रविचित्र कल्पनांची मालिकाच होती, निळं आकाश, सूर्य-प्रकाश, पक्षी, उन्हाळा, घाम, वारा पडलेला, अचानक वाऱ्यामुळे झाडं हलू लागतात, आकाश भरून येतं, ओल्या मातीचा मधुर सुगंध येतो, विजांचे आवाज आणि पाऊस, बेडूक, गांडुळ इत्यादी. सगळ्या मुलांनी गोष्टीमध्ये उत्साहाने भाग घेतला.

२. **हवामान दिनदर्शिका** (२ तास + सततचे निरीक्षण; पापु पान ४)

प्रात्यक्षिकासंबंधी सूचना

४ आठवड्यांसाठी हवामानाच्या नोंदी ठेवणं पुरेसं आहे. जर निरीक्षणाची सुरवात महिन्याच्या मध्येच कधीतरी केली तर पुढील महिन्याचे आठवडे वापरता येतील, पहिल्या महिन्याच्या नोंदी पान ४-५ वर करून पुढील नोंदी पान ६-७ वर कराव्यात.

अ. तुमच्या कृतीपुस्तकामध्ये ३ ते ७ या पानांवर एक दिनदर्शिका दिलेली आहे. त्यामध्ये साल व महिन्यांचे नाव लिहा. तारखा लंबगोलात लिहा.
ब. रोजच्या हवामानाचे निरीक्षण करून ते दिनदर्शिकेमध्ये लिहा. एखाद्या दिवशी महत्त्वाची घटना घडली असेल तर ती त्या तारखेखाली असणाऱ्या मोकळ्या जागी लिहा.

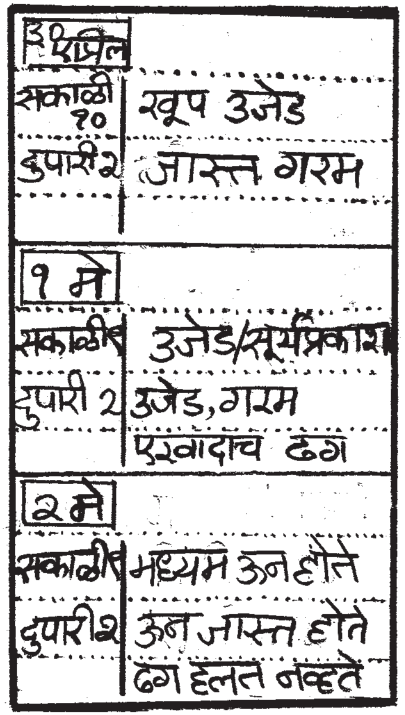
वर्गातील अनुभव

भाग - अ (दिनदर्शिकेमध्ये तारखा भरणे) वर्गातच केला. भाग - ब (निरीक्षण आणि लेखन) मात्र विद्यार्थ्यांनी स्वतः केला. सुरवातीला ते विसरायचे, निष्काळजीपणे लिहायचे किंवा आपल्या मित्राच्या नोंदी उतरवून काढायचे. जी मुले नियमितपणे निरीक्षणे करत होती त्यांची नेमणूक, त्यांच्या रांगेतील इतरांना आठवण करून देण्यासाठी मी केली. कृती ३-८ या कृती मुलं करत गेली तशी त्यांची दिनदर्शिकेमधली निरीक्षणे जास्त अचूक बनत गेली.

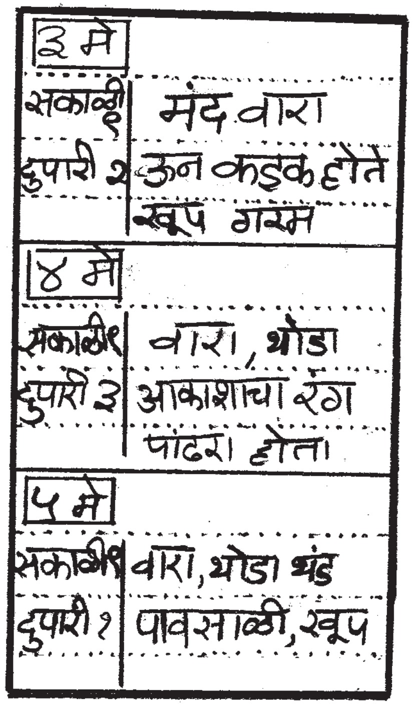
विशिष्ट घटनांमुळे तो दिवस मुलांच्या चांगला लक्षात राहू लागला. काही वैयक्तिक घटना (उदा. भावाचा वाढदिवस, पाहुणे) किंवा सुट्टी, स्वातंत्र्यदिन, रक्षाबंधन यासारखे सण- समारंभ आणि शाळेतील कार्यक्रम.

मुलांपेक्षा मुली अधिक नियमित, अचूक आणि पद्धतशीर नोंदी ठेवतात असे दिसून आले.

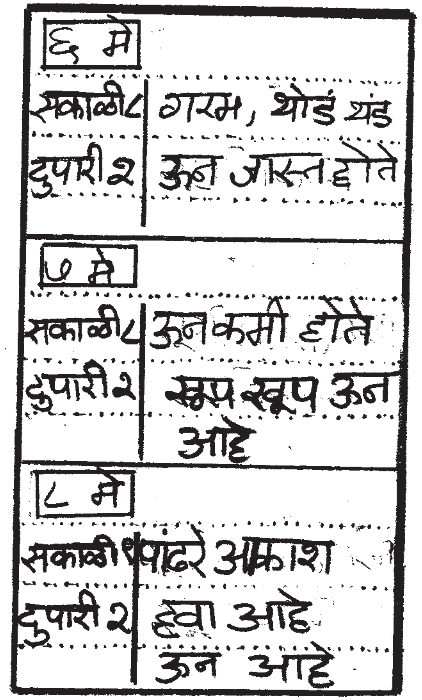
काही नमुने पुढे दाखवले आहेत.



३० एप्रिल	
सकाळी १०	खूप उजेड
दुपारी २	जास्त गरम
१ मे	
सकाळी ८	उजेड/सूर्यप्रकाश
दुपारी २	उजेड, गरम एखादाच ढग
२ मे	
सकाळी ८	मध्यम ऊन होते
दुपारी २	ऊन जास्त होते ढग हलत नव्हते



३ मे	
सकाळी ९	मंद वारा।
दुपारी २	ऊन कडक होते खूप गरम
४ मे	
सकाळी ८	वारा, थोडा
दुपारी ३	आकाशाचा रंग पांढरा होता।
५ मे	
सकाळी ८	वारा, थोडा थंड
दुपारी १	पावसाळी, खूप

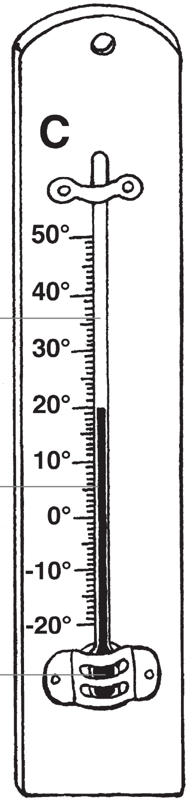


६ मे	
सकाळी ८	गरम, थोडं थंड
दुपारी २	ऊन जास्त होते
७ मे	
सकाळी ८	ऊन कमी होते
दुपारी २	खूप खूप ऊन आहे
८ मे	
सकाळी ८	पांढरे आकाश
दुपारी २	हवा आहे ऊन आहे

३. हवा .... किती गरम! किती थंड! (३ तास; पापु पान ४, कृपु पान ८)
अ. तापमापकाने तापमान मोजता येते. एखादी गोष्ट किती गरम किंवा किती गार आहे हे तापमापक आपल्याला सांगते. तुमच्या सभोवताली असणाऱ्या हवेचे तापमान मोजता येईल असा तापमापक शोधून आणा. दिवसभरामध्ये तापमान बदलते का?
आपण लांबी मीटरमध्ये, वजन किलोग्रॅममध्ये आणि वेळ सेकंदामध्ये मोजतो. आता तापमान कसं मोजायचं?

वर्गातील अनुभव

बहुतेक सर्व विद्यार्थ्यांनी वैद्यकीय तापमापक बघितले होते, काही जणांनी शाळेत सुद्धा आणले. आपल्या सभोवतालच्या हवेचे तापमान मोजण्यासाठी अशाच प्रकारचे तापमापक वापरतात असे मी मुलांना सांगितले. (पाठ्यपुस्तकातील पान ४ वर अशा तापमापकाचे चित्र दाखवले आहे.) शरीराच्या तापमानाशी तुलना करणे फायद्याचे ठरले , जसे, 'ही वस्तू आपल्या शरीरापेक्षा गरम आहे की थंड ?'



साध्या तापमापकामध्ये एक पातळ काचेचा फुगा एका जाड काचेच्या बंद केशनलिकेसारख्या बारीक नळीला जोडलेला असतो. या फुग्यामध्ये पारा किंवा रंगीत अल्कोहोल भरलेला असतो. उष्णतेमुळे या फुग्यामधील द्रव प्रसरण पावते किंवा आकुंचित होते, आणि त्यानुसार नळीतील द्रवाची पातळी वाढते किंवा कमी होते.
वैद्यकीय तापमापकाचे प्रमाण शरीराच्या सर्वसामान्य तापमानाच्या आसपासचे तापमान दाखवते. यामध्ये एका अंशाचे लहान भाग केलेले असतात. शरीरापासून दूर नेल्यावर पारा लगेच खाली उतरू नये अशी रचना या तापमापकात केलेली असते. तापमानाचं प्रमाणित एकक अंश सेल्सिअस किंवा अंश सेंटीग्रेड आहे. वैद्यकीय तापमापकामध्ये अंश फॅरेनहाईट हे एकक बरेचदा वापरलं जातं. खालील सूत्र वापरून तुम्ही एका एककातून दुसऱ्या

एककामध्ये रूपांतर करू शकता.
से/५= (फॅ - ३२)/९
काही रोजच्या वापरातील तापमाने पुढे दिली आहेत.

	°से	°फॅ
बर्फाचा द्रवणांक	०	३२
पाण्याचा उत्कलन बिंदू	१००	२१२
(आणखी काही तापमाने - अंदाजे)		
नुकताच तयार केलेला चहा	८५	
आंघोळीचे गरम पाणी	४५	
घुबडाचे शरीर	४०	
ताप आल्यावर मानवी शरीर	३९	
सर्वसामान्य मानवी शरीर	३७	
शीतपेटीच्या आत	१२	
फ्रीजरच्या आत	- १२	
मीठ आणि बर्फाचे मिश्रण	- २०	

वातावरणाचे तापमान मोजण्यासाठी असलेली तापमापके वेधशाळेमध्ये बंद पण योग्य वातानुकूलन असलेल्या पेटीमध्ये, वारा लागणार नाही अशा सावलीच्या ठिकाणी ठेवलेली असतात. दिवसाचे कमाल आणि किमान तापमान मोजण्यासाठी विशिष्ट तापमापके वापरतात. ही तापमाने वृत्तपत्रे, दूरदर्शन आणि आकाशवाणींवरून सांगितली जातात.

अप्पूने दिवसाच्या वेगवेगळ्या वेळी तापमान अंश सेल्सिअस (°C) मध्ये मोजलं. त्याला काय दिसलं ते खालच्या तक्त्यामध्ये पहा. कृतीपुस्तकातील पान ९ वरील तापमापकांमध्ये ही तापमाने रंगवा.

वेळ	तापमान अंश सेल्सिअस
६.०० सकाळी	८°
९.०० सकाळी	१२°
१२.०० दुपारी (माध्यान्हं)	२०°
३.०० दुपारी	२४°
६.०० संध्याकाळी	१८°
१२.०० मध्यरात्री	१५°
३.०० पहाटे	११°

वर्गातील अनुभव

कृतीपुस्तकातील पान ८ वरील वेळ आणि तापमान दर्शविणारी सारणी मुलांना तापमापक हाताळायला मिळत असेल तर भरता येईल. तरीसुद्धा कदाचित दिवसभराचे तापमान मोजणे व्यवहार्य ठरणार नाही, नमुन्यादाखल तापमाने (अप्पून मोजलेली) दिली आहेत.

कृतीपुस्तकातील पान ९ वर या तापमानांचा आलेख काढणे विद्यार्थ्यांना सोपे वाटले. 'कुठल्या वेळेत तापमान वाढत होत? का? हवा थंड कधी होत होती? का? तापमान भरभर खाली कधी उतरले?' अशा जास्त अवघड प्रश्नांची उत्तरे सुद्धा काहींना देता आली.

आ. वर्तमानपत्रं, टी.व्ही. किंवा रेडिओवरील हवामानाचे वृत्त ऐकून एका आठवड्याच्या तापमानांच्या नोंदी ठेवा. लक्षात ठेवा. आजच्या वर्तमानपत्रामध्ये कालचे तापमान दिलेले असते.
कमाल तापमान आणि **किमान तापमान** म्हणजे काय? शोधून काढा. कृतीपुस्तकातील पान १० वर तारीख आणि त्या दिवसाचे कमाल तापमान लिहा. नंतर कृतीपुस्तकातील पान ११ वरील आलेखामध्ये ही तापमाने छायांकित करा.

वर्गातील अनुभव

राष्ट्रीय किंवा स्थानिक वृत्तपत्रांमध्ये रोजच्या हवामानाचे वृत्त प्रसिद्ध होते. बऱ्याच विद्यार्थ्यांनी या हवामान वृत्तांची काही दिवसांची कात्रणे गोळा केली. ही हवामान वृत्ते जवळच्या शहरातली असली तरी या कात्रणांचा

उपयोग तापमान, पाऊस, सूर्योदय/सूर्यास्त आणि चंद्राचे निरीक्षण अशा कृतींसाठी चांगला करता आला. विद्यार्थ्यांची अपूर्णांक किंवा दशांश चिन्हाशी ओळख नव्हती. त्यामुळे तापमानातील अपूर्णांकाच्या भागामुळे थोडी अडचण निर्माण झाली. पण मी मुलांना अपूर्णांकातील तापमानाचे जवळच्या पूर्णांकात रूपांतर कसे करायचे ते दाखवले. कृतीपुस्तकातील पान ११ वरील आलेखामध्ये त्यांनी ही तापमाने भरली. रोज होणारे तापमानातील बदल अतिशय थोडे असल्यामुळे हा आलेख एका आडव्या रेषेसारखा होता. काही विद्यार्थी आकाशवाणीवरील हवामान वृत्त ऐकत किंवा दूरदर्शनवरील हवामान वृत्त बघत असत. टी.व्ही. वरील वृत्तामुळे भारताच्या नकाशाशी त्यांची ओळख झाली. तसेच मोठ्या शहरांमधील तापमानातील फरक त्यांच्या लक्षात येऊ लागले. अंश सेल्सिअसमधील तापमाने बघून त्या ठिकाणचे हवामान गरम, उबदार, गार किंवा अतिशय थंड आहे हे सांगता येऊ लागले.

जानेवारी महिन्यातील दिल्लीतील कमाल आणि किमान तापमानाची माहिती खाली दिली आहे. (त्याच काळात मुंबईमधील कमाल आणि किमान तापमाने अनुक्रमे ३४° से आणि २१° सें. अशी होती.) जर विद्यार्थी वृत्तपत्रांतून तापमानांची माहिती गोळा करू शकले नाहीत तर पान ११ वरील आलेख काढण्यासाठी या माहितीचा उपयोग होईल.

दिनांक	कमाल तापमान (°से)	किमान तापमान (°से)
०१-०१-१९९७	२४	६
०२-०१-१९९७	२२	६
०३-०१-१९९७	२२	६
०४-०१-१९९७	२२	५
०५-०१-१९९७	२३	५
०६-०१-१९९७	२३	७
०७-०१-१९९७	२४	६

४. **वारा कुठल्या दिशेने वाहतो?** (२ तास, पापु पान ५)

विद्यार्थ्यांनी अनुभवलेल्या झुळूकेचे वर्णन असे केले : (झुळूकेमुळे) पतंग उडवणे सोपे होते, कपडे लवकर वाळतात, पवनचक्क्या चालतात, शिडाच्या बोटी चालतात ..... (जोराच्या वाऱ्यामुळे) बाहेर वाळत घातलेलं धान्य आणि कपडे उडून जातात, पाने आणि कचरा उडतो, डोळ्यांत धूळ जाते, दरवाजे आपटतात इ.

ही सगळी वाऱ्याच्या गतीची ढोबळ निरीक्षणे आहेत. 'वस्तूची गती(वेग)' या संकल्पनेची समज या वयाच्या विद्यार्थ्यांना असणे शक्य नाही. 'वाऱ्याचा वेग' ही तर जास्त अवघड संकल्पना आहे. त्यामुळे ही कृती वाऱ्याच्या वेगाऐवजी फक्त वाऱ्याच्या दिशेवर केंद्रित केली आहे.

अ. एक वाळलेलं पान चुरगळा आणि पानाचे बारीक तुकडे हवेत वर फेका. वारा त्यांना कुठल्या दिशेने नेतो ते पहा. वारा कुठल्या दिशेने वाहतो आहे हे तुम्हांला सांगता येईल?

वाऱ्याची दिशा सांगण्याची ही अतिशय सोपी पद्धत आहे. कृती आ मधील वातसूचक यंत्राने दाखवलेली वाऱ्याची दिशा पडताळून बघण्यासाठीसुद्धा वरील पद्धतीचा खूप उपयोग झाला.

आ. आता आपण वाऱ्याची दिशा दाखवणारे वातसूचक यंत्र तयार करू या. (पापु. पान ६, कृपु पान १२)

हे यंत्र तयार करण्यासाठी पुढील वस्तू जमवा-

आतून मऊ असलेली झाडाची छोटीशी डहाळी **किंवा** एका टोकाला खोडरबर असलेली पेन्सिल

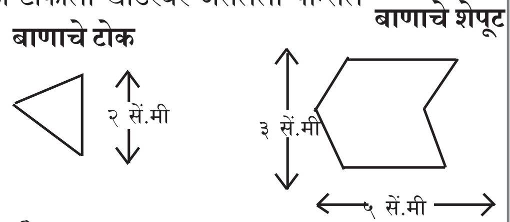
एक स्ट्रॉ

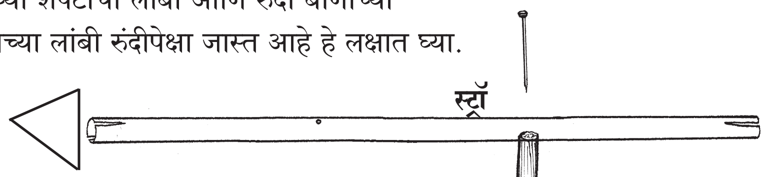
एक टाचणी

कार्डपेपरचा छोटासा तुकडा

हे बाणाचे आकार कार्डपेपरमधून कापून काढा.

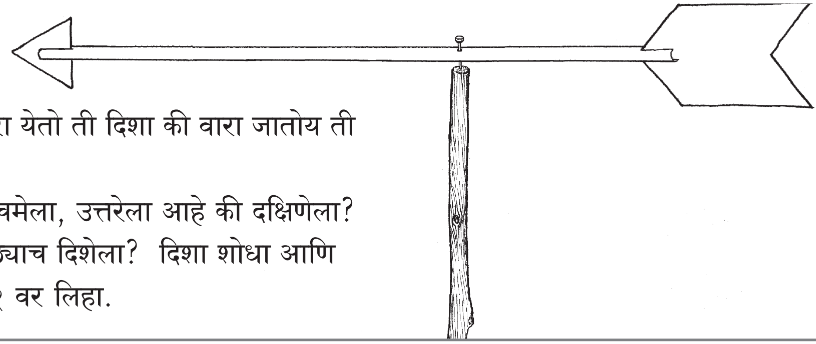
बाणाच्या शेपटाची लांबी आणि रुंदी बाणाच्या डोक्याच्या लांबी रुंदीपेक्षा जास्त आहे हे लक्षात घ्या.





स्ट्रॉच्या दोन्ही टोकांशी एक लहानशी चीर द्या आणि बाणांचे आकार त्यामध्ये अलगद सरकवा. आता टाचणीने हा स्ट्रॉ डहाळी किंवा पेन्सिलच्या एका बाजूमध्ये खोचा. स्ट्रॉ डहाळीवर समतोल आहे ना याकडे लक्ष ठेवा.

हे झालं तुमचं **वातसूचक** यंत्र तयार!
आता हे यंत्र बाहेर
वाऱ्यावर ठेवा.
बाणाचं टोक कुठली
दिशा दाखवतं आहे? वारा येतो ती दिशा की वारा जातोय ती
दिशा?
बाणाचं टोक पूर्वेला, पश्चिमेला, उत्तरेला आहे की दक्षिणेला?
की आणखी कुठल्या वेगळ्याच दिशेला? दिशा शोधा आणि
कृतीपुस्तकातील पान १२ वर लिहा.

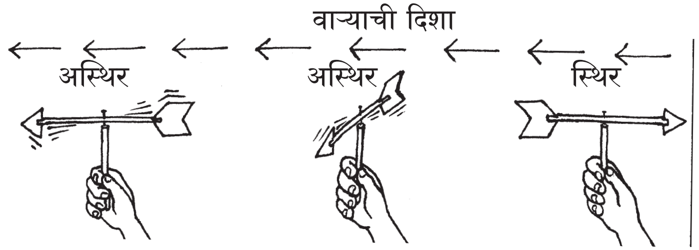


वर्गातील अनुभव

मुलांनी वातसूचक यंत्र सहजपणे बनवले. काही जणांना योग्य प्रकारची डहाळी किंवा खोडरबर असलेली पेन्सिल मिळाली नाही त्यांनी इतर कल्पना वापरल्या जसे कर्कटकच्या किंवा पेन्सिलीच्या टोकाला खोडरबर अडकवणे किंवा लाकडामध्ये हातोडीने ठोकून टाचणी बसवणे. वातसूचकाच्या बाणांचा तोल साधताना मात्र थोडीशी अडचण आली. बाणाच्या एका टोकाचा आकार दुसऱ्यापेक्षा थोडा जड असल्यामुळे स्ट्रॉच्या मध्यापासून समतोलन बिंदू दूर जात होता. या वातदर्शकांनी वर्गाच्या बाहेर त्यांचे काम चोखपणे केले. सर्वांनी वाऱ्याची येण्याची दिशा दाखवली. दिशांची (पूर्व, पश्चिम, उत्तर, दक्षिण) चर्चा नंतर केली.

प्रात्यक्षिकासंबधी सूचना

वातसूचक यंत्र वेगवेगळ्या आकारांचे बनवता येते. मात्र दोन्हीपैकी एखादे टोक दुसऱ्यापेक्षा जास्त रुंद असणे अर्थात जास्त क्षेत्रफळाचे असणे आवश्यक आहे. खरे तर बाणाची शेपूट रुंद असायला हवी, बाणाचे डोके नसले तरी चालेल. वाऱ्याची झुळूक आली की बाणाचे रुंद टोक वाऱ्याच्या विरुद्ध दिशेला वळते . कधी वातसूचकाचे रुंद टोक वाऱ्याची दिशा दाखवते आहे असेही काही काळ होईल परंतु ही स्थिती अस्थिर असते. अगदी किंचितश्या हालचालीनेही वारा वातसूचकाला पुन्हा स्थिर स्थितीमध्ये आणतो.



मुलांचा प्रतिसाद

वर्गात आल्यावर आम्ही वाऱ्याच्या दिशेची चर्चा केली. माझ्या लक्षात आलं की दिशांबद्दल मुलांच्या मनात संपूर्ण गोंधळ आहे. (मुलांना काहीही समजलेले नाही.) मागच्या वर्षी भूगोलामध्ये पूर्व, पश्चिम, उत्तर, दक्षिण हे शब्द त्यांनी अभ्यासले होते. तरीसुद्धा काही मुलांनी वर, खाली, डावीकडे, उजवीकडे या चार दिशा असल्याचे संगितले. काही जणांना वाटत होते की आपल्या समोरची दिशा नेहमी उत्तर असते, मागची दक्षिण, डावीकडची पूर्व आणि उजवीकडची पश्चिम ! एका मुलाने तर अतिशय आत्मविश्वासाने सांगितले की उत्तर दिशा वर आणि दक्षिण खाली, त्याच्या पायाजवळ.

सूर्य उगवतो ती पूर्व दिशा आणि मावळतो ती पश्चिम हे मुलांना आठवण्यासाठी वर्गात बरीच चर्चा करावी लागली. रोज सकाळी शाळेत येताना सूर्य कुठून उगवतो आणि वर्गाच्या कुठल्या खिडकीतून सूर्यप्रकाश प्रवेश करतो ते विद्यार्थ्यांना आठवले. एकदा दिशांचे आकलन पक्के झाल्यानंतर त्यांच्या लक्षात आलं की बाणाचे टोक पश्चिमेकडे आहे. वारा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहतो.

मी समजावले की वाऱ्याची दिशा म्हणजे वारा जिथून येतो ती दिशा. पूर्वेकडील वारे म्हणजे पूर्व दिशेकडून येणारे वारे; नैऋत्य मोसमी वारे म्हणजे भारताच्या नैऋत्य दिशेकडून येणारे वारे, इ. वारा कुठल्या दिशेने येतो यावर हमावानातील बदल अवलंबून असतात. उदा. उत्तरेतील हिमालयावरून येणाऱ्या अती थंड वाऱ्यांमुळे देशातल्या इतर भागांमध्ये 'शीतलहर' येते.

५. लाटासुद्धा वाऱ्यामुळेच तयार होतात! (अर्धा तास; पापु पान ७, कृपु पान १२)
एका मोठ्या परातीमध्ये पाणी भरून घ्या.हा आहे तुमचा 'महासागर' आणि तुमची फुंकर म्हणजे 'वारा'. आता या पाण्यावर एक हळूवार फुंकर घाला, मध्येच थांबू नका बरं का! या पाण्यात आता एक छोटंसं पान सोडा आणि पुन्हा फुंकर घाला. या 'महासागरात' एक वादळ निर्माण करा.

ही कृती गटांमध्ये केली. वाळलेल्या पानांबरोबरच मुलांनी त्यांच्या 'महासागरा'मध्ये कागदाच्या होड्याही सोडल्या.

६. आकाश आणि ढग (२ तास + गृहपाठ)
पुढील कृती चार वेगवेगळ्या दिवशी करायच्या आहेत (कृतीपुस्तक पान १३)

अ. आकाशातील ढगांचे निरीक्षण करा. या ढगांचं थोडक्यात वर्णन लिहा. ढगांचा रंग कुठला आहे? ढग किती मोठे आहेत? त्यांचा आकार कसा आहे? त्यांनी आकाशात किती जागा व्यापली आहे? ढगांकडे बघता बघता त्यांची चित्रे काढा. ढगांचे आकार बदलतात का?
आ. आकाशाच्या रंगाचं निरीक्षण करा. आकाश नेहमी निळंच असतं का? सगळा आकाशाचा रंग एकच असतो का? आकाशाचा रंग रोज बदलतो का? सकाळी, दुपारी, संध्याकाळी आणि रात्री आकाशाचा रंग कसा बदलतो, त्याचे वर्णन लिहा.

वर्गातील अनुभव

आकाशाचे निरीक्षण, वर्णन आणि चित्र काढण्याची कृती मुलांना अनपेक्षितपणे आव्हानात्मक वाटली. वर्गातल्या सुरवातीच्या चर्चेच्या वेळी मुलांनी आकाशाचा रंग दिवसा निळा, पांढरा, किंवा दोन्ही निळा आणि पांढरा दिसतो असे सांगितले. वरच्या बाजूच्या पांढऱ्या ढगांच्या थरामुळे आकाश पांढरे दिसत होते आणि खालच्या बाजूला आणखी काही राखाडी आणि पांढरे ढग होते, त्यामुळे हे निरीक्षण अचूक होते. हा वरचा थर म्हणजे आकाश नसून ढग आहेत हे मुलांच्या आपणहून लक्षात आले नाही. शहरांमध्ये ढग नसले तरी विरळ धुक्यामुळे आकाश पांढरे दिसते. ढगांचे रंग विचारल्यावर मुलांनी पांढरा, राखाडी, काळा याबरोबर निळा रंगसुद्धा सांगितला. तेव्हा आश्चर्य वाटले.

आकाशातील दृश्य बऱ्यापैकी गुंतागुंतीचे असल्याने चित्र काढण्याचे काम अवघड वाटले. मी मुलांना कुठल्यातरी एका दिशेला बघून, चित्रावर त्या दिशेचे नाव लिहायला सांगितले. उदाहरणार्थ, पूर्व.

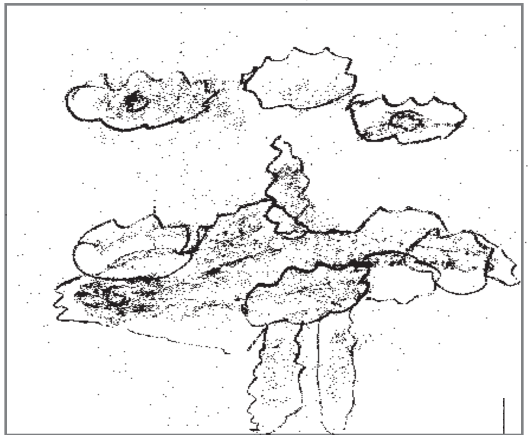
निरीक्षणासाठी वर्गाच्या बाहेर जाण्याआधी मी फळ्यावर काही मुद्दे लिहिले.

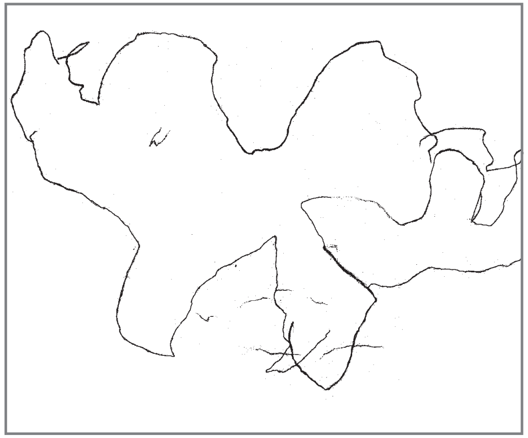
दिशा (पूर्व/पश्चिम/उत्तर/दक्षिण)
आकाशाचा रंग
ढगांची संख्या
आकारमान(लहान/मोठे)
आकार, नमुने आणि ढगांचे रंग
ढग - हलतात की स्थिर आहेत

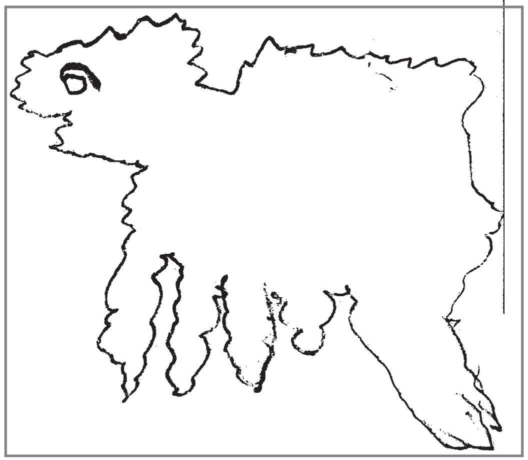
पहिल्या दिवशी निरीक्षणे करायला आणि चित्रे काढायला दोन तास लागले. उरलेल्या दिवसांचा गृहपाठ दिला.

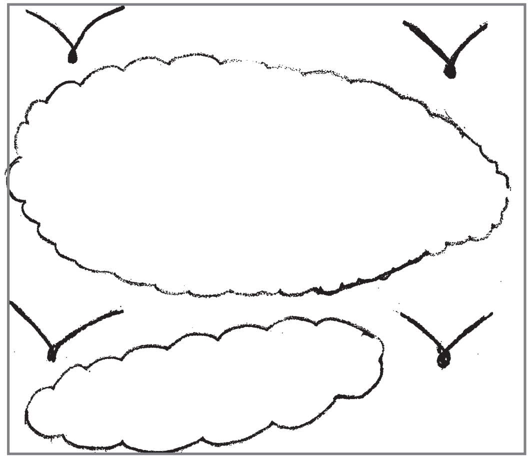
विद्यार्थ्यांची चित्रे आणि वर्णने

पूर्व - आकाश पांढरे होते. तीन मोठे राखाडी ढग पुढे सरकत होते. ढगांचे आकार बदलत होते. एक छोटा ढग हळुहळू दिसेनासा झाला.









शेवटचे चित्र त्या मुलाने पहिल्या तीन चित्रांप्रमाणे ढगांकडे बघून काढलेले नाही हे सहज लक्षात येते.

_चालवा डोकं!_

ढग कशाचे बनलेले असतात?

ते इकडून तिकडे कशामुळे जातात?

मुलांचे प्रतिसाद

हे प्रश्न मुलांनी विचार करावा आणि स्वत:ची तर्कशक्ती लढवून उत्तरे शोधावीत यासाठी आहेत. यांपैकी काही प्रश्नांची उत्तरे नंतर दिली जातील. बरोबर उत्तर पाठ करण्याऐवजी स्वत: विचार करून उत्तर शोधायचं स्वातंत्र्य त्यांना मिळणे हे जास्त बरं. खरोखरच एका मुलाचा प्रतिसाद गमतीदार होता.

''मला वाटतं वाळलेल्या/कोरड्या पावसापासून ढग बनतात.''

या मुलीने जलचक्राचा अर्थ तिच्या स्वत:च्या पद्धतीने लावला होता; पावसामुळे पडणाऱ्या पाण्याचे बाष्पीभवन (कोरडे) होऊन त्याचे ढग बनतात.

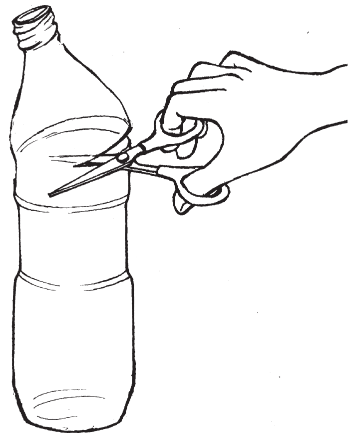
अशा प्रश्नांमुळे संकल्पनाविषयक गोंधळ समोर येतात. त्याचप्रमाणे हे प्रतिसाद विचारप्रक्रियेला गतिशील करतात. मला असंही दिसलं आहे की सहावीतल्या मुलांनासुद्धा असं वाटतं की ढग सजीव आहेत. कारण सजीवांच्या लक्षणांपैकी बरीचशी लक्षणं ढगांनाही लागू पडतात ! माझ्या वर्गातल्या मुलांना असं वाटत होतं की धूर वर जाऊन त्याचे ढग बनतात पण मग धुरापासून बनलेल्या ढगांमधून पाऊस कसा पडेल याचं त्यांना आश्चर्य वाटायचं. ढग फक्त पाण्याच्या वाफेपासूनच बनतात का आणि पाण्याची वाफ पांढरी असते की रंगहीन याबद्दल थोडा गोंधळ होता. (पाचव्या धड्यातील पान १७७ वरील चर्चा पहा.)

७. **चला पाऊस मोजू या!** (२ तास + सततची निरीक्षणे; पापु पान ८, कृपु पान १४-१६)

सुरवातीच्या चर्चेमध्ये मुलांनी सांगितलं की पावसाचं पाणी डबकी, तलाव आणि सरोवरांमध्ये साठतं. तलावातील पाण्याची पातळी जास्त पाऊस पडला की वाढते. काही पाणी जमिनीत मुरतं. हे जमिनीत मुरलेलं पाणी कदाचित जमिनीतून तलावामध्ये येत असेल हे त्यांच्या नंतर लक्षात आलं. (भू-जलाची ही महत्त्वाची संकल्पना आहे. सातव्या धड्यामध्ये याची चर्चा केली आहे. डबक्यातील पाण्याची पातळी किती वाढली हे बघण्यासाठी त्यात आपण एक काडी घालू या असे एका मुलाने सुचवले. पावसाचे पाणी बादलीत, टाकीमध्ये, तेलाच्या डब्यात किंवा पेल्यामध्ये जमा करून किती पाऊस पडला ते मोजता येईल असे त्यांना वाटले.

मी फळ्यावर निरनिराळ्या आकारांच्या बरण्यांची चित्रे काढली. ही चित्रे बघून विद्यार्थ्यांच्या लक्षात आलं की उभट बाजू असणाऱ्या भांड्याचा जास्त उपयोग होईल. विद्यार्थ्यांनी आणलेली वेगवेगळ्या आकारांची भांडी बघितल्यावर 'दंडगोलाकार' आणि 'उभट' या दोन्ही शब्दांचा अर्थ जास्त स्पष्ट झाला. इथे मी शोधा म्हणजे सापडेल यातील पहिल्या प्रश्नाची चर्चा केली आणि खूप गोंधळ असल्याचे दिसून आले. (पहा पान ५७) या कृतीनंतर आम्ही त्या प्रश्नावर पुन्हा चर्चा केली.

अ. एक मोठी प्लास्टिकची बाटली घ्या. तिचा वरचा भाग कापून काढा आणि उलटा करून खालच्या भागामध्ये बसवा. याला **पर्जन्यमापक** म्हणतात.



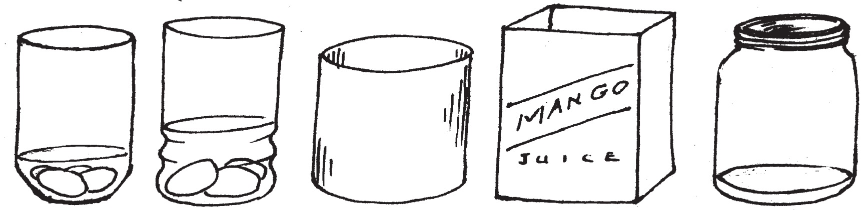
बाटली मिळाली नाही तर एखादा उभा डबा किंवा बरणीसुद्धा चालेल. त्यामध्ये थोडे दगड घाला. हे सर्व दगड पाण्याखाली बुडतील एवढे पाणी घाला. पातळीलगत एक खूण ही खूण पाण्याची **शून्य पातळी** दाखवते. आता ही पर्जन्यमापके पावसात वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेवा - उदाहरणार्थ, गच्चीवर किंवा मोकळ्या मैदानात. ही वाऱ्याने पडू नयेत म्हणून आधाराला विटा, मोठाले दगड बाजूने लावा. पाऊस सहजतेने त्यात पडतो आहे याची खात्री करून घ्या. कृतीपुस्तकातील पान १४ वर तारीख आणि वेळ नोंदवून ठेवा. पर्जन्यमापकामधील पाण्याची पातळी किती वाढली आहे दररोज मोजून पहा. कृतीपुस्तकातील पाने १४-१५ वरील तक्त्यांमध्ये या नोंदी टिपून ठेवा. आता हा पर्जन्यमापक पुन्हा **शून्य पातळी** पर्यंत रिकामा करा.

एखाद्या दिवशी पाण्याची पातळी न बदलता तशीच राहिली का? एखाद्या दिवशी पाण्याची पातळी कमी झाली का? असं का झालं असेल?

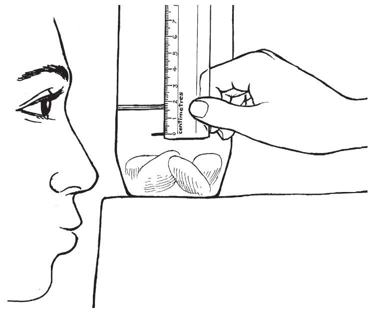
प्रत्येक गटाच्या पर्जन्यमापकामधली पाण्याची पातळी सारखीच होती का?

वर्गातील अनुभव

आम्हाला अगदी तंतोतंत दंडगोलाकार भांडे मिळाले नाही. ज्या भांड्याचे बूड थोडेसे वक्राकार होते, त्या भांड्यामध्ये काही दगड घातले आणि थोडसं पाणी घालून त्या पाण्याच्या पातळीवर शून्य पातळीची खूण केली. जड दगडांमुळे भांडं जास्त स्थिर झालं. नरसाळं उलट करून घातलेल्या प्लास्टिकच्या बाटलीमुळे पाण्याची वाफ झाली नाही. प्लास्टिकची बाटली कापण्यासाठी चांगली धारदार कात्री आणावी लागली.



या पावसाच्या बरण्या आम्ही आठवडाभर बाहेर ठेवल्या. रोज सकाळी आम्ही पातळी मोजायचो. भिंती, झाडे किंवा इमारतींमुळे पावसाला अडथळा येणार नाही याची आम्ही काळजी घेतली. काही दिवशी पाण्याची पातळी ४ सेंमी. एवढी वाढली. मात्र वेगवेगळ्या गटांनी गोळा केलेल्या पाण्यामध्ये जवळजवळ १ सेंमी. इतका फरक दिसून आला. जवळजवळ ठेवलेल्या दोन पर्जन्यमापकांमधील पाण्याच्या पातळीमध्येसुद्धा फरक होता. पाणी उसळत असेल किंवा वाऱ्यामुळे आतबाहेर जात असेल असं मुलांनी सुचवलं. काहींना वाटलं की सगळीकडे अगदी सारखा पाऊस पडला नसेल.



प्रात्यक्षिकांसंबंधी सूचना

भांड्यातील पाण्याची पातळी रोज शून्य पातळीला आणण्याचा चांगला सराव हवा. आवश्यकतेपेक्षा जास्त पाणी बाहेर टाका आणि पुन्हा शून्य पातळीवर पाणी आणण्यासाठी थोडं थोडं पाणी भांड्यात घालत जा असे मी मुलांना सांगितले. शून्य पातळी बरोबर न जुळल्यामुळेसुद्धा पावसाची मोजणी करण्यात चूक झाली असेल. कधीकधी काहीवेळ चांगलाच सूर्यप्रकाश असायचा. एका मुलाने विचारलं की आपण तपासायच्या आधी काही पाणी सुकून गेलं तर? उघड्या आणि रुंद तोंडाच्या भांड्याच्या बाबतीत असं घडणं शक्य होतं. आपण पाण्यात तेलाचा थेंब घालून बघू या असं मी त्यांना सुचवले. त्यामुळे पाण्याचे बाष्प होण्याचे थांबेल का ? आता एक नवीन प्रयोग सुरु झाला. आम्ही दोन सारखी भांडी घेऊन दोन्ही भांड्यामध्ये सारखचं पाणी भरलं.

एका भांड्यामध्ये तेलाचा थेंब घातला. तो थेंब पसरला आणि त्याने पाण्याचा पृष्ठभाग व्यापला. दोन्ही भांडी उन्हात ठेवली.दुसऱ्या दिवशी तेलाचा थेंब नसलेल्या भांड्यातील पाण्याची पातळी कमी झालेली आढळली. पाऊस कमी पडतो अशा दुष्काळी भागांत पाणी गोळा करण्यासाठी मोठं नरसाळं आणि अरुंद तोंडाची बरणी वापरणे कदाचित फायदेशीर ठरेल. पाण्याच्या पातळीत झालेली वाढ कृत्रिम असेल पण त्यामुळे विद्यार्थ्यांना काहीतरी मोजमाप करण्याची संधी मिळेल.

८. **दमट की कोरडे?** (१ तास पापु. पा. ९, कृपु पान १६)
कधीकधी तुम्हाला खूप घाम येतो. ओले कपडे लवकर वाळत नाहीत, असे दिवस म्हणजे **दमट दिवस** होय. तर कधीकधी अंग अगदी कोरडे पडते. ओले कपडेही लगेच वाळून जातात. असे दिवस म्हणजे **कोरडे दिवस** होय.
दमट दिवस कुठले आणि कोरडे दिवस कुठले ओळखा. एखादा दिवस तुम्हाला दमट वाटत असेल तर तुमच्या मित्र/मैत्रिणीलाही तसंच वाटतं का?

आर्द्रता ही संकल्पना मुलांच्या परिचयाची नाही आणि ती समजावून सांगण्यासही कठीण आहे. घाम येणे आणि वाळणे हे आर्द्रते (हवेतील दमटपणा) बरोबरच तापमान आणि वाऱ्याच्या अवस्थेवरसुद्धा अवलंबून असते. तरीही अशाप्रकारे आर्द्रतेचे किंवा दमटपणाचे आकलन होते. दमट आणि कोरड्या हवामानात केस आणि कपडे यांच्या पोतात होणाऱ्या फरकाचे निरीक्षण मुले करू शकतील. मानवाच्या ताणलेल्या केसाच्या लांबीत झालेली वाढ मोजण्यासाठी वापरण्यात येणारा‘हेअर हायग्रोमीटर’हा आर्द्रता मोजण्याचा एक मार्ग आहे.(केस आर्द्रता शोषून घेतात आणि लांब होतात.)

ढग आणि पाऊस (पापु पान ९)
पाण्याच्या इवल्याश्या थेंबांनी ढग बनलेले असतात. वाऱ्याबरोबर ढगसुद्धा इकडे-तिकडे फिरत असतात. हे ढग जेव्हा थंड होतात तेव्हा त्यातले पाण्याचे छोटे छोटे थेंब एकत्र होऊन मोठे थेंब तयार होतात. हे थेंब खूप जड असतात म्हणून ते खाली पडतात. त्यालाच पाऊस म्हणतो.
पावसाबरोबरच कधीकधी बर्फाचे गोल गोल तुकडेही खाली पडतात. त्याला ‘गारांचा पाऊस’ म्हणतात. अतिशय थंड हवेच्या ठिकाणी हिवाळ्यात पावसाऐवजी पांढऱ्या छोट्या छोट्या हिमकणांचा वर्षाव होतो.

पाठ्यांशामधील संबंध

पाठ्यपुस्तकातील या भागात दिलेल्या मूलभूत माहितीची सांगड विद्यार्थी नंतर येणाऱ्या हवा, पाणी आणि अन्न यांच्याशी संबंधित घटकांशी घालू शकतील. खाली दिलेली जास्तीची माहिती मुलांनी विचारलेल्या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी उपयुक्त ठरेल.

सूर्याच्या उष्णतेमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील काही पाण्याचे वाफेत रुपांतर होते. ही वाफ वरवर जाते. वर जाताना ही वाफ थंड होते आणि हवेतील धुळीचे सूक्ष्म कण, धूर किंवा क्षारांवर वाफेचे द्रवीभवन होते आणि पाण्याचे छोटे थेंब तयार होतात. हिवाळ्यातील रात्री असे द्रवीभवन जमिनीच्या जवळसुद्धा होऊ शकते आणि आपल्याला विरळ आणि दाट धुके दिसते. जर हे द्रवीभवन जमिनीपासून उंचावर घडले तर ढग तयार होतो. उंच पर्वतावर चढल्यानंतर तुम्हाला ढगातून चालताही येईल. तिथे तुमच्याभोवती ढग असतील पण तुम्हाला वाटेल की सभोवताली धुके आहे.

पाण्याच्या थेंबातून पावसाचे थेंब कसे तयार होतात ? ज्या धुळीच्या कणाभोवती पाण्याचे थेंब तयार होतात ते एक लक्षांश ते एक सहस्रांश सेमी इतके लहान असतात. ढगांमधील वाऱ्याच्या प्रवाहामुळे हे छोटे थेंब सतत वर खाली फिरत असतात. अशी हालचाल करत असताना ते एकमेकांवर आदळतात आणि बरेचदा ते एकत्र होऊन एक मोठा थेंब तयार होतो. जेव्हा त्यांचा आकार एक दशांश मिमी. एवढा होतो तेव्हा ते झिमझिम पावसाच्या स्वरूपात खाली पडतात. सामान्यपणे पावसाच्या थेंबाचा व्यास काही मिलीमीटर इतका असतो तर गारांचा व्यास काही सेंटीमीटर इतका असतो.

ढग खाली का पडत नाहीत ? एका मध्यम आकाराच्या ढगाचे वजन हजारो टन असू शकते. पाण्याची घनता हवेपेक्षा सुमारे ८०० पटीने जास्त असते त्यामुळे पाण्याचे थेंब कधीही हवेवर तरंगू शकत नाहीत. प्रत्यक्षात थेंब गुरुत्वाकर्षणामुळे खाली येतात पण हवेच्या अवरोधामुळे त्यांचा वेग इतका कमी होतो की ते हवेवर तरंगत आहेत असे वाटते. ढगांमधील वाऱ्यांच्या प्रवाहामुळेही ते वर ढकलले जातात. खाली पडणाऱ्या मोठ्या थेंबाचा वेग फारसा कमी होऊ शकत नाही. त्यामुळे ते जमिनीवर पडू शकतात.

ढग कसे तयार झाले आहेत यावर त्यांचा आकार अवलंबून असतो. मोठे सपाट तळ असणारे फुलकोबीच्या आकाराचे ढग (cumulus) जवळपास २ कि.मी.उंचीवर असतात. हे ढग वरच्या दिशेला जाणाऱ्या उबदार हवेच्या प्रवाहांमुळे तयार होतात. हवेच्या जोरदार प्रवाहांमुळे आणि ढगांच्या आत सतत होणाऱ्या थेंबांच्या द्रवीभवन आणि बाष्पीभवनामुळे या ढगांचा आकार सतत बदलत असतो. जास्त उंचीवर उबदार आणि थंड हवेच्या आडव्या दिशेने होणाऱ्या एकत्रीकरणामुळे तयार होणारे ढग म्हणजेच स्तरिय ढग (stratus) पर्वतांच्या रांगांमधून जाताना त्यांचा आकार लाटेसारखा असतो. पिसांसारखे आणि केसांसारखे ढग (cirrus) ८ किमी.पेक्षा जास्त उंचीवर तयार होतात आणि बहुधा ते बर्फाच्या स्फटिकांपासून बनलेले असतात

शेतीसाठी हवामान फार महत्त्वाचे असते.

बिया पेरण्यासाठी आपल्याला पावसाची गरज असते. बियांना मोड येण्यासाठी पाणी लागते. पिके वाढण्यासाठीही पाणी लागते.

पण कापणीच्या वेळेस पाऊस पडला तर मात्र पिकांचं नुकसान होऊ शकतं. धान्य आणि फळांचंही नुकसान होतं. ओल्या जमिनीमध्ये भुईमूग सडून जातो. कपाशीची बोंडे ओली होतात. त्यांच्यावर कीड पडते.

शेतीच्या प्रत्येक टप्प्यावर हवामान अतिशय महत्त्वाचे असेत. नांगरणीपासून पिकाची वाढ होणे, कापणी आणि धान्य साठवण या सगळ्यांवर परिणाम करणारा महत्त्वाचा घटक म्हणजे पाऊस. आपल्या देशात कुठे आणि किती पाऊस पडतो यावर शेतीतून मिळणारे उत्पादन आणि एकूण देशाचे आर्थिक नियोजन अवलंबून असते.

उत्तर भारतात पिकांचे दोन हंगाम असतात. खरीप (जुलै ते ऑक्टोबर - नैऋत्य मोसमी पावसाळा) आणि रब्बी (ऑक्टोबर ते मार्च - पावसाळ्यानंतर) मार्च आणि जूनच्या दरम्यान घेतलेल्या पिकांना 'झैद' म्हणतात. पिकांचा हंगाम देशाच्या वेगवेगळ्या भागात थोडाफार वेगळा असू शकतो. खरीप पिकांची उदाहरणे - तांदूळ, ज्वारी, बाजरी, मका, नाचणी, भुईमुग, कापूस आणि कसावा. रब्बी पिकांची उदाहरणे - गहू, ज्वारी, हरभरा, जवस, बार्ली. रब्बी पिके पावसाळ्यानंतर मातीत राहणाऱ्या ओलाव्यावर आणि सिंचनावर अवलंबून असतात.

वेगवेगळ्या भागात प्रत्येक ऋतूमध्ये दुष्काळ पडतात आणि पूर येतात. पिकवाढीच्या सुरुवातीच्या दिवसांत जर समजा जुलैमध्ये पावसाने काही आठवड्यांसाठी दडी मारली, तर पिकांना नुकसान पोहोचते. मध्य भारतात साधारणत: फेब्रुवारी, मार्चमध्ये येणारी गारांची वादळेही हानीकारक असतात. जर पिकांवर फुले येण्याच्या काळात वातावरण फार दिवस ढगाळ राहिले तर कीड आणि रोगांचा फैलाव वेगाने होतो. अती उष्ण किंवा अती थंड तापमान जास्त काळ राहिले तरीसुद्धा पिकांचे नुकसान होते.

शब्द शिका

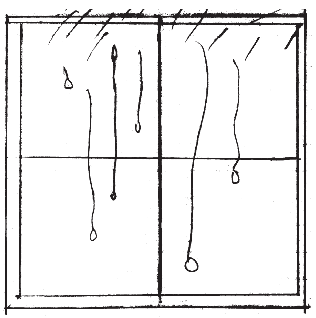
हवामान	गडगडाट	झुळूक	गारांचा वर्षाव	पूर
पावसाळा	विजा	सोसाट्याचा वारा	हिम	दुष्काळ
		वादळ	विरळ धुकं	
			दाट धुकं	

अभ्यास (१ ३ तासिका + गृहपाठ)

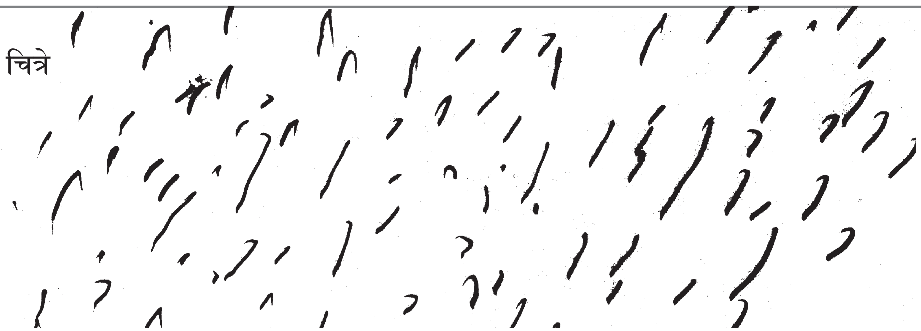
नावे सांगा आणि चित्रे काढा. (कृतीपुस्तक पान १ ६)

१. पाऊस

निरीक्षणांवर आधारित स्वाध्याय

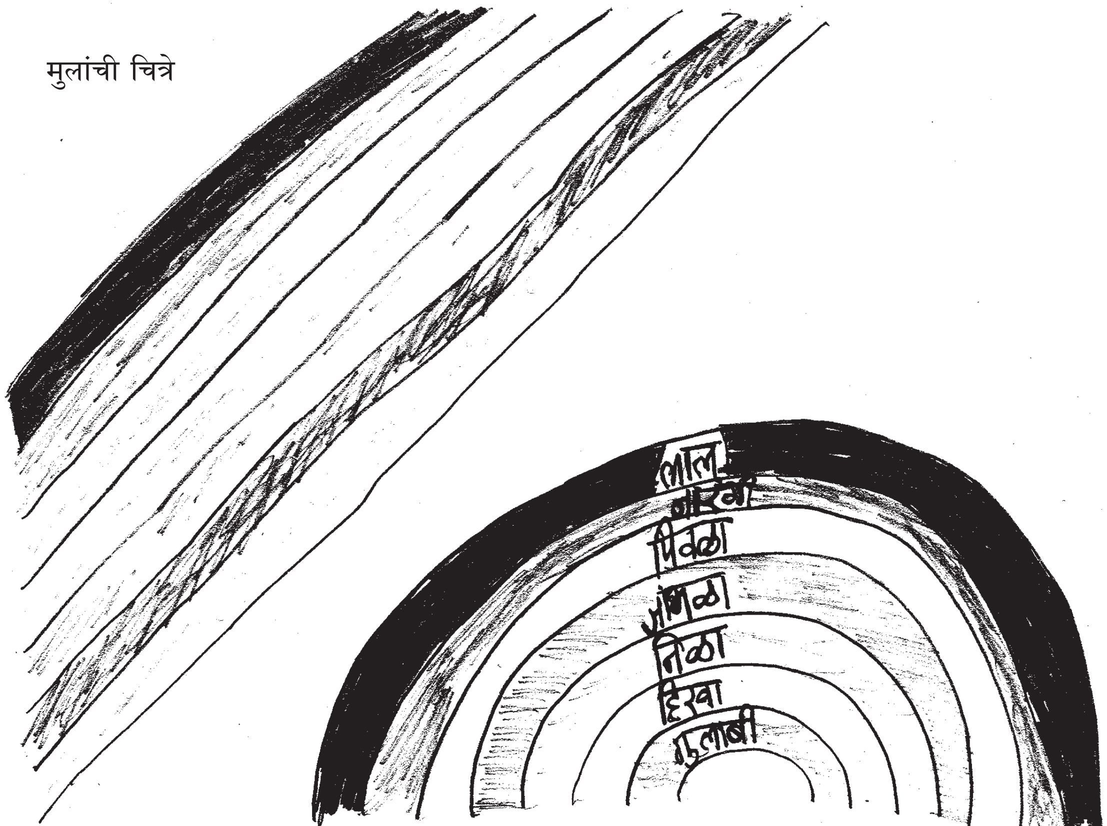


मुलांची चित्रे



२. इंद्रधनुष्याचे रंग

मुलांची चित्रे



ही चित्रे बहुतांशी स्मरणचित्रे आहे, थेट निरीक्षणांतून काढलेली नाहीत. काही मुलांना आधीच्या इयत्तांमध्ये 'तानापिहीनिपाजां' मध्ये म्हणजे इंद्रधनुष्याचे रंग असतात हे माहीत होते. हे सगळे रंग इंद्रधनुष्यामध्ये दिसत नाहीत हे काही मुलांना माहीत होतं पण तरीही त्यांना चित्रामध्ये सातही रंग दाखवायचे होते. जांभळा रंग कमानीच्या आतल्या बाजूला असतो याची आठवण त्यांना मी करून दिली.

प्रश्न तुमच्या आवडीचे (कृपु. पान २०)
कृतीपुस्तकातील पाने १८ - १९ वरील तक्ते पूर्ण भरल्यानंतर खालील १ ते ४ या प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

वर्गातील अनुभव

'वर्षाचे हवामान' या तक्त्याची मोठी केलेली प्रत मी वर्गात लावली. माझ्या थोड्या मदतीने मुलांनी वर्षभर त्या तक्त्यामध्ये माहिती भरली. बरेचदा एखाद्या दिवशी हवामान थंड आहे उष्ण आहे की सुखद आहे यावरून थोडेफार मतभेद होत आणि तारखेचा चौकोन कसा रंगवायचा हे समजत नसे. दिवसभरात सुद्धा हवामानात बदल होत असत. पण महिन्याचा एकत्रितपणे विचार केला तर या निर्णयांमुळे फारसा फरक पडत नसे. जर मुलं त्यांचा तक्ता भरायला विसरली तर वर्गातल्या तक्त्यामध्ये बघून त्यांना तारखेचे चौकोन भरता येत असते. (जर कदाचित ही कृती वर्षभर तग धरू शकली नाही तरी प्रश्न १ ते ३ ची उत्तरे मोठ्यांना विचारून देता येऊ शकतील.)

१. वर्षातले कुठले महिने हिवाळ्याचे असतात?
२. वर्षातले कुठले महिने उन्हाळ्याचे असतात?
३. वर्षातले कुठले महिने पावसाळ्याचे असतात?

मुलांनी हिवाळा नोव्हेंबर ते फेब्रुवारी, उन्हाळा एप्रिल ते जून आणि ऑक्टोबर आणि पावसाळा जून ते ऑगस्ट असे महिने भरले. प्रदेशानुसार यात बदल होऊ शकतात.

४. शाळेतील क्रीडामहोत्सव, सहली साधारणपणे कुठल्या महिन्यांमध्ये असतात? का?

भारतातल्या बहुतेक भागांत उन्हाळा अतिशय गरम असतो तर हिवाळ्यात सुखद गारवा असतो. हवामान सुखद आणि कोरडे असेल अशाच हंगामात क्रीडामहोत्सव, भटकंत्या, सहली, इत्यादी आयोजित केल्या जातात, बहुधा नोव्हेंबर किंवा डिसेंबर महिन्यात. प्रदेशानुसार या कालावधीत बदल होऊ शकतो.

५. हिवाळ्यात आणि उन्हाळ्यात मिळणाऱ्या काही फळांची आणि भाज्यांची नावे लिहा.

मशागतीच्या नवीन पद्धती, टिकवण्याच्या पद्धती आणि वाहतुकीच्या सुधारित सोयींमुळे, मुख्यत: शहरांत विविध प्रकारची फळे आणि भाजीपाला जवळजवळ सर्व हंगामांमध्ये उपलब्ध असतो.

तरी काही हिवाळी/उन्हाळी उत्पादनांची नावे पुढीलप्रमाणे सांगता येतील.
हिवाळा - गाजर, मटार, फुलकोबी, मुळा, पालक आणि इतर पालेभाज्या, सफरचंद, स्ट्रॉबेरी.
उन्हाळा - भोपळा, भेंडी, गवार, आंबा, फणस
पावसाळा - सीताफळ, पेरू, शेवग्याच्या शेंगा
(विशिष्ट सणांच्या दिवशी खाल्ल्या जाणाऱ्या अन्न पदार्थांसाठी आठव्या धड्यातील *प्रश्न तुमच्या आवडीचे* (पान २८१) पाहा.)

६. ऊन, वारा, पाऊस, थंडी यांपैकी कुठल्या दिवशी तुम्हाला सूती, नायलॉनचे, लोकरी, प्लास्टिकचे कपडे घालायला आवडतील?

दिवसाचा प्रकार	आपण वापरू त्या कापडाचा प्रकार
सर्व दिवस	सुती
थंड किंवा शीत	नायलॉन किंवा लोकर
पाऊस	प्लॅस्टिक

७. तापमान कमी असताना पुढीलपैकी काय काय होते?

- ☐ लोणी मऊ होते.
- ☑ तुम्हाला थंडी वाजते.
- ☐ तुम्हाला घाम येतो.
- ☑ खोबरेल तेल घट्ट होते.
- ☐ तुम्ही पातळ कपडे घालता.

मुलांनी हिवाळ्यातील आणखी काही अनुभव सांगितले - गाजर, रेवडी, तिळगूळ, शेंगदाणे खाणे यांचाही त्यात समावेश होता. काही जणांनी खोबरेल तेल पाहिलं नव्हतं पण खोबरेल तेलापासून बनवलेली केसाला लावण्याची तेलं त्यांना माहीत होती आणि ही तेलं हिवाळ्यात घट्ट होतात हेही त्यांना माहीत होतं.

८. हवा खूप गरम असते त्या दिवशी काय काय होतं?

मुलांचा प्रतिसाद - जमीन तापते, पाणी गरम होतं आणि त्याची वाफ बनते. आपण हलके सुती कपडे घालतो किंवा कमी कपडे घालतो. थंड पाण्याने आंघोळ करतो. माठातलं/फ्रीजमधलं पाणी पितो. सारखी तहान लागते, घाम येतो, शीतपेये पितो, आईस्क्रीम खातो, चपला न घालता बाहेर गेलं तर पायाला चटके बसतात, अंग काळवंडते, लोकांना चक्कर येते, सूर्य जास्त वेळ तळपतो, लवकर उगवतो, उशिरा मावळतो, दमटपणा वाढतो .... कृतीपुस्तकातील तक्त्यामध्ये (पान २६) त्यांनी यांपैकी काही गोष्टी लिहिल्या.

९. पाऊस पडतो त्यादिवशी काय काय होतं?

आधीच्या प्रश्नाप्रमाणेच मुलांचा प्रतिसाद वैविध्यपूर्ण होता.

१०. पाऊस पडत असेल त्या दिवशी पुढीलपैकी कुठल्या गोष्टी तुम्ही करणार **नाही**?

- ☐ नदीमध्ये पोहायला जाणे
- ☐ बाहेर खेळणे
- ☐ पत्रं लिहिणे
- ☐ घरीच काहीतरी खाऊ बनविणे
- ☐ गुरं रानात चरायला नेणे
- ☐ खूप कपडे धुणे

११. वारा वाहत असेल त्या दिवशी पुढीलपैकी कुठल्या गोष्टी अगदी व्यवस्थित होतील?

- ☐ शिडाची बोट पुढे जाईल
- ☐ नद्या समुद्राकडे वाहतील
- ☐ पवनचक्क्या फिरतील
- ☐ कपडे लवकर वाळतील
- ☐ पक्षी उडतील

वरील दोन प्रश्नांची बरोबर उत्तरे देण्याचे अनेक वेगवेगळे मार्ग आहेत. उत्तरे इतर परिस्थितीवर अवलंबून आहेत. (गरज, संधी, आवड, वाऱ्याची दिशा, इत्यादी) अशा प्रकारच्या प्रश्नांमुळे केवळ दिलेल्या माहितीचे आकलन तपासण्याऐवजी विचारशक्ती आणि चर्चा यांनाही चालना मिळते.

१२. वारा आपल्याला कशाप्रकारे उपयोगी पडतो?

शिडाची होडी, पवनचक्क्या, या अपेक्षित उत्तरांशिवाय वाऱ्याच्या झुळुकेमुळे वाटणारा गारवा आणि वाऱ्यामुळे प्रवास करणारे पावसाचे ढग यांचाही उल्लेख मुलांनी केला.

१३. वादळ झाले तर काय होतं?

सांगा आणि लिहा (पान ५४) सोबत हा प्रश्न सोडविला.

१४. कशा प्रकारच्या हवामानात कोळ्यांनी मासेमारीसाठी समुद्रात जाणं धोकादायक असतं?

वादळ किंवा चक्रीवादळ येतं तेव्हा, खूप पाऊस, वारा किंवा दाट धुके असेल अशा दिवशी.

निरीक्षणे आणि भाषेशी संबंधित स्वाध्याय

वर्गातील चर्चा (कृपु. पान २४)

१. वर्षामध्ये सगळ्यात चांगले हवामान कधी असते? तुम्हाला ते चांगले का वाटते?

सर्वोत्कृष्ट हवामानाची वेळ प्रत्येक ठिकाणानुसार बदलत राहते आणि सर्वात चांगलं हवामान कुठलं हे ठरवण मुलांच्या आवडीवरही अवलंबून असतं.

२. खूप ऊन आणि खूप थंडी असलेल्या दिवशी वेगवेगळे प्राणी कसे वागतात? ते शांत बसतात की हालचाली करत असतात? ते निवारा शोधतात का?

अतिउच्च तापमानामुळे प्राण्यांच्या हालचाली मंदावतात. उकाड्याच्या दिवशी प्राणी सावली आणि पाण्याच्या शोधात असतात असे आढळले. कुत्रे आपल्या जिभा बाहेर काढून धापा टाकताना मुलांनी बघितले होते. थंडीच्या दिवसात सस्तन आणि सरपटणाऱ्या प्राण्यांना उन्हात बसायला आवडते.

३. पूर म्हणजे काय? तुम्ही किंवा तुमच्या आई-बाबांनी पूर बघितला आहे का? कुठेतरी पूर आल्याचे तुम्ही ऐकले आहे का? हे पूर कधी आणि कुठे आले होते? पूर येण्याची कोणती कारणे होती? पुरामुळे काय काय झालं?

अंदमान, केरळ, पाटणा आणि आसाम अशा ठिकाणी त्यांच्या पालकांना बघितलेल्या किंवा ऐकलेल्या पुरांबद्दल मुले पालकांशी बोलली. अलिकडेच ओरिसामध्ये झालेलं चक्रीवादळ या शतकातंल सर्वात भयंकर वादळ होतं. विद्यार्थ्यांनी टी.व्ही. वरही तामिळनाडू आणि बांग्लादेशामध्ये आलेल्या पुरांची चित्रे पाहिली

होती. काही ठिकाणी नदीला पूर आला होता तर काही ठिकाणी पावसाच्या किंवा समुद्राच्या पाण्यामुळे पूर आला होता. काही सखल भागांमध्ये नियमितपणे पूर येतो.

पाणी वाहतं तेव्हा ते अनेक गोष्टी आपल्याबरोबर वाहून नेऊ शकतं हे विद्यार्थ्यांनी शोधून काढलं होतं. रस्ते, घरं, झाडं, प्राणी आणि माणसंसुद्धा मोठ्या पुरामध्ये वाहून जाऊ शकतात. वनस्पती आणि मृत जनावरांची शरीरं सडतात (विघटन होतं). सगळं पाणी चिखलांचं आणि घाण होतं. हे घाणेरडं पाणी पिऊन किंवा डास आणि माशांमुळे अनेक रोगांचा प्रादुर्भाव होऊ शकतो. नंतर पाणी या घटकामध्ये मुलांना यांपैकी काही रोगांची नावे समजली.

चक्रीवादळे किंवा इतर पुरांची पूर्वसूचना मिळू शकते, हे मुलांनी शोधून काढलं. हे पूर रोखण्यासाठी ओढ्यांवर, नद्यांवर धरणं किंवा बंधारे बांधणे, पाणी साठवण्यासाठी जमिनीत तलाव खोदून कमी पाऊस असतो तेव्हा ते पाणी वापरणे, कालवे किंवा मोठ्या नळ्यांमधून (पाईप) जिथे पाण्याची गरज आहे तिथे किंवा समुद्राकडे (सांडपाणी) सुरक्षितपणे वाहून नेणे, डोंगरउतारांवर आणि नद्यांच्या काठी झाडे लावणे, सांडपाणी वाहून नेणाऱ्या नलिकांची नियमितपणे सफाई करणे (म्हणजे त्या तुंबणार नाहीत) अशा अनेक पद्धतींची/मार्गांची चर्चा केली.

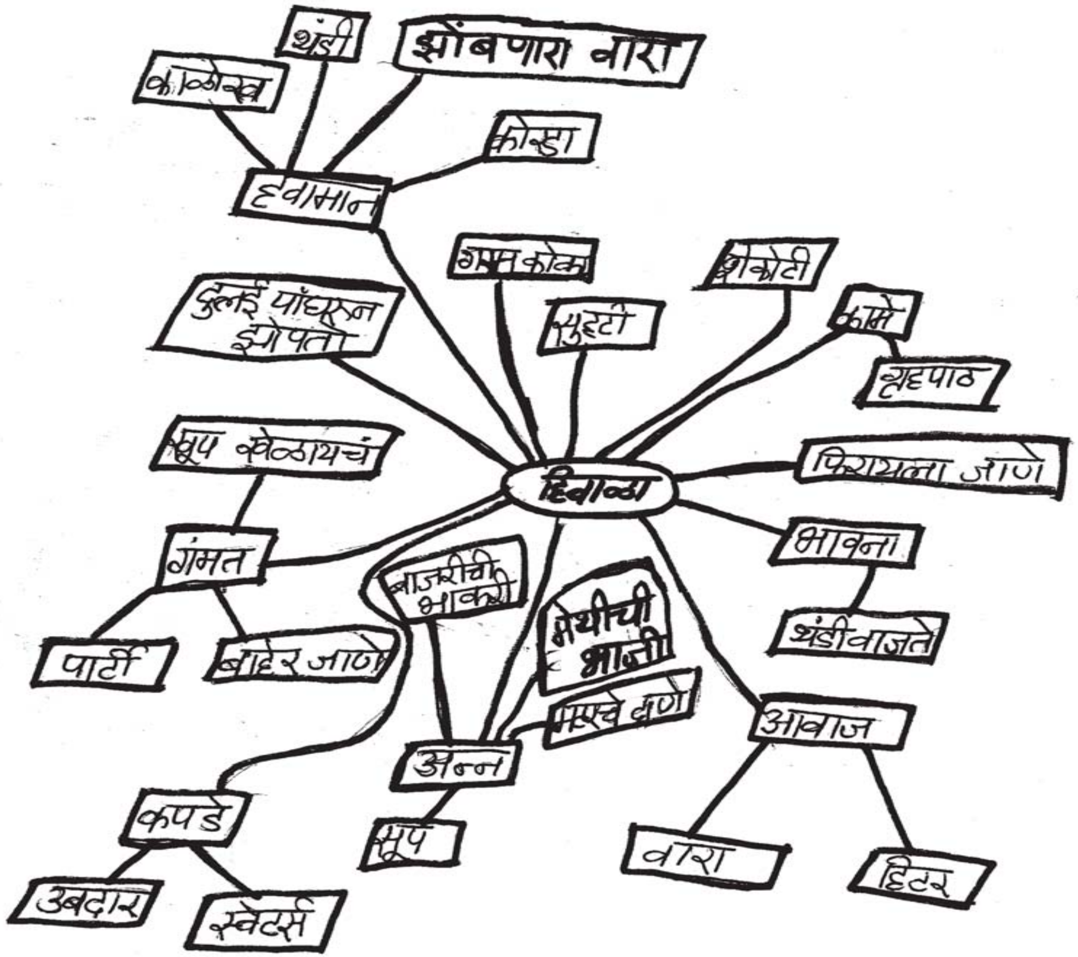
४. दुष्काळ म्हणजे काय? तुम्ही किंवा तुमच्या आई-बाबांनी दुष्काळ बघितला आहे का? कुठेतरी दुष्काळ पडल्याचे तुम्ही ऐकले आहे का? हा दुष्काळ कधी आणि कुठे पडला होता? दुष्काळ पडण्याची कारणे कोणती होती? दुष्काळामुळे काय काय झालं?

मुलांनी दुष्काळाबद्दल आधी काहीच ऐकले नव्हते पण आपल्या पालकांशी चर्चा केल्यानंतर मुलांना पुढील गोष्टी समजल्या, हवामान खूप उष्ण असत, बरेच दिवस पाऊस पडत नाही, जमीन कोरडी होते आणि भेगा पडतात, वनस्पती आणि प्राणी मरतात, पिके सुकून जातात आणि अन्नापाण्याचे दुर्भिक्ष्य होते. एका मुलीच्या वडिलांनी ओरसामधील भयानक दुष्काळ पाहिला होता. माणसं आणि जनावरं अशक्त, दुबळी होऊन मृत्युमुखी पडली. सरकारने त्यांन अन्न आणि चारा पुरवण्याचा प्रयत्न केला. मी त्यांना सांगितले की पाण्यावरील घटकात आपण दुष्काळ टाळण्याच्या मार्गांची चर्चा करू.

काय सारखे? काय वेगळे? (कृ.पु. पान २६)

१. कृतीपुस्तकामध्ये पान २६ वर उन्हाळ्याचे वर्णन करणारा एक तक्ता दिला आहे. तो पूर्ण भरा. हिवाळ्याचे वर्णन करणारा असाच एक तक्ता तयार करा.

हिवाळ्यासाठी
नमुना तक्ता



सांगा आणि लिहा. (कृपु पान २८)

१. तुम्हाला माहीत असलेली ऋतूंची गाणी, ऋतूंच्या कविता आठवा. ती गाणी, कविता चालीत म्हणा. स्वत: काही गाणी, कविता तयार करा.

मुलांना काही कविता आठवत होत्या. बहुतेक सगळ्या भाषेच्या पुस्तकातल्या होत्या आणि चित्रपटांतील गाणी होती. बहुतेक सगळी गाणी पाऊस किंवा पावसाळ्याशी संबंधित होती. काही गाणी वसंत ऋतूशी संबंधित होती. काही गाणी पानगळीशी संबंधित होती. थंड प्रदेशांमध्ये पानगळ हा वेगळा ऋतू समजला जातो.

ऋतूंचे संदर्भ भारतीय लोकसंगीतात किंवा प्रसिद्ध कवितांमध्ये नेहमी आढळून येतात. भारतीय सामाजिक, सांस्कृतिक आणि आर्थिक जीवनातील सर्वात महत्त्वाचा ऋतू पावसाळा असल्यामुळे पावसाळ्याची गाणी जास्त प्रमाणात म्हटली जाणे साहजिकच आहे. मराठीतही निसर्गावर कविता करणारे अनेक कवी आहेत.तुमच्या मराठीच्या पाठ्य पुस्तकातही तुम्ही या कविता अभ्यासल्या असतील ''श्रावणमासी हर्ष मानसी हिरवळ दाटे चोहीकडे क्षणात येते सरसर शिरवे क्षणात फिरूनी ऊन पडे |'', असं म्हणणारे बालकवी हे निसर्गकवी म्हणूनही ओळखले जातात. बहिणीबाई, कुसुमाग्रज, मंगेश पाडगावकर, ना.धो. महानोर यांनीही त्यांच्या कवितांमध्ये निसर्गाचे वर्णन केले आहे.

शास्त्रीय हिंदुस्थानी संगीतही ऋतूंशी निगडीत आहे. सहा भारतीय ऋतूंशी जोडलेले राग या संगीतात आहेत (रागांची नावे- बसंत, बहार, मल्हार, बागेश्री).

२. ढगांच्या गडगडाटासह येणाऱ्या वादळी पावसाचे वर्णन तुम्ही तुमच्या मित्राला/मैत्रिणीला सांगा. तुमचे मित्र/मैत्रिणी तुम्हाला काही प्रश्न विचारतील. त्या प्रश्नांची उत्तरे द्या.

काल वादळी पाऊस पडला होता. मुलांची वर्णनं हुबेहुब होती. दिवस उजाडला तेव्हा सगळे शांत होते, नंतर वारा वाहायला लागला, पाने आणि केरकचरा गोल गोल फिरू लागला. हळूहळू वाऱ्याचा जोर वाढला. आभाळ भरून आले, विजा चमकू लागल्या, ढगांचा गडगडाट झाला, सुरुवातीला रिमझिम पण नंतर मुसळधार पावसाला सुरुवात झाली. रात्रीसुद्धा वादळ सुरुच होते. सकाळी झाडं पडली आहेत, काही घरांच्या छपरांचे नुकसान झाले आहे असे दृश्य दिसले. माहिती मिळविण्यासाठी प्रश्न विचारण्याचा सरावही यामुळे विद्यार्थ्यांना झाला.

चला शब्दांशी खेळू या! (कृपु. पान २८)

१. वाऱ्याचे समानार्थी शब्द शोधा. पुढील शब्द **सौम्य वारे** ते **वादळी वारे** या क्रमाने लिहा.

सोसाट्याचा वारा झुळूक वारा वावटळ

झुळूक वारा सोसाट्याचा वारा वावटळ

हवामानशास्त्रज्ञ वाऱ्यासाठी अगदी साधी दर्शके/सूचके वापरतात. जेव्हा वारा नसतो (१ किमी प्रती तासापेक्षा वेग कमी), धूर हवेत सरळ वर जातो. अगदी हलका वारा (झुळुक) (१० किमी/तास) आला की पानांची सळसळ ऐकू येते; जास्त जोराची झुळूक (वारा) आली की धूळ आणि कचरा इतस्तत: उडू लागतो (ताशी २५ किमी) मोठ्या फांद्या हलू लागतात, छत्री वापरायला अडचणी येतात (ताशी ५० किमी) जरा जास्त जोराने वारा आला की सगळे झाड हलते आणि चालताना त्रास होतो. खूप सोसाट्याचा वारा (ताशी १०० किमी) झाडं उन्मळून टाकू शकतो. या वादळामुळे बऱ्यापैकी नुकसान होते, मात्र वावटळ (३०० किमी/तास) ही सगळ्यात जास्त विध्वसंक असते.

उष्ण कटिबंधीय वादळांना वेगवेगळी नावे आहेत : हिंदी महासागरातील वादळाला वावटळ (cyclone) म्हणतात. ॲटलांटिक आणि पूर्व प्रशांत (पॅसिफिक) महासागरात त्याला झंझावात (hurricane) म्हणतात. आणि चीन जवळीत पश्चिम महासागरात त्याला चक्रीवादळ (typhoon) असे म्हणतात. अमेरिका आणि ऑस्ट्रेलियामध्ये येणारा झंझावात (tornado) हा तुलनेने लहान असतो परंतु स्थानिक प्रदेशात विध्वंस घडवेल अशी,नरसाळ्याच्या आकारासारखी त्यातील ढगांची रचना असते. वारा ताशी ४००-८०० किमी इतक्या वेगाने गोल/वर्तुळाकार फिरतो. उष्ण, कोरडे आणि धुळीने भरलेले वारे इजिप्तच्या वाळवंटातून तांबड्या समुद्रावर वाहतात त्यांना खामसीन म्हणतात. नैऋत्य मोसमी हंगामाच्या शेवटी मलबारच्या/केरळच्या किनाऱ्यावरून वाहणाऱ्या जोराच्या वाऱ्यांना एलिफंटा म्हणतात. स्थानिक भाषांमध्ये अशी अनेक नावे आहेत.

२. अनेक शब्दांसाठी एक शब्द शोधा -

सौम्य हलका पाऊस - झिमझिम पाऊस / भिजपाऊस

पावसाबरोबर पडणारे बर्फाचे तुकडे - गारा

आकाशातून भुरुभुरु पडणारे गोठलेले पाणी - हिम

पावसाचा मोसम - पावसाळा

विजा चमकताना येणारा आवाज - गडगडाट

३. दिवस आणि घडणाऱ्या घटना यांच्या जोड्या लावा.

पावसाळी दिवस	सावल्या स्पष्ट पडत नाहीत
गरम दिवस	लांबचे नीट दिसत नाही
ढगाळ दिवस	कपडे वाळायला वेळ लागतो
धुकं पडलेला दिवस	तूप सहज वाहते

विचारा आणि शोधून काढा (कृपु पा. २९)

१. वर्षाच्या कुठल्या महिन्यांमध्ये शेतकरी बियाणे पेरतो? का?

खरीप पिकांची पेरणी पावसाळ्याच्या सुरुवातीला आणि रब्बी पिकांची पेरणी पावसाळ्याच्या शेवटी करतात. परंतु पेरणीचा काळ स्थानिक हवामान, माती, पिकाचा प्रकार आणि सिंचनाच्या सोयी यांवर अवलंबून असतो. मुलांना ही माहिती स्थानिक पातळीवर शोधावी लागेल.

२. तुमच्या भागात साजऱ्या होणाऱ्या कुठल्याही पाच सणांच्या दिवशी हवामान कसे असते? शोधून काढा.

(प्रदेशानुसार बदल होतो - माहिती स्थानिक पातळीवर शोधावी लागेल.)

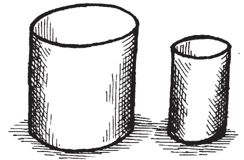
३. **लू** आणि **आँधी** हे शब्द तुम्ही ऐकले आहेत का? ह्या शब्दांवरून आपल्याला हवामानाबद्दल काय समजते? अगदी वेगळ्या प्रकारच्या हवामानासाठी तुमच्या भाषेत काही वेगळे शब्द आहेत का? कुठले?

दोन्ही शब्दांचा उगम उत्तर भारतात झाला आहे. उत्तर भारतातील मैदानी प्रदेशावरून मे आणि जून महिन्यात बहुधा दुपारी पश्चिमेकडून वाहणाऱ्या उष्ण वाऱ्यांना 'लू' असे म्हणतात. गंगेच्या मैदानी प्रदेशाच्या मोठ्या भागावरून वाहणारे हे वारे त्यामानाने सौम्य वाहतात.

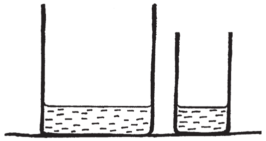
उन्हाळ्याच्या शेवटी थंड, कोरडे आणि बरेचदा विध्वसंक वादळ येते त्याला **आँधी** म्हणतात. हे वादळ दिवसा किंवा रात्री कधीही उद्‌भवू शकते.थंड वाऱ्यांच्या खालच्या दिशेला होणाऱ्या हालचालींमुळे वाहणारे हे स्थानिय वारे असतात. पावसाळ्याच्या सुरुवातीच्या काळात त्याच्या नंतर गडगडाटासह पाऊस पडतो. बंगालच्या प्रदेशात या वादळाला ***काल बैसाखी*** असेही म्हणतात.

परिणामात्मक विचारपद्धती

शोधा म्हणजे सापडेल (कृपु पान २९)



१. समजा तुमच्याकडे दोन उभट भांडी आहेत. एक भांडं रुंद तर एक अरुंद. ही भांडी तुम्ही पावसात एकत्र शेजारी शेजारी ठेवली. दोन्ही भांड्यांमध्ये साठलेल्या पाण्याची उंची सारखी असेल की वेगळी? का?



२. आता असे समजा की या दोन्ही भांड्यांमध्ये १ सें.मी. एवढ्या उंचीइतके पाणी घेतले. दोन्ही भांड्यांतील पाण्याचे प्रमाण तेवढेच आहे की कमी-जास्त?

३. तुम्ही दोन **सारखी** भांडी पावसात ठेवली, एक गच्चीवर आणि एक मोकळ्या मैदानात. त्यामध्ये सारखेच पाणी जमा होईल की पाणी कमी-जास्त असेल?

वरील तीन प्रश्नांची चर्चा वर्गात केल्यावर मी आश्चर्यात पडले. प्रश्न १ मध्ये जास्तीत जास्त मुलांना असे वाटले की अरुंद तोंडाच्या भांड्यातील पाण्याची उंची जास्त असेल. मी त्यांना विचारले की रुंद तोंडाच्या भांड्याचे एक पातळ पट्टी घालून दोन भाग पाडले तर पाण्याच्या उंचीमध्ये फरक पडेल का ? या प्रश्नाला काही जणांनी 'होय' तर काही जणांनी 'नाही' असे उत्तर दिले.

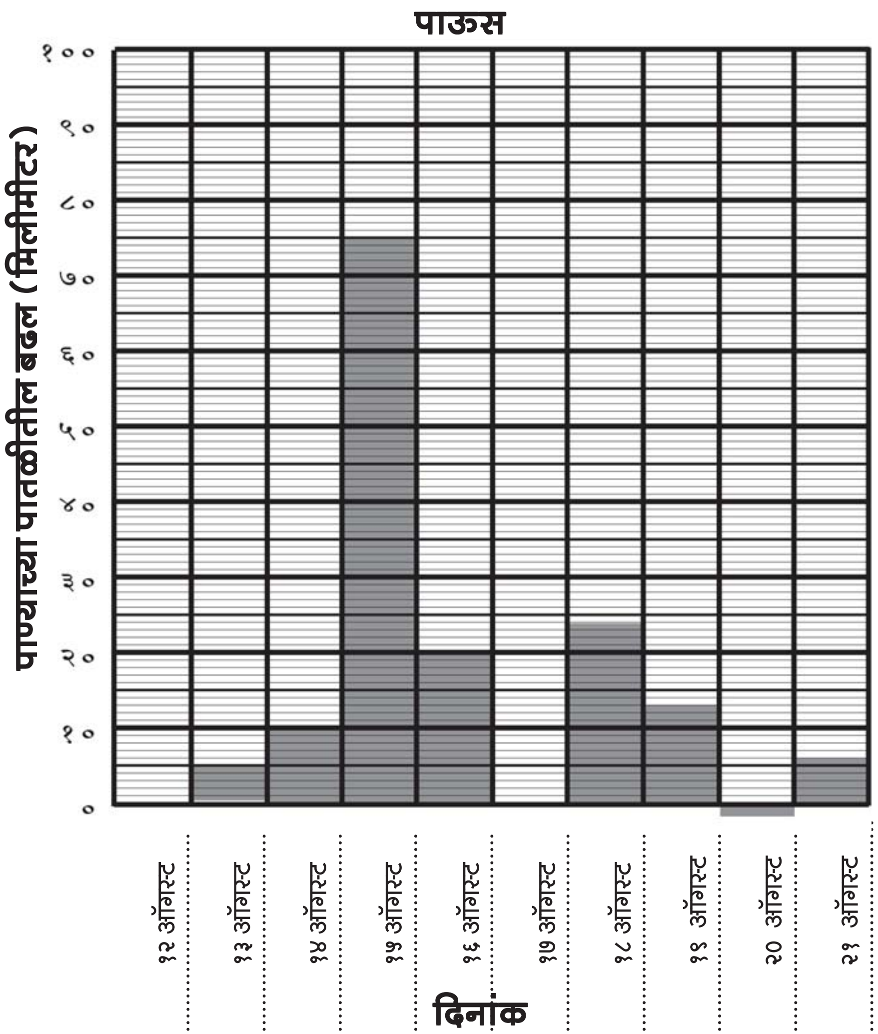
दुसऱ्या प्रश्नाला प्रतिसाद देताना मुले म्हणाली की दोन्ही भांड्यात सारख्याच उंचीएवढे पाणी घेतले तर ते सारखेच भरेल. (उदाहरणार्थ, २ कप) असं होत नाही हे मुलांना समजावून सांगणं खूप अवघड गेलं. इयत्ता तिसरीच्या हलके-फुलके विज्ञान या पुस्तकातील पहिले अनुभव, चौथीतील पर्जन्यमापकच्या कृती आणि 'पाणी' हा घटक यांच्या मदतीने या संकल्पना हळूहळू विकसित होतील.

तिसऱ्या प्रश्नासाठी मी प्रयोग करून बघण्याचे आवाहन केले. पण गच्चीवरील आणि जमिनीवर भांड्यांच्या नोंदींमध्ये सुसंगती आढळली नाही. त्यांच्यामधील पाण्याच्या पातळीमध्ये जवळजवळ १ सेंमी.इतका फरक पडला. जमलेल्या पाण्याच्या पातळीत पडलेल्या फरकाची कारणे काय असतील यावर आम्ही वर्गात चर्चा केली. (बघा कृती ७ पान ४२)

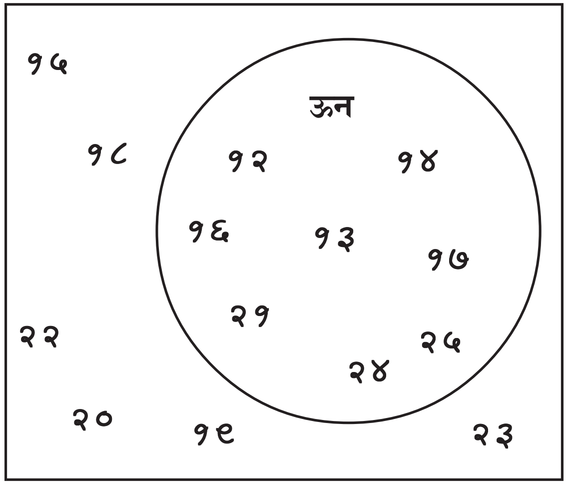
४. मिनी आणि तिची मैत्रिण वर्षा यांनी त्यांचा पर्जन्यमापक ११ ऑगस्टला बाहेर ठेवला. दहा दिवस त्या रोज पाण्याच्या पातळीमध्ये होणारे बदल मोजत होत्या. हे बदल त्यांनी या आलेखामध्ये नोंदवून ठेवले.

पुढील प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी आलेखाचा वापर करा.

अ. १२ ऑगस्टला पाण्याच्या पातळीमध्ये किती फरक पडला होता?	बदल नाही
आ. १३ ऑगस्टला किती पावसाची नोंद झाली?	५ मिमी.
इ. १४ ऑगस्टला किती पावसाची नोंद झाली?	१० मिमी
ई. २४ मि.मी. पावसाची नोंद किती तारखेला झाली?	१८ ऑगस्ट
उ. सगळ्यात जास्त पावसाची नोंद किती तारखेला झाली?	१५ ऑगस्ट आणि १८ ऑगस्ट
ऊ. सगळ्यात कमी किंवा अजिबात पाऊस पडला नाही अशा नोंदी कुठल्या दिवशी झालेल्या दिसतात?	१२, १७ आणि २० ऑगस्ट
ए. २० ऑगस्टला काय झालं असेल असं तुम्हांला वाटतं?	पाण्याची वाफ झाली असेल किंवा शून्य पातळीपर्यंत पाणी नेले नसेल.
ऐ. ११ ऑगस्ट आणि २१ ऑगस्टच्या दरम्यान किती पाऊस झाला?	१५२ मिमी.
ओ. ६ मिमी. पावसाची नोंद कुठल्या दिवशी केली आहे?	२१ ऑगस्ट

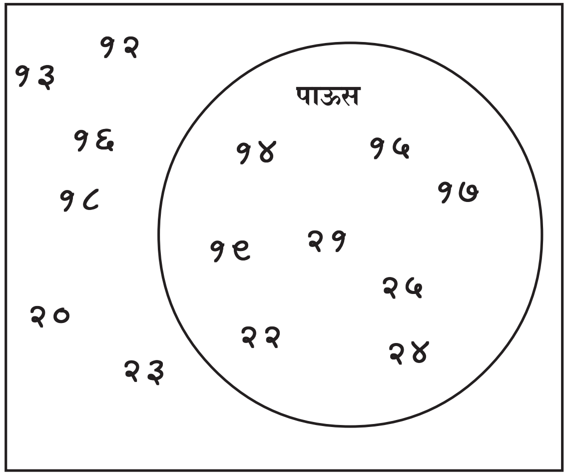

पाऊस
पाण्याच्या पातळीतील बदल (मिलीमीटर)
१००
९०
८०
७०
६०
५०
४०
३०
२०
१०
०
१२ ऑगस्ट
१३ ऑगस्ट
१४ ऑगस्ट
१५ ऑगस्ट
१६ ऑगस्ट
१७ ऑगस्ट
१८ ऑगस्ट
१९ ऑगस्ट
२० ऑगस्ट
२१ ऑगस्ट
दिनांक

५. कृतीपुस्तकातील पान ३२ वर दाखवल्याप्रमाणे मिनी, वर्षा आणि खुर्शिदने हवामान तक्ता तयार केला. या तक्त्यावरून किती दिवस ऊन होते आणि किती दिवस पाऊस पडला ते सांगा.
कृती पुस्तकांमध्ये दिलेल्या सूचनांप्रमाणे वर्तुळांमध्ये तारखा भरा.
अ. या तारखांच्या चौकोनांचे दोन गटांत वर्गीकरण कराः **ऊन असलेल्या तारखा आणि ऊन नसलेल्या तारखा** मिनी आणि तिच्या दोस्तांनी ही आकृती काढताना काही चुका केल्या का? त्यांनी १८ आणि २३ या तारखांना वर्तुळाच्या बाहेर का ठेवले?



त्यांच्या काही चुका झाल्या नाहीत. १८ आणि २३ या तारखा वर्तुळाच्या बाहेर ठेवल्या कारण त्या दिवशी ऊन नव्हते.

आ. आता दिलेल्या तारखांचे दोन भागात वर्गीकरण करा:- **पाऊस पडला त्या तारखा आणि पाऊस पडला नाही त्या तारखा.**
वर्तुळाच्या आत पाऊस पडला ती तारखा लिहा आणि वर्तुळाच्या बाहेर ज्या दिवशी पाऊस नव्हता त्या तारखा लिहा.

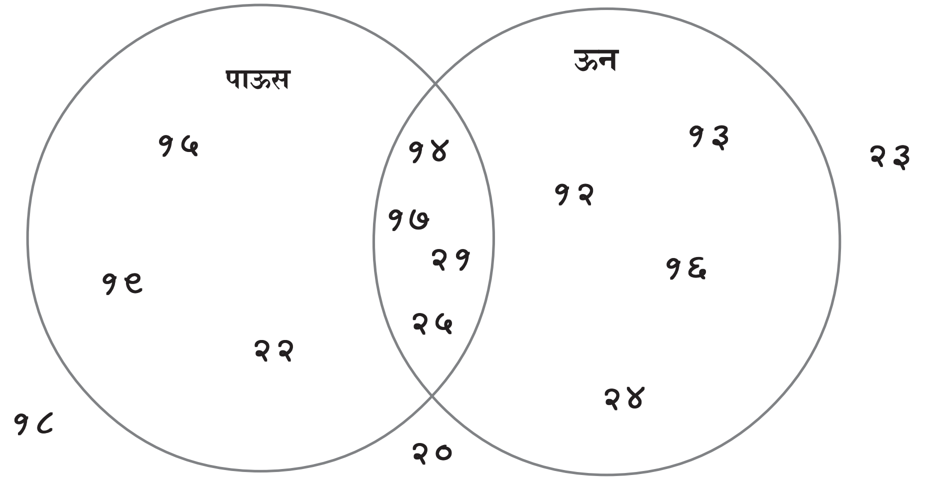


उजवीकडील आकृतीमध्ये तारखा योग्य ठिकाणी दाखवल्या आहेत.

प्रत्येक तारखेचे चौकोन कापा. ✂

Sun रवि	(८) ४.०० पाऊस नाही. हवा मंद, आकाशाचा रंग निळा, ढगांचा रंग काळा	(१५) स्वातंत्र्य दिन ५.४५ ५.४५ हवा थंड, पाऊस नाही, ढगाचा रंग करडा
Mon सोम	(९) ८.४५ हवा थंड, पाऊस नाही, आकाशाचा रंग निळा, ढगांचा रंग काळसर	(१६) नागपंचमी ४.३० पाऊस नाही, हवा मंद, ढगाचा रंग निळसर
Tue मंगळ	(१०) ७.३० हवा थंड, पाऊस नाही, ढगाचा रंग काळा व पांढरा	(१७) ३.५० ढगाचा रंग निळसर, हवा मंद, ढगांचा रंग करडा, पाऊस नाही.
Wed बुध	सूर्यग्रहण (११) ३.३० ढगाचा रंग काळा व पांढरा, आकाशाचा रंग निळसर, पाऊस नाही	(१८) ३.५० हवा थंड, ढगाचा रंग करडा, पाऊस नाही, कडक ऊन
Thu गुरु	(१२) ७.४५ हवा थंड, पाऊस नाही, ढगांचा रंग काळसर, आकाशाच रंग निळा	(१९) ३.४५ हवा थंड, पाऊस नाही, ढगांचा रंग करडा, कडक ऊन
Fri शुक्र	(१३) ५.३० ढगाचा रंग करडा, पाऊस नाही, आकाशाचा रंग निळसर, बारा ढग	(२०) ७.३० हवा थंड, पाऊस नाही, ढगांचा रंग करडा, आकाशाच रंग निळसर
Sat शनि	(१४) २.३५ ढगांचा रंग करडा, पाऊस नाही, बारा ढग, आकाशाचा रंग निळसर	(२१) ३.४५ हवा थंड, पाऊस, ढगाचा रंक करडा, दहा ढग

इ. आता पाऊस पडलेल्या तारखांचे चौकोन घ्या आणि त्यांचे दोन गटांत वर्गीकरण करा :
पाऊस आहे पण ऊन नाही अशा तारखा आणि **पाऊसही आहे आणि ऊनही आहे अशा तारखा**.
आता विचार करा! खालील आकृतीमध्ये या तारखा तुम्ही कुठे लिहाल?
ई. आता **पाऊस न पडलेल्या** तारखांचे चौकोन घ्या आणि त्यांचे दोन गटांत वर्गीकरण करा.
ऊन आहे पण पाऊस नाही अशा तारखा आणि **ऊनही नाही आणि पाऊसही नाही** अशा तारखा.
या सर्व तारखा आकृतीमध्ये योग्य ठिकाणी लिहा.



व्हेन आकृतींची ओळख मुलांना इथेच पहिल्यांदा होते. तिसऱ्या आणि आठव्या धड्यात आणखी उदाहरणे दिली आहेत. 'संच' ही गणिती संकल्पना समजण्यासाठी विश्लेषण आणि अमूर्त गोष्टींचा विचार करावा लागतो. चौथीतील बहुतेक मुलांची तेवढी क्षमता नसते. त्यामुळे ही कृती करताना अमूर्त गोष्टींचं विश्लेषण करण्याला कातरकाम, चिकटकाम किंवा वर्गीकरणासारख्या ठोस कृतींची जोड दिली. शिक्षकांच्या मदतीने ही कृती इयत्ता चौथीच्या मुलांना जमू शकेल. सुरुवातीला मुलांना एका वेळी इतक्या तारखा हाताळणं अवघड वाटलं तर ही कृती दिनदर्शिकेमधील एकाच आठवड्यासाठीही करता येईल. वरील आकृत्यामध्ये तारखांचे योग्य गट करून दाखवले आहेत.

बघा आणि सांगा. (कृपु पान ३१)

१. विशिष्ट ऋतूंमध्ये किंवा एखाद्या विशिष्ट काळातच मिळणारी एखादी वस्तू आणा. वर्गात सगळ्यांना ती वस्तू दाखवून तिचे वर्णन करून सांगा.

मुले विशिष्ट काळातच मिळणारे (कदाचित कच्च्या किंवा पिकलेल्या अवस्थेत) एखादे फळ, फुल किंवा भाजी आणतील. इतर कल्पक प्रतिसादही मिळण्याची शक्यता आहे.

विचारा प्रश्न! (कृपु पान ३१)

१. हवामानाबद्दल प्रश्न विचारा. या प्रश्नांची उत्तरे कशी मिळवाल याचाही विचार करा.

मुलांचे प्रश्न

दरवर्षी ठरावीक काळातच पाऊस का पडतो ?

मी मुलांना सुचवलं की या प्रश्नांचे स्पष्टीकरण भूगोलाच्या पुस्तकात शोधावं. फळ्यावर भारताचा ढोबळ नकाशा काढला तरी त्याचा उपयोग होईल. कडक उन्हाळ्यामध्ये हिंदी महासागरातील पुष्कळ पाण्याचे बाष्पीभवन होते आणि ढग तयार होतात. त्या दरम्यान मध्यभारत आणि चीनमधील जमीन अतिशय गरम होते आणि तेथील हवा वर जाते. ही जागा भरून काढण्यासाठी समुद्रावरील हवा त्या दिशेने वाहते आणि आपल्याबरोबर ढगही वाहून नेते.

अजब खजिना!!! (पापु पान १४)

दरवर्षी ऑक्टोबर आणि नोव्हेंबरमध्ये बंगालच्या उपसागरामध्ये चक्रीवादळे तयार होतात. गोल गोल फिरणाऱ्या वादळांना चक्रीवादळे म्हणतात. त्यांची रुंदी हजारो कि.मी. असू शकते. हे वारे चक्राकार गतीत अतिशय वेगाने वाहतात. एखाद्या जलदगती रेल्वेगाडीच्या तिप्पट म्हणजेच जवळजवळ ताशी ३०० कि.मी. एवढा या वाऱ्यांचा वेग असतो. या वाऱ्यांमुळे समुद्रात प्रचंड मोठ्या लाटा निर्माण होतात. समुद्राचं पाणी लगतच्या गावांमध्ये, शहरांमध्ये शिरते. पूर येतात, झाडे पडतात, घरांचे नुकसान होते. हजारो माणसे मारली जातात.

अलीकडेच ओरिसामध्ये झालेल्या भयंकर चक्रीवादळाबद्दल मुलांनी ऐकलं होतं आणि दूरदर्शनवरही बघितलं होतं त्याची वर्गात चर्चा केली.

दुसरा धडा

दिवसाचे आकाश, रात्रीचे आकाश

मुलांचा प्रतिसाद

निरीक्षण आकाशाचे !

१. अरुणोदय झाला ..... ३ तास : पा. पु. पान १५

अ. सूर्योदय आणि सूर्यास्ताचे निरीक्षण करा. सूर्य कुठल्या दिशेने उगवला? कुठल्या दिशेला मावळला? (कृतीपुस्तक पान ३६-३७)

किती मुलांना सूर्योदय आणि सूर्यास्त बघणे शक्य आहे हे बघण्यासाठी मी त्यांना त्यांच्या उठण्याच्या आणि झोपण्याच्या वेळा विचारल्या. शहरातल्या काही मुलांनी सांगितले की त्यांनी सूर्योदय कधीच बघितला नव्हता. निवासी शाळांमधील सर्व मुलांनी त्यांच्या आवारातील एका ठरावीक झाडामागून सूर्योदय होताना पाहिला होता. उगवता आणि मावळता सूर्य आकाशात डोक्यावर दिसणाऱ्या सूर्यापेक्षा जास्त लालसर, मोठा आणि कमी तेजस्वी दिसतो.

शाळेच्या इमारतीमागील सूर्य मावळण्याच्या दिशेबद्दल हवेच्या दिशेशी संबंधित कृती करताना आणि आकाशाचे चित्र काढताना चर्चा केली होती. परंतु ही कल्पना सर्वांना पूर्णपणे समजली नव्हती. कदाचित या संकल्पना स्पष्ट व्हायला जास्त काळ जावा लागतो. आकाशाबद्दल आणि एखाद्या ठिकाणाच्या निश्चित स्थानाबद्दल बोलताना वेळोवेळी दिशांचा संदर्भ घेऊन बोललं तर फायदा होईल.

ब. किमान एक आठवडाभर रोज सूर्योदय आणि सूर्यास्ताच्या वेळा नोंदवून ठेवा. वर्तमानपत्रं किंवा पंचांगामध्ये तुम्हाला या वेळा सापडू शकतील. घरातील मोठी माणसे या वेळा तुम्हाला सांगू शकतील किंवा तुम्हीसुद्धा रोज निरीक्षण करून या वेळा नोंदवून ठेवू शकता. उन्हाळ्यातील एक आठवडा आणि हिवाळ्यातील एक आठवडाभर या नोंदी ठेवा.

उन्हाळ्यातील आणि हिवाळ्यातील सूर्योदय आणि सूर्यास्ताच्या वेळांबद्दल तुम्ही काय सांगू शकाल?

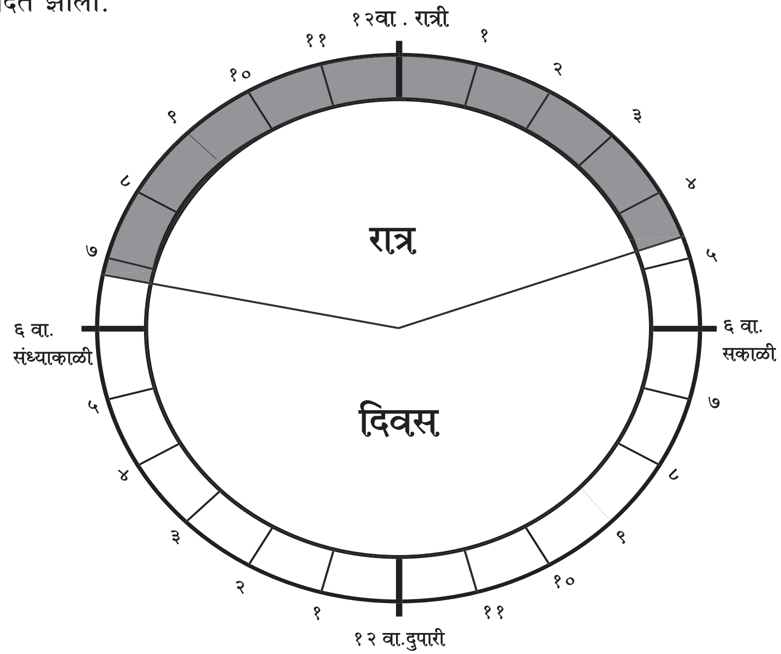
कृती पुस्तकातील वर्तुळात पान ३७ **सूर्यास्त** आणि **सूर्योदय** यांच्यामधील रात्रीचा भाग छायांकित करा.
(ही कृती उन्हाळ्यातील एका दिवसासाठी आणि हिवाळ्यातील एका दिवसासाठी करा.)

उन्हाळा आणि हिवाळ्यांमधील दिवसाच्या लांबीबद्दल तुम्ही काय सांगू शकाल?

मुलांचा प्रतिसाद

जे विद्यार्थी नियमितपणे सूर्योदयाचे निरीक्षण करत होते त्यांच्यातील बहुतेकांच्या हे लक्षात आलं होतं की जसंजसं वर्ष पुढे सरकतं तशी सूर्योदयाची जागा हळुहळू (उत्तरेकडे) सरकते. हिवाळ्यामध्ये सूर्य चिंचेच्या झाडाच्या मागे मावळायचा आणि उन्हाळ्यात तो एका इमारतीच्या मागे मावळतो. शाळेत या गोष्टी शिकवण्याच्या आधीच मुलांनी इतक्या बारकाईने केलेल्या निरीक्षणामुळे मला आनंद आणि आश्चर्य वाटले.

दिवस आणि रात्रीची लांबी सूर्योदय आणि सूर्यास्ताच्या वेळेनुसार ठरविली जाते हे दाखविण्यासाठी मी फळ्यावर एक आकृती काढली. त्यामुळे कृतीपुस्तकातील पान ३७ वरील पहिले वर्तुळ छायांकित करताना मदत झाली.



वर्गातील अनुभव

उन्हाळ्यात दिवस मोठा असतो आणि हिवाळ्यात लहान याचेही निरीक्षण मुलांनी सहज केले. फक्त एका आठवड्याच्या नोंदीतच दिवसाची लांबी कमी झालेली दिसली. हा घटक शिकवत असताना उन्हाळ्यातील माहिती गोळा झाली. हिवाळ्यातील माहिती मात्र नंतर गोळा केली. खाली दिलेली माहितीही वापरता येईल. दिवसाच्या तासांमधील फरकाची कारणे गुंतागुंतीची आहेत (पण पान ७७ वरील मुलांचे प्रश्न पाहा.)

मुंबईमधील जूनमधील एका आठवड्याच्या आणि डिसेंबरमधील एका आठवड्याच्या सूर्योदय आणि सूर्यास्ताच्या वेळांच्या नोंदी खाली दिलेल्या आहेत. जास्त उत्तर अक्षांशाकडे गेल्यास दररोजच्या वेळांमध्ये बऱ्यापैकी फरक दिसून येतो तर उन्हाळ्यातील आणि हिवाळ्यातील दिवसांच्या लांबीमध्येही जास्त फरक दिसून येतो. धृवांवर तर हा फरक सहा महिने दिवस आणि सहा महिने रात्र इतका कमालीचा असतो. विषुववृत्ताजवळ गेल्यास उन्हाळा आणि हिवाळ्यातील हा फरक कमी होत जातो. विषुववृत्तावर संपूर्ण वर्षभर दिवस आणि रात्र बारा तासांचे असतात.

ठिकाण - मुंबई

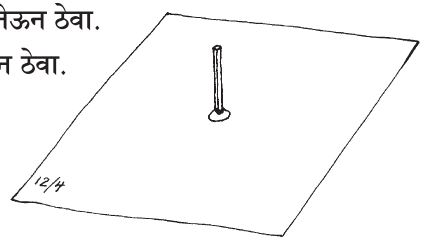
दिवस	सूर्योदयाची वेळ	सूर्यास्ताची वेळ
मंगळ १ डिसें. १९९८	०६:५६	१८:००
बुध २ डिसें. १९९८	०६:५६	१८:००
गुरू ३ डिसें. १९९८	०६.५७	१८:००
शुक्र ४ डिसें. १९९८	०६:५७	१८:००
शनि ५ डिसें. १९९८	०६.५८	१८:००
रवी ६ डिसें. १९९८	०६.५९	१८:०१
सोम ७ डिसें. १९९८	०६:५९	१८:०१
बुध १ जून १९९९	०६:०१	१९:१२
गुरू २ जून १९९९	०६:०१	१९:१३
शुक्र ३ जून १९९९	०६:०१	१९:१३
शनि ४ जून १९९९	०६:०१	१९:१३
रवि ५ जून १९९९	०६:०१	१९१४
सोम ६ जून १९९९	०६:०१	१९:१४
मंगळ ५ जून १९९९	०६:०१	१९:१४

सपाट जागेवर सकाळी उभे राहा. तुमच्या मित्राला तुमच्या सावलीची लांबी मोजायला सांगा. दुपारी आणि संध्याकाळी पुन्हा तुमच्या सावलीची लांबी मोजून पहा.

२ अ - २ क या कृती मुलांनी जोडीने बाहेर केल्या.

काही जणांनी मोजपट्टीचा वापर करून तर काहींनी पावलांनी किंवा ढांगांनी सावलीची लांबी मोजली. तुलना करण्यासाठी पावलांचे एकक प्रत्येक मोजमापासाठी सारखंच असायला हवं हे त्यांच्या लक्षात आलं.

ब. डिंक किंवा खळ वापरून काड्यापेटीतील एक काडी एका कागदाच्या मधोमध उभी करा. कागदाच्या एका कोपऱ्यात तारीख लिहा आणि कागद उन्हात नेऊन ठेवा. दिवसभरात ४-५ वेळेस काडीची सावली जिथे पडेल तिथे खूण करून ठेवा. प्रत्येक खुणेजवळ वेळ लिहा. (कृतीपुस्तक पाने ३८-३९)



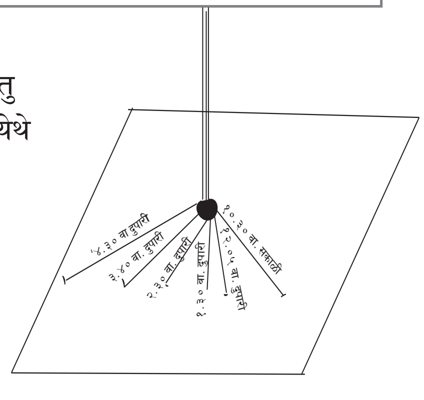
काडीची सगळ्यात लांब सावली किती वाजता पडली? सावलीची लांबी सगळ्यात कमी किती वाजता होती?

सावलीची लांबी आणि काडीची लांबी सारखीच होती असं कधी झालं का? किती वाजता?

असं झालं नसेल तर दोघांचीही लांबी किती वाजता सारखी झाली असेल याचा अंदाज करा.

वर्गातल्या इतर मुलांच्या काडीच्या सावल्यांची लांबी आणि त्याच वेळेस तुमच्या काडीच्या सावलीची लांबी सारखीच आहे का? नसेल तर का नाही?

काही जणांना काडी कागदावर बरोबर उभी ठेवताना अडचणी आल्या परंतु घट्ट डिंकाची मदत झाली. काडीच्या सावल्यांच्या मुलांनी केलेल्या खुणा येथे दाखवल्या आहेत.



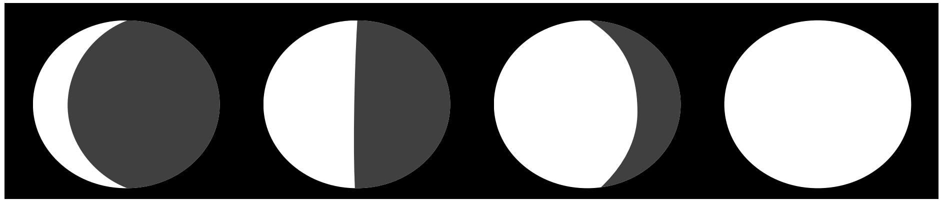
इ. हा खेळ सूर्यप्रकाशात किंवा दुसऱ्या कुठल्याही प्रखर उजेडात खेळता येतो. भिंतीवर किंवा जमिनीवर सावल्या पाडा. आता तुमच्या मित्राला तुमच्या मागे उभं राहायला सांगा आणि वेगवेगळ्या वस्तू वापरून सावल्या पाडायला सांगा. सावलीकडे बघून ती वस्तू कोणती आहे हे ओळखण्याचा प्रयत्न करा.

सूर्यप्रकाशातील सावल्यांचा खेळ शाळेतच घेतला. रात्री कृत्रिम उजेडात जास्त सावल्यांचे निरीक्षण करायला मी मुलांना सांगितले.

३. **आकाशीचा चंद्र!** घरी करावयाची निरीक्षणे + २ तास वर्गातील चर्चा

अ . चंद्राचं निरीक्षण करा. चंद्रसुद्धा उगवतो आणि मावळतो का? चंद्र कुठल्या दिशेने उगवला आणि कुठल्या दिशेला मावळला? (पापु पान १६)

ब. रोज रात्री चंद्राचे निरीक्षण करा. तुमच्या कृतीपुस्तकातील पान ४० वर एक दिनदर्शिका काढलेली आहे. त्यामध्ये तुम्ही बघितलेले चंद्राचे आकार काढा.



चंद्रकोर **अर्धचंद्र** **फुगीर चंद्र** **पौर्णिमेचा चंद्र**

कुठल्या तारखांना तुम्हाला चंद्रकोर दिसली?
कुठल्या तारखांना तुम्हाला अर्धचंद्र दिसला?
कुठल्या तारखांना तुम्हाला फुगीर चंद्र (अर्ध्या चंद्रापेक्षा मोठा पण पौर्णिमेच्या चंद्रापेक्षा लहान) दिसला?
कुठल्या तारखांना तुम्हाला पौर्णिमेचा चंद्र दिसला?
कधी दिवसाही तुम्हाला चंद्र दिसला का? त्याचा आकार कसा होता?
कुठल्या तारखांना तुम्हाला चंद्र अजिबात दिसला नाही? का दिसला नसेल?

मुलांचा प्रतिसाद

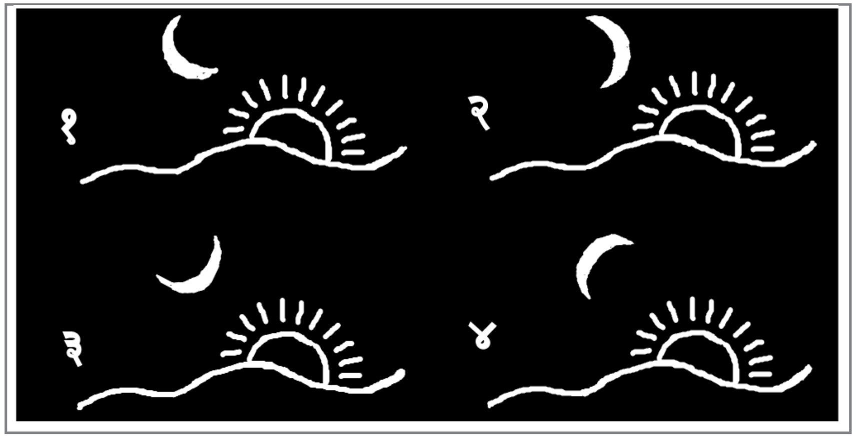
चर्चांच्या दरम्यान माझ्या असे लक्षात आले की बऱ्याचशा मुलांना चंद्राच्या उदय व अस्ताबद्दल जास्त माहिती नाही. इतरांची अशी कल्पना होती (अर्थातच चुकीची) की सूर्य खाली गेला की चंद्र वर येतो, किंवा तो

दिवसा कधीही नाही पण रात्री नेहमीच आकाशात असतो. काही दिवसांनी मुलांनी स्वतःच केलेल्या निरीक्षणांमुळे त्यांच्या या चुकीच्या कल्पना दूर झाल्या.

एका मुलाने जेव्हा 'चंद्रामुळे रात्री थंड वाटते !' असे मत व्यक्त केले तेव्हा मला आश्चर्य वाटले. दुसऱ्या मुलाने भर घातली. 'सूर्य आपल्याला गरम उजेड देतो तर चंद्र आपल्याला थंड उजेड देतो.' मी इतर मुले सहमत आहेत का असे विचारले तेव्हा काही 'हो' म्हणाले. एकाने मुद्दा मांडला की आकाशात चंद्र नसतो तेव्हाही रात्री थंडच वाटते हे सर्वांना पटले. मी मुलांना सांगितले की सूर्य खूप उष्ण असतो आणि तो प्रकाश आणि उष्णता देतो. चंद्राला सूर्यापासूनच प्रकाश मिळतो म्हणून तो चमकतो. चंद्राची एकच बाजू आपल्याला दिसते याचे निरीक्षण करायला मी मुलांना सांगितले.

फळ्यावरील काम

ही कल्पना ठसविण्यासाठी मी क्षितीजावर दिसणाऱ्या चंद्रकोरीची चित्रे खाली दाखवल्याप्रमाणे फळ्यावर काढली. या चर्चेमुळे पाने ७५-७६ वरील 'शोधा म्हणजे सापडेल' हा प्रश्न सोडविण्यासाठी मुलांना मदत झाली.



१. कुठले चित्र बरोबर आहे ?
२. सूर्य उगवत आहे की मावळत आहे ?
३. चंद्र मावळत आहे की नुकताच उगवलाय ?
४. असं दृश्य बघण्यासाठी तुम्ही कुठली दिशा निवडाल ?

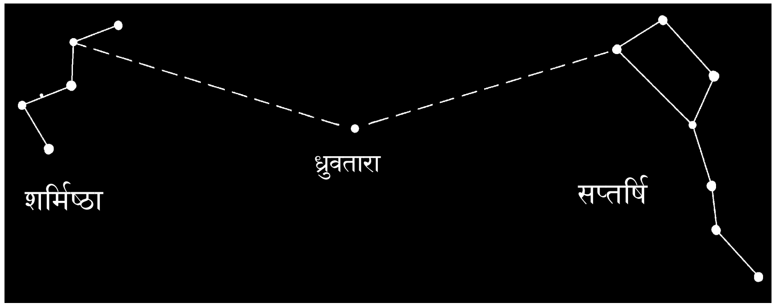
मुलांचा प्रतिसाद

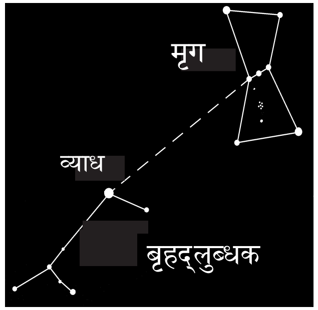
चंद्राशी निगडीत असणाऱ्या अनेक सणांची मुलांना माहिती होती. पालकांना विचारून त्यांनी आणखी माहिती मिळवली. (पाहा स्वाध्याय नावे सांगा आणि चित्रे काढा) चंद्राच्या वेगवेगळ्या कलांसाठी त्यांची स्वतःची खास नावे होती. लसणाच्या पाकळीसारखा (बकरी-ईद) चंद्र वाढत वाढत केळ्यासारखा नंतर होडीसारखा, कलिंगडाच्या फोडीसारखा, भरलेल्या वाडग्यासारखा आणि शेवटी चेंडूसारखा !

४. **रात्र चांदण्यांची!** घरी करायची निरीक्षणे ४ तास; पापु पान १६, कृपु पान ४१

अ . तारे/तारका आकाशात काही विशिष्ट रचना तयार करतात. त्यावरून आपल्याला तारे ओळखता येतात. अशा विशिष्ट रचनांना नक्षत्रे किंवा **तारकापुंज** असे म्हणतात. पुढील पानावर दाखवलेल्या आकाशाच्या चित्रात मृग नक्षत्र, शर्मिष्ठा आणि सप्तर्षी शोधून काढा.

ब. आकाशातील नक्षत्रे, तारकापुंज बघा. तासाभरानंतर पुन्हा त्याच नक्षत्रांचे,तारकापुंजांचे निरीक्षण करा. (कृतीपुस्तक पान ४१)





क. ध्रुवतारा आणि व्याधाची चांदणी रात्रीच्या आकाशात शोधून काढा. उत्तर दिशेला आकाशात तुम्हाला ध्रुवतारा दिसेल. हा एकच तारा कधीही आपली जागा बदलत नाही. सप्तर्षी आणि शर्मिष्ठा नक्षत्राच्या मदतीने तुम्हाला ध्रुवतारा शोधता येईल.

व्याधाची चांदणी (Sirius) ही बृहद्लुब्धक (Canis Major) या तारकापुंजाचा एक भाग आहे. मृग नक्षत्राच्या मदतीने तुम्हाला व्याधाची चांदणी शोधता येईल.

ड. ग्रह हे सुद्धा ताऱ्यांसारखेच दिसतात. पण ते लुकलुकत नाहीत. आकाशात ग्रह दिसतात का ते पहा.

प्रात्यक्षिकासंबंधी सूचना

रात्रीच्या आकाशाचे निरीक्षण ही अशी कृती आहे, जिच्या थोड्या सरावानंतर प्रत्येकाला वर्षानुवर्षे आनंद देते. सामान्यतः ही कृती शाळेत करून घेत नाहीत कारण निरीक्षणे रात्रीच्या वेळी करावी लागतात. परंतु शाळेत करून दिलेली विषयाची ओळख आणि मुलांनी घरी केलेली निरीक्षणे यांची सांगड घातल्यावर सुरूवात तर निश्चितच होईल. सर्व वर्गाला एकत्र जमवून निरीक्षणे करण्याची सोय एका रात्रीपुरती करणे कदाचित शक्य होईल.

चंद्र नसतो त्या वेळेत चांदण्या स्पष्ट दिसू शकतात. कृष्णपक्षामध्ये चंद्र उशीरा उगवतो तेव्हा रात्री ८ ते १० च्या दरम्यान निरीक्षणे करणे सोयीचे जाते. शहरातील दिवे आणि वायू प्रदूषण हे ताऱ्यांच्या निरीक्षणांमधले मोठे अडथळे आहेत. शहरातल्या झगमगत्या भागात रात्रीच्या वेळी आकाश स्पष्ट दिसण्याकरता, डोळ्यांना अंधाराला सरावण्याकरता २०-३० मिनिटे द्यावी लागतात.

ताऱ्यांच्या नकाशाच्या (Star Chart) मदतीने आकाशातील तारे किंवा नक्षत्र शोधणे ही सोपी गोष्ट नाही. पुस्तकातील पानावरच्या ताऱ्यांच्या लहानशा रचना प्रत्यक्षात आकाशातील बरीच मोठी जागा व्यापतात हे एखाद्या नवशिक्याच्या लक्षात यायला थोडा अवधी जावा लागतो. प्रदूषण नसलेल्या ग्रामीण भागात आकाश स्पष्ट दिसत असल्यामुळे चित्रांमध्ये दाखवल्यापेक्षा कितीतरी जास्त तारे प्रत्यक्षात दिसतात तर शहरांमध्ये प्रत्यक्षात कमी तारे दिसतात. या दोन्ही परिस्थितींमध्ये पुस्तकातल्या रचना आणि प्रत्यक्ष आकाशात दिसणाऱ्या रचना यांची सांगड घालणे अवघड जाते. पहिले काही तारकापुंज माहीतगार व्यक्तीने प्रत्यक्ष दाखवणे जास्त चांगले. काही सामान्यत: ओळखीचे माहीत असणारे तारकापुंज पाठ्यपुस्तकात दाखवले आहेत - मुलांना विविध आकार शोधायला लावणारी आणि काही तारकापुंजांची माहिती करून देणारी ही कोडीच आहेत.

नक्षत्र किंवा जवळजवळ असणारे तारकांचे समूह प्राचीन काळी मानवाने बघितले आणि त्यांना नावे दिली. आपल्या मोठ्या चक्राकार आकाशगंगेतील सर्वात जवळ असणारे तारे आपण बघू शकतो. ही आकाशगंगा १००,००० प्रकाशवर्षे दूर आहे आणि तिच्यात सुमारे १००,००० लाख तारे आहेत. निरभ्र रात्री साध्या डोळ्यांनी आपण हजारो तारे बघू शकतो. शहराजवळील दिव्यांच्या झगमगाटामुळे आपल्याला अगदी थोडे (शंभराच्या आसपास) तारे बघता येतात. सुमारे तासभर ताऱ्यांचे निरीक्षण केल्यावर तारेसुद्धा आकाशात हलत असल्याचे मुलांच्या लक्षात येईल. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे चंद्र आणि सूर्यासारखेच तारेही उगवतात आणि मावळतात. वर्षभरात पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्यामुळे, रात्री आकाशात तारे पुढे सरकतात आणि नंतर नवीन तारे

आकाशात दिसू लागतात. रात्री ९ वाजता ताऱ्यांचे निरीक्षण केले आणि नंतर ११ वाजता पुन्हा ताऱ्यांकडे पाहिले तर सगळे तारे पश्चिमेकडे सरकलेले दिसतील. पूर्वेला आणखी काही तारे उगवलेले दिसतील तर पश्चिम क्षितीजावर तारे मावळताना दिसतील. बरोबर एक महिन्यानंतर ९ वाजता त्याच स्थानांवर तुम्हांला तारे दिसतील. त्यामुळे निरीक्षणे करताना कुठल्या महिन्यांमध्ये विशिष्ट तारकापुंज, सोयीच्या वेळेला रात्रीच्या आकाशात कुठे असेल हे माहित असणे गरजेचे आहे.

नक्षत्र/तारकापुंज	या महिन्यांमध्ये रात्री ८ ते १० च्या दरम्यान दिसू शकतात.
मृग	डिसेंबर ते एप्रिल
शर्मिष्ठा	सप्टेंबर ते फेब्रुवारी
सप्तर्षी	फेब्रुवारी ते जुलै
बृहद्‌लुब्धक	जानेवारी ते एप्रिल
मिथुन	डिसेंबर ते मे

कृतीपुस्तकातील पान १७ वर काढलेली उत्तरेकडील आणि दक्षिणेकडील आकाशाची चित्रे २०° उत्तर अक्षांशावरून काढलेली आहेत. इतर/वेगळ्या अक्षांशावरून आकाश किंचित वेगळे दिसेल. उत्तरेकडे गेलात तर ध्रुव तारा आणि उत्तरेकडील इतर नक्षत्रे आकाशात वरच्या बाजूला दिसतील तर मृग नक्षत्र आणि व्याध दक्षिणेला क्षितिजावर दिसतील. दक्षिण भारतात उत्तरेकडील तारे खालच्या बाजूला (क्षितिजावर) तर दक्षिणेकडील तारे वरच्या बाजूला दिसतील.

चालवा डोकं!

दिवसापेक्षा रात्री दिव्याचा उजेड जास्त प्रखर वाटतो. मिनी म्हणाली, ''रात्री दिवा आपल्याला जास्त प्रकाश देतो''. तुम्हाला काय वाटतं? अप्पूला वाटतं की दिवसासुद्धा आकाशात चांदण्या असतात. पण आपल्याला त्या दिसत नाहीत. तुम्हाला काय वाटतं?

एका अंधाऱ्या खोलीत मेणबत्ती पेटवली आणि विजेचा दिवा लावला तरी असेच घडते. मेणबत्तीतून तेवढाच प्रकाश मिळत असतो पण विजेच्या दिव्याशी तुलना केल्यानंतर हा प्रकाश आपल्याला मंद वाटतो.

शब्द शिका.

चंद्रकोर	पौर्णिमा	नक्षत्रं/तारकापुंज
फुगीर चंद्र	अमावास्या	तारे
अर्धचंद्र		ग्रह

अभ्यास (६ तास + गृहपाठ)

निरीक्षणांवर आधारित स्वाध्याय

नावे सांगा आणि चित्रे काढा (कृपु पान ४२)

१. बुद्धपौर्णिमा, दसरा (विजयादशमी), बकरीईद, गुरुनानक जयंती, दिवाळी, या सणांच्या दिवशी चंद्राचा आकार कसा असेल ते चित्रं काढून दाखवा.

(विचारा आणि शोधा मधील चंद्राच्या कला पाहा, पान ७४)

काय सारखे? काय वेगळे? (कृपु पान ४२)

१. खाली दिलेल्या गोष्टींमधील दोन सारखे व दोन फरकाचे मुद्दे सांगा

अ. सूर्य आणि चंद्र

ब. एक काडी आणि तिची सावली

क. उगवतानाचा चंद्र आणि आकाशात खूप वर आलेला चंद्र

ड. सूर्योदय आणि सूर्यास्त

उगवणारा किंवा मावळणारा चंद्र बरेचदा लालसर किंवा पिवळसर दिसतो आणि वर आकाशात असणाऱ्या चंद्रापेक्षा मोठा भासतो. इतर उदाहरणांसाठी वेगवेगळे प्रतिसाद शक्य आहेत.

सांगा आणि लिहा (कृपु. पान ४३)

१. चंद्र, सूर्य आणि तारे यांच्यावरच्या काही कविता किंवा गाणी आठवा आणि म्हणा. तुम्ही स्वत: काही नवीन गाणी, कविता तयार करा.

मुलांना खूप कविता आणि गाणी आठवली. बरीचशी गाणी कल्पनारम्य होती. ऋतूंसाठी आठवलेल्या गाण्यांमध्ये असणारा प्रणय आणि निसर्गाचे वर्णन या गाण्यांमध्ये नव्हते.

विचारा आणि शोधून काढा (कृपु पान ४४)

१. **नावे सांगा आणि चित्रे काढा** मध्ये तुम्ही चंद्राचे निरनिराळ्या सणांच्या दिवशी दिसणारे आकार काढलेत. चंद्राच्या विशिष्ट आकाराच्या दिवशी साजऱ्या होणाऱ्या अजून काही खास दिवसांची माहिती जमवा.

हिंदू, मुस्लिम, बौद्ध आणि जैन धर्मियांचे सण चांद्रवर्षावर (श्रीर्परी) आधारित असतात त्यामुळे बहुतेक भारतीय सणांच्या दिवशी चंद्राचा आकार कसा असेल ते सांगता येते. १४ जानेवारीला मकर सक्रांत साजरी केली जाते. सूर्य त्यावेळी मकर राशीत प्रवेश करतो. सौरवर्षाप्रमाणे साजरा करण्यात येणारा हा बहुधा एकमेव हिंदू सण असावा. ख्रिश्चन सणांमधील ख्रिसमस हा सण सौरवर्षाप्रमाणे साजरा केला जातो हे उघडच आहे. वसंतऋतू संपत असताना (२१ मार्च) पहिल्या पौर्णिमेनंतर पहिल्या रविवारी येणारा ईस्टर चंद्राच्या कला आणि सौरवर्ष या दोघांच्याही मदतीने निश्चित केला जातो. अनेक ख्रिश्चन सण ईस्टरनंतर ठरावीक कालावधीनंतर येतात. त्याचप्रमाणे ज्यू धर्मियांचे सणही सौर आणि चांद्रवर्षावर अवलंबून असतात.

काही सणांच्या दिवशी दिसणारा चंद्राचा आकार

अमावास्या - महाशिवरात्र, दिवाळी (लक्ष्मीपूजन), पोळा

बीज (अमावास्येनंतरचा दुसरा दिवस) - रमजान ईद, भाऊबीज

चतुर्थी (अमावास्येनंतरचा चौथा दिवस) - गणेश चतुर्थी

पंचमी (अमावास्येनंतरचा पाचवा दिवस) - वसंतपंचमी (रंगपंचमी), नागपंचमी

दशमी (अमावास्येनंतरचा दहावा दिवस) - मोहरम, बकरी-ईद, दसरा (विजयादशमी)

द्वादशी (अमावास्येनंतरचा बारावा दिवस) - ईद - ए - मिलाद

पौर्णिमा - होळीपौर्णिमा, महावीर जयंती, बुद्धपौर्णिमा, गुरुनानक जयंती, रक्षाबंधन, कोजागिरी पौर्णिमा, दत्तजयंती.

चतुर्थी (चौथ, पौर्णिमेनंतरचा चौथा दिवस) - करवा चौथ

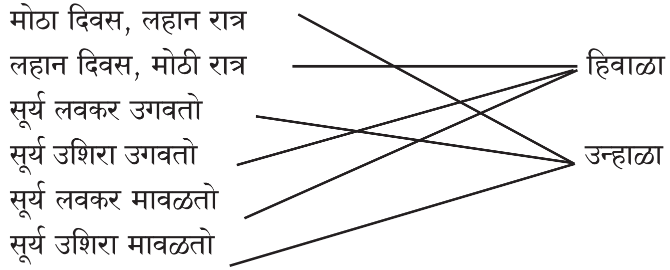
अष्टमी (पौर्णिमेनंतरचा आठवा दिवस) - गोकुळाष्टमी (गोपाळकाला)

२. नक्षत्रांबद्दलच्या काही गोष्टी जमवा.

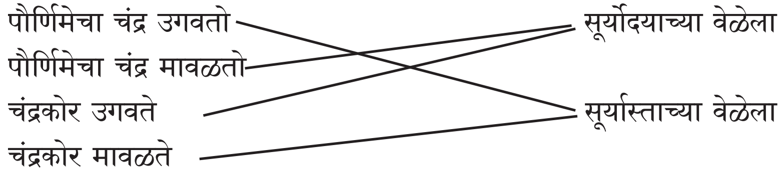
प्राचीन भारतीय आणि ग्रीक परंपरांमधील अनेक कथा सांगता येतील. पान ३४२ वर काही चांगल्या संदर्भग्रंथांची नावे दिली आहेत.

शोधा म्हणजे सापडेल! (कृपु पान ४४)

१. डावीकडील घटना आणि उजवीकडील ऋतू यांच्या जोड्या जुळवा.



२. डावीकडील घटना आणि उजवीकडील वेळा यांच्या जोड्या जुळवा.



३. डावीकडील घटना आणि उजवीकडे लिहिलेल्या दोन दिशा यांच्या जोड्या जुळवा.

सूर्य उगवतो
सूर्य मावळतो
चंद्र उगवतो
चंद्र मावळतो
सूर्यास्तानंतर लगेच दिसणारा पूर्ण चंद्र
सूर्योदयाच्या थोडंसं आधी दिसणारा पूर्ण चंद्र
सूर्यास्तानंतर लगेच दिसणारी चंद्रकोर

पूर्व
पश्चिम

४. कृतीपुस्तकामध्ये दिलेल्या सूचनांप्रमाणे आलेख कागदावर चांदण्या काढा. तुम्ही कुठलं नक्षत्रं काढलं आहे ते आकाशाच्या चित्रांकडे पाहून शोधून काढा.

सप्तर्षी आणि मृग

५. कृतीपुस्तकामधील चित्रे पाहून प्रत्येक चित्रामध्ये किती वाजले असतील याचा अंदाज बांधा.

पहिल्या चित्रामध्ये अर्थातच माध्यान्हीची वेळ दाखवली आहे (दुपारी १.०७) दुसऱ्या चित्रामध्ये सकाळ (सकाळी ७.००) किंवा संध्याकाळही (संध्याकाळी ४.५५) असू शकते.

विचारा प्रश्न! (कृपु पान ४६)
१. दिवस आणि रात्रीबद्दल प्रश्न विचारा. या प्रश्नांची उत्तरे कशी शोधाल याचा विचार करा.

मुलांचे प्रश्न

उन्हाळ्यामध्ये हिवाळ्यापेक्षा दिवस मोठे का असतात ?

उन्हाळ्यातील आणि हिवाळ्यातील दिवसांच्या लांबीचे निरीक्षण केल्यानंतर हा प्रश्न विचारणे नैसर्गिकच आहे. याचे पूर्ण स्पष्टीकरण द्यायचे असेल तर चौथीच्या मुलांच्या आकलन शक्तीच्या/कल्पनाशक्तीच्या बाहेरच्या अवघड अशा पृथ्वीच्या कक्षेशी निगडीत पृथ्वीच्या कललेल्या आसाचा समावेश स्पष्टीकरणात करावा लागेल. तरीसुद्धा रोजच्या साध्या निरीक्षणांमधून त्यांना पुढे विचार करायला उद्युक्त करता येईल. म्हणजे हिवाळ्यापेक्षा उन्हाळ्यात सूर्य आकाशात जास्त वर असतो 'सूर्य उन्हाळ्यात जास्त गरम असतो' असंच आपण याचं वर्णन करतो. क्षितिजावरची सूर्याची उंची सावलीच्या लांबीनुसार मोजतात. जर कृती २ (अ) आणि २ (ब) उन्हाळ्यात आणि हिवाळ्यातही केल्या तर (दिवसाच्या कुठल्याही वेळी) हिवाळ्यातील सावल्यांची लांबी जास्त असते. (पण लक्षात घ्या - उष्ण कटिबंधात सगळ्यात लहान सावली सगळ्यात मोठ्या दिवशी न पडता सूर्य त्या विशिष्ट अक्षांशाच्यावर असतो त्या दिवशी पडते) अशा निरीक्षणांमधून मुलांच्या लक्षात येईल की हिवाळ्यात सूर्य आकाशात (दक्षिणेकडच्या) लहान परीघातून जातो त्यामुळे उन्हाळ्यापेक्षा हिवाळ्यात सूर्य कमी वेळ आकाशात दिसतो.

अजब खजिना!!! (पापु पान २०)

पृथ्वीचा आकार एका मोठ्या गोल चेंडूसारखा आहे. आपण या चेंडूवरच राहतो.
चंद्र हासुद्धा एका चेंडूसारखाच आहे, पण आकाराने पृथ्वीपेक्षा लहान.
आपला सूर्य म्हणजे वायूचा एक प्रचंड मोठा तप्त चेंडू आहे. पृथ्वीपेक्षा तो कितीतरी पटीने मोठा आहे. आपल्या सूर्याप्रमाणेच तारेसुद्धा गरम तापलेले चेंडूच आहेत. पण ते आपल्यापासून फार दूरवर आहेत.
आपल्याला दिसणारे पुष्कळ तारे, आपल्या सूर्यापेक्षाही प्रचंड मोठे आणि जास्त तेजस्वी आहेत.

जर पृथ्वी एवढी मोठी असती

तर चंद्र एवढा मोठा असता

आणि मग सूर्य तर इतका मोठा असता की या पानावर मावलाच नसता.

पूरक स्वाध्याय

१. दिवसाच्या या वेळी सामान्यतः उबदार वाटते की थंड ते लिहा.

पहाट

दुपार

संध्याकाळ

रात्र

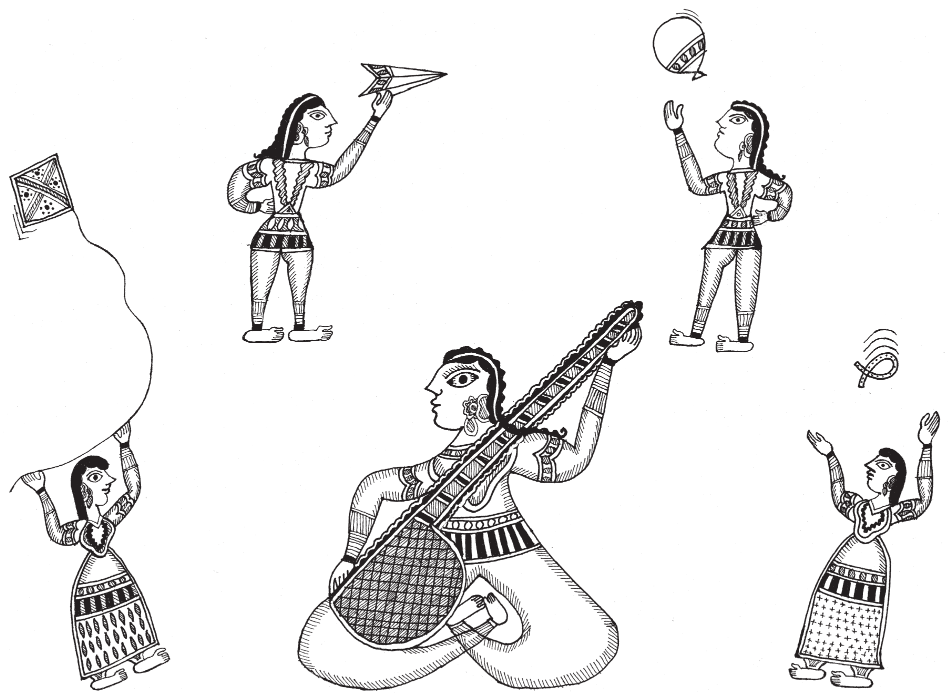
२. मिनी पावसात धावत आहे. भिजू नये यासाठी तिने छत्री कशी धरावी ? (पाऊस सरळ पडत आहे असे समजा.)

३. हवामानाशी संबंधित जुन्या वचनांची चौकशी करा. उदाहरणार्थ कधी कधी रात्रीच्या आकाशात दिसणारे नक्षत्र आणि हवामान यांचा संबंध असतो किंवा निसर्गातील काही गोष्टींच्या निरीक्षणांवर शेतीची कामे आधारित असतात. ही जुनी वचने खरी किंवा उपयुक्त आहेत का ?

४. सर्वात जवळ ते सर्वात लांब अशा खालील शब्दांचा क्रम लावा.

चंद्र, सूर्य, तारे, ढग, एक उडणारा कावळा.

(उडणारा कावळा (१०० मी.), ढग (१-१० किमी), चंद्र (३४०,४०० कि.मी), सूर्य (१५० लाख किमी), तारे (अल्फा सेंटॉरी हा सर्वात जवळचा तारा सुमारे ४ प्रकाश वर्षे दूर आहे.)



भाग २

हवा

तिसरा धडा	गमतीजमती हवेच्या
चौथा धडा	हवेमध्ये असते तरी काय?

दृष्टिक्षेप

उदिष्ट **हवेशी संबंधित विविध गोष्टींचा अनुभव घेणे आणि स्वच्छ जीवनासाठी स्वच्छ हवेचे महत्त्व लक्षात घेणे.**

२.१ हवा हे एक द्रव्य आहे आणि सभोवताली सगळीकडे हवा आहे याचे आकलन होणे . हवा जरी दिसली नाही तरी इतर मार्गांनी तिचे निरीक्षण करता येते हे समजणे.

२.२ हवेचा दाब आणि तिची हालचाल यांच्याशी संबंधित दैनंदिन गोष्टींचा शोध घेणे: हवा दाबून भरता येते, ती वरखाली वाहते. ती वस्तूंना हलवू , ढकलू शकते, वाहून नेऊ शकते, वर उचलू शकते, वस्तूंमध्ये अनपेक्षितरित्या हालचाल घडवू शकते.

२.३ हवेतून वस्तू कशा हालतात, वजन, आकार, आकारमान आणि जोर यांचा या हालचालींवर होणारा परिणाम अभ्यासणे.

२.४ हवेच्या बुडबुड्यांचे निरीक्षण करणे आणि प्रयोग करुन बघणे.

२.५ हवेच्या मदतीने ध्वनी निर्माण करण्याचे विविध मार्ग शोधणे, स्वरांमधील फरक ओळखणे, संगीतातील ध्वनींची तीव्रता व त्यांचा दर्जा ओळखणे. साध्या वाद्याची रचना आणि निर्मिती करणे.

२.६ हवा वायूंचे मिश्रण असते हे समजून घेणे. यापैकी काही वायूंची नावे उदाहरणार्थ, नायट्रोजन, ऑक्सिजन, कार्बन डायऑक्साईड माहीत करुन घेणे.

२.७ जीवनासाठी (म्हणजेच आपल्यासाठी) हवा गरजेची असते- म्हणजेच आपल्याला श्वास घेण्यासाठी हवेची गरज असते हे जाणून घेणे.

२.८ हवेतील ऑक्सिजनचे प्रमाण योग्य राखण्यासाठी वनस्पतींची आवश्यकता असते याची जाण असणे.

२.९ हवा आपल्यासोबत अनेक वास, धूळ आणि इतर सूक्ष्म गोष्टी वाहून नेते हे माहीत असणे.

२.१० आपल्या सभोवताली सर्वत्र सूक्ष्म सजीव (सूक्ष्म जीव) असतात हे समजणे.

२.११ हवा वेगवेगळ्या कारणांनी प्रदुषित होते हे समजणे आणि उत्तम आरोग्यासाठी स्वच्छ हवेची गरज असते हे समजणे.

या घटकात नवीन काय?

पारंपारिक अभ्यासक्रमामध्ये द्रव्य या संकल्पनेपासून पाठाची/विषयाची सुरवात होते. आणि मग त्याचे वर्गीकरण स्थायू, द्रव आणि वायू असे करण्यात येते. होमी भाभा अभ्यासक्रमामध्ये द्रव्याच्या अमूर्त संकल्पनेपासून सुरवात करण्याऐवजी सर्वसामान्य पदार्थांचा (वस्तू, जिन्नस) चा शोध घेण्याचे आम्ही ठरवले. प्राथमिक शाळांसाठी हाच दृष्टिकोन योग्य आहे याची आम्हाला खात्री आहे.

इयत्ता तिसरीच्या 'घर बांधणी' या घटकामध्ये काही पदार्थ (Material) आणि त्यांचे गुणधर्म आहेत. हवा आणि पाणी हे सुद्धा पदार्थच आहेत. इथे द्रव आणि वायूंची ओळख हवा आणि पाणी या घटकांमधून करुन दिली आहे. दैनंदिन वापरातील कापड या सारख्या पदार्थांचा शोध इयत्ता पाचवीमध्ये घेतला जाईल.

वरवर सोप्या वाटणाऱ्या हवेशी संबंधित असणाऱ्या संकल्पना वास्तवात मात्र अतिशय सूक्ष्म आणि क्लिष्ट असतात. उदाहरणार्थ लहान मुलांना काहीच नाही म्हणजे हवा असे वाटते. हवा जागा व्यापते किंवा हवा वस्तूंना ढकलते हे समजण्याची गरज असते. जागा व्यापते ते काय असते हे समजण्यासाठी 'अणू' ही महत्त्वाची संकल्पना समजणे आवश्यक आहे. तिची ओळख चित्रांच्या सोप्या माध्यमातून करुन दिली आहे.

'हवा हा एक पदार्थ आहे' ही कल्पनाच पचविणे आधीच अवघड आहे आणि 'हवा वायूंचे मिश्रण आहे', ती धुलीकण, सूक्ष्मजीव वाहून नेते या संकल्पना समजून घेणे तर त्याहूनही अवघड आहे. या सूक्ष्म संकल्पना विविध आखीव अनुभव, निरीक्षणे आणि (आरेखन) चित्रमाध्यमांच्याद्वारे विद्यार्थ्यांना परिचयाच्या करुन दिल्या आहेत. सविस्तर स्पष्टीकरण दिलेले नाही, तरीही या पलिकडे एखाद्या शिक्षकाने स्पष्टीकरण द्यायचे ठरवले तर त्यासाठी पुरेशी माहिती या पुस्तकात आहे. लहानपणी मिळालेल्या या साध्या परंतू आखीव अनुभवांमुळे एक विचार प्रक्रिया सुरु व्हायला हवी. त्यामुळे नंतर येणाऱ्या संकल्पना अधिक स्पष्टपणे समजू शकतील.

चौथ्या धड्यातील दुसरी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे स्वच्छ हवा तसेच प्रदुषित हवा आणि जीवनासाठी स्वच्छ हवेचे महत्त्व. आरोग्य आणि पर्यावरणाशी संबंधित विषय या पाठात एकत्रित केले आहेत.

वेळापत्रक

तास (३५ मिनिटांची एक तासिका)

धडा ३

तास १ - गोष्ट

तास २ ते २१ - कृती आणि चर्चा

तास २२ ते २६ - स्वाध्याय

धडा ४

तास २७ - गोष्ट

तास २८ ते ३९ - कृती

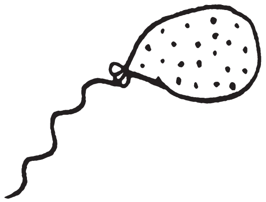
तास ४० ते ४४ - स्वाध्याय

काही स्वाध्याय कृतींसोबत करायचा आहे तर काही स्वाध्याय गृहपाठ म्हणून करावा.

या घटकासाठी जमवायचे साहित्य आणि माहिती

धडा ३- कागदी किंवा प्लास्टीकच्या पिशव्या, तीन काचेचे पेले, सायकलचा पंप, किंवा पिचकारी, एक मोठे वर्तमान पत्र किंवा कार्डबोर्ड, वेगवेगळ्या आकारांच्या बिया, डिंक, कात्री, स्ट्रॉ, वाटी, साबण/साबणचुरा, शँम्पू, ८ सारख्या रिकाम्या बाटल्या, फुगे, रबर बँड, एखादे वाद्य.

धडा ४-फुगे, भरलेली सोड्याची बाटली, कार्डबोर्डचे तुकडे, पांढरे सुती कापड किंवा कागद, दोरी किंवा पिना/ टाचण्या, व्हॅसलिन, भिंग.



तिसरा धडा

गमतीजमती हवेच्या!

एक हवेशीर गोष्ट! गोष्ट (१ तास, पापु पान २३)

मिनी अगदी चोर पावलांनी खोलीत शिरली. तिनं तोंडात काहीतरी लपवलं होतं. त्यामुळेच तिचं तोंड पुरीसारखं टम्म् फुगलं होतं.

''ए मिने! तू काय खाते आहेत?'' अप्पू म्हणाला. ''मला पण दे ना?''

मिनीने अप्पूचे दोन्ही हात धरले आणि आपल्या गालांवर आपटले.

''फुर्रर्रप्'', एक मजेदार आवाज आला. ''हट्! तुझ्या तोंडात तर काहीच नाही!'' अप्पू निराश होऊन म्हणाला,''अंहं! काहीतरी आहे, नक्कीच आहे!'' मिनी म्हणाली. ''हवा आहे हवा!'' असं म्हणून मिनी हसायला लागली. ''हवा?'' अप्पू आश्चर्याने उद्गारला.

इकडे तिकडे चोहीकडे
कोपऱ्यांमध्ये आणि फटींमध्ये
त्या पाण्याच्या बुडबुड्यांमध्ये?
जमिनीवर आणि जमिनीखालीसुद्धा
आहे तरी कोण?

ती फिरते, ती वाहते
ती गाते, ती शीळसुद्धा घालते!
उंच भरारी मारणाऱ्या पक्ष्यांच्या
पंखांची ताकदसुद्धा बनते!
तिच्यामुळेच होते पानांची सळसळ,
तिच्याबरोबरच तुम्ही करता धावपळ.

पाहायला जाल तर
कधीच ना दिसते
शोधायला जाल तर
कधीच ना सापडे
तरीही... ती असते
इकडे तिकडे चोहीकडे!

वर्गातील अनुभव

मुलांना कविता व गोष्ट खूप आवडली. मिनीची नक्कल करायला त्यांना मजा वाटली. ‘मिनीच्या तोंडात येण्यापूर्वी ही हवा कोठे होती ?’ मुले म्हणाली, ‘ती हवा बाहेरून आली असेल किंवा तिच्या शरीरातूनच आली असेल व जेव्हा तिचे गाल दाबले तेव्हा ही हवा मोकळी होऊन बाहेर पडली असेल. मिनी खोलीत येण्यापूर्वी तिच्या मनात कोणते विचार असतील? असं विचारल्यावर फक्त एका मुलाने (बरोबर) सांगितलं की मिनी काहीतरी खात आहे असं वाटायला लावून तिला अप्पूला फसवायचं होतं. काही म्हणाले तिला अप्पूला चकीत करायचं होतं तर काही म्हणाले तिला मजेशीर आवाज काढायचा होता. यावरून माझ्या लक्षात आलं की गोष्टीतील मुख्य मुद्दा मुलांच्या लक्षात आला असला तरी काही बारकावे, या कृतीमागील कारणे व अपेक्षा लगेचच समजल्या नाहीत.

गोष्टीतील नवीन शब्द

(यातील बरेचसे शब्द मुलांना माहीत होते पण आठवत नव्हते.)

मागितले, पंजा, शीटी, उद्गारला, भरारी

कृती

हवा सगळीकडे असते!

१. हवा कशाच्याही आत असते. (२ जोड तास, संबंधित स्वाध्यायांवर चर्चा, पापु पान २४, कृपु.पान ४९)

अ. एक कागदी किंवा प्लास्टिकची पिशवी घ्या. मोकळी करुन उघडा. रिकामी असल्याची खात्री करून घ्या. ती जोराने चुरगळा, दाबा. तुम्हाला हे सहज करता आले का? पिशवीची घडी घालता आली का? आता ही पिशवी पुन्हा उघडा. या वेळेस पिशवीचे तोंड घट्ट बंद करा. आता ही पिशवी दाबता येते का? पिशवीच्या आत काय आहे?

आ. तुमच्या हाताच्या तळव्याने बंद पिशवीला एक जोरात फटका मारा. फट्ट .... काय झाले? (कृती पुस्तक पान ४९)

वर्गातील अनुभव

आधीच्या आठवड्यात मी मुलांना वर्तमानपत्राचा कागद, खाकी कागद, प्लॅस्टिक यापासून बनवलेल्या व वापरलेल्या पिशव्या, पोस्टाची पाकिटे जमा करायला सांगितली होती. कृती करताना काही छोट्या समस्या आल्या. पिशवीचे तोंड घट्ट धरलं नाही तर हवा आत राहत नाही. (प्लॅस्टिकच्या पिशवीच्या तोंडाला पीळ घालून ती बंद केली तर कागदाच्या पिशवीपेक्षा जास्त बरं पडतं.) काही पिशव्यांना भोकं पडलेली असतात, पण त्यामुळे अनायसे मुलांच्या लक्षात आलं की हवा भोकांमधूनही निसटू शकते. पिशव्या फोडून 'फट्ट' आवाज काढणे मुलांना फार आवडले.

यानंतर जास्त गंमत आणण्यासाठी मी हवेने भरलेल्या (फुगवलेल्या) आणि तोंड घट्ट बांधलेल्या प्लॅस्टिक पिशवी सोबत थोडे तांदूळ भरून एक पिशवी ठेवली. एक पिशवी दुसरीपेक्षा खूपच हलकी होती तर दोन्ही पिशव्या चेपून बघणं व आत काहीतरी आहे हे अनुभवणं शक्य होतं. बांधलेली पिशवी चेपून बघण्यामुळे आत काहीतरी आहे हे मुलांना अनुभवता आलं.

'हवा सर्वत्र आहे' यावर येथे चांगली चर्चा झाली (पृष्ठ ११४-११५ वरील वर्गचर्चा १ व २ पाहा.)

इ. तीन काचेचे पेले घ्या. त्यातला एक उभा ठेवा. दुसरा पेला आडवा ठेवा आणि तिसरा पेला उपडा ठेवा. या तिन्ही पेल्यांमधल्या हवेचे काय झाले असेल याचा विचार करा. स्वत: अंदाज करून उत्तर द्या.

तिन्ही पेल्यांमध्ये हवा आहे का? पेल्यामधली हवा कायम आतच राहते का? ती पेल्याच्या बाहेर कधी येते का? बाहेरची हवा आत जाते का?

विद्यार्थ्यांच्या पर्यायी संकल्पना / धारणा

'हवा सर्वत्र आहे' या विषयावरील चर्चेनंतर अनेक मुलांनी उपड्या ग्लासमध्येही हवा असते हे मान्य केलं. पण अनेकांना असं वाटलं की उभ्या ग्लासमधील हवा ग्लासमध्येच राहते व उपड्या ग्लासमधील हवा बाहेर निघून जाते.

चर्चेच्या शेवटी अनेक मुलांनी मान्य केले की सर्व ग्लासांमध्ये हवा आहे व ती सारखी आतबाहेर जात असते कारण ती कुठेही जाऊ शकते.

हवेच्या या हालचालीला 'हवेचे वहन' म्हणतात. हवेचे रेणू हे यादृच्छिकपणे सर्व दिशांनी १८०० किमी/तास या वेगाने फिरत असतात (पृष्ठ ९४ पाहा). हे रेणू मिळेल त्या दिशेने पेल्याच्या बाहेर निघतात बाहेरील रेणू हा 'वारा' नाही कारण हा कोणत्याही एका दिशेने निघालेला प्रवाह नाही.

चालवा डोकं!

प्लास्टिकच्या पिशवीची घडी घालणं सोपं कधी होतं? तोंड उघडं असताना की तोंड बदं असताना?

मुलांची निरीक्षणे

पिशवीचे तोंड बंद केल्यावर आतली हवा (किंवा तांदूळ) कोंडली गेली. तांदूळ भरलेल्या पिशवीचे तोंड उघडले व ती चुरगळल्यावर काही तांदूळ बाहेर पडले. अशाच प्रकारचे काही हवेबाबत घडत असेल असा विचार मुलं करू शकली.

'फट्ट' असा आवाज कशामुळे झाला? पिशवी फाटली का?
दाबल्यावर फाटली नसेल तर त्याचे कारण काय? असे अचानक मोठ्याने येणारे आवाज अजून कुठल्या पद्धतींनी काढता येतील?

कृती ६ (हवा आवाज करते) केल्यानंतर 'फट्ट' आवाजाची आम्ही चर्चा केली. मुलांनी अचानक म्हणजे पटकन् मोठा, अनपेक्षित असा अर्थ लावला.

कागदी पिशवी फुटल्याने जो आवाज येतो तो फारच कमी काळ टिकतो व हवा लवकर निसटून जाते. असा आवाज हा तरंगांचा परिणाम आहे. मुलांनी दिलेली उदाहरणे - फुगा, टायर, विजेचा दिवा फुटणे, फटाका, घरातील गरम पाण्याचा गिझर फुटणे, काच फुटणे, तसेच मारणे, पडणे, टाळ्या वाजविणे यातून निर्माण होणारे तीव्र आवाज.

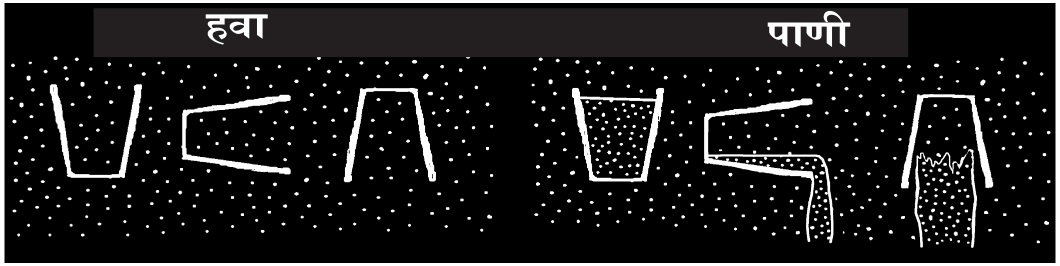
मी विचारले की, "मोठा आवाज येण्यासाठी टाळी कशी वाजवावी?" मुलांच्या लक्षात आले की बोटे एकमेकांवर आपटून वाजवलेल्या टाळीपेक्षा पंजाची टाळी अधिक मोठ्ठा आवाज काढते. टाळी वाजवताना दोन्ही पंजाना खोलगट वाटीसारखा आकार दिला तर पंजांमध्ये जास्त हवा अडकली जाते व आवाज जास्त मोठा येतो. मी त्यांना हे ही दाखवून दिलं की जेव्हा हवा पटकन निसटते तेव्हा धमाकेदार आवाज होतो व जेव्हा ती हळूहळू निसटते (उदा. फुगवलेल्या फुग्याचे तोंड उघडले) तेव्हा दीर्घ शिट्टीसारखा आवाज येतो.

पिशवी का फाटते? या प्रश्नावर मुलांनी आतील हवेला बाहेर पडण्यासाठी काहीना काही मार्ग शोधावा लागतो हे वेगवेगळ्या प्रकारांनी सांगितले. मी विचारले की "हवा बाहेर पडताना एखाद्या विशिष्ट ठिकाणीच का बाहेर पडते, दुसरीकडून का पडत नाही?" यावर मुलांनी फाटलेल्या पिशव्यांचं बारकाईने निरीक्षण केले. तेव्हा त्यांच्या लक्षात आलं की सगळ्या पिशव्या ह्या एकतर घडीवर किंवा तुलनेने पातळ व कमी मजबूत असलेल्या जागी फाटल्या होत्या. हवेने निसटण्यासाठी सोप्यात सोप्पी जागा शोधली होती. मुलांच्या हेही लक्षात आलं की घडी घातल्यामुळे कागदाचे तंतू फाटले होते.

समजा त्या तीन पेल्यांमध्ये हवेच्या ऐवजी पाणी भरलं आहे. कुठल्या पेल्यामधून पाणी बाहेर सांडेल? पाण्याचं वाहणं आणि हवेचं वाहणं यामध्ये काही फरक आहे का?

फक्त दुसऱ्या व तिसऱ्या ग्लासमधून पाणी बाहेर आलं. पहिल्या ग्लासमधून बाष्पीभवन झाल्याशिवाय (म्हणजेच पाण्याचे वाफेत) वायूरूपात रूपांतर झाल्याशिवाय बाहेर येत नाही. मी फळ्यावर ग्लासमधील हवा व पाणी दर्शविणारी काही चित्रे काढली.

फळ्यावरील काम

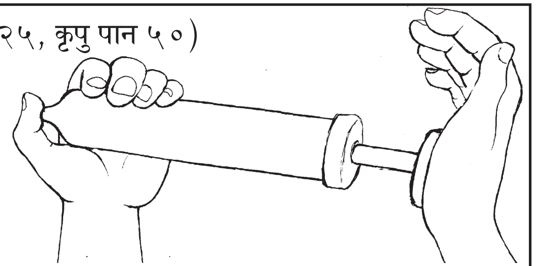


हवा भरलेले ग्लास पाणी भरलेले ग्लास

चित्रातील ठिपके हवा अथवा पाण्याचे रेणू दर्शवितात. सर्व रेणू सतत हालचाल करतात. हवेचे रेणू ग्लासमधून सतत आत बाहेर जात असतात पण ती हालचाल आपल्याला जाणवत नाही. पाण्याचे रेणू पाण्यात हालचाल करतात, पाण्यातून हवेत व हवेतून पाण्यात अशीही हालचाल करतात.

२. तुम्ही हवा दाबून भरू शकता (१ तास; पापु पान २५, कृपु पान ५०)

एखादा सायकलचा पंप, पिचकारी किंवा सुई नसलेली इंजेक्शनची सिरींज घ्या. तिचं तोंड घट्ट बंद करा आणि तिचा दट्ट्या जोराने आत ढकला. नंतर दट्ट्या सोडून द्या. काय घडलं? कृती पुस्तकातील पान ५० वर वर्णन लिहा.



वर्गातील अनुभव

कृती करण्यापूर्वीच काय होईल (दट्ट्या हलेल का?) याचा अंदाज करण्यास मी मुलांना सांगितले. एक तृतियांश मुलांनी सांगितले की दट्ट्या सरळ, सहजपणे आत जाईल. उरलेले एक तृतियांश म्हणाले की दट्ट्या अर्धे अंतर जाईल व उरलेले म्हणाले दट्ट्या अजिबात हलणार नाही. या कृतीचा जो परिणाम मुलांनी पाहिला त्याने ते आश्चर्यचकित झाले. नंतर मी या कृतीचा निष्कर्ष, स्पंज अथवा रबर चेपणे, खोलीभर फिरणाऱ्या मुलांना छोट्या जागेत मर्यादित करणे अशा कृतींशी तुलना करून पडताळा घेतला.

प्रात्यक्षिकांसाठी सूचना

पंप गळका नसणे व त्याचे तोंड घट्ट बंद करणे गरजेचे आहे. बऱ्याच मुलांना घट्ट धरता न आल्याने मी करून

दाखवल्यावरच प्रयोग यशस्वी झाला. दट्ट्या काही सेमी आत सरकविण्यासाठीही मला खूप जोर लावावा लागला. (दट्ट्याची हालचाल अतिशय कमी असल्याने मला सतत मुलांचे लक्ष याकडे वेधावे लागले) तोंडावरील दाब काढल्यावर दट्ट्या पुन्हा पूर्वस्थितीत आला. जर चुकून काही हवा बाहेर गेली तर हे शक्य होत नाही असं का घडलं ते एका मुलाने चांगल्या प्रकारे व्यक्त केलं. तो म्हणाला की दट्ट्या पुन्हा पूर्वस्थितीत येतो कारण 'वरच्या भागात हवेची दाटी झाली आहे'. येथे वर्गचर्चा ३ हा भाग घेतला.
आम्ही फुग्यातील हवेला दाबण्याचाही प्रयत्न केला पण ते काही नीट जमलं नाही. एकीकडे दाबलं की हवा फुग्याच्या दुसऱ्या भागात जात होती. फुग्यात हवा कमी असेल तर तो ताणला जातो व हवेला जागा करून देतो. पण जर तो हवेने पूर्ण भरला असेल तर तो फुटतो. सिरींज किंवा पंपाच्या तुलनेत फुगा तेवढा टिकाऊ नाही म्हणून तो आतल्या हवेवर पडलेला जास्तीचा भार सहन करू शकत नाही.

चालवा डोकं!

फुगे, फुटबॉल, सायकलचे चाक आणि अशा कितीतरी वस्तूंमध्ये आपण हवा भरतो. या गोष्टींमध्ये आपण हवेच्याऐवजी दुसरं काहीतरी भरलं तर काय होईल? समजा आपण पाणी, वाळू किंवा कागदाचे बोळे भरले तर ...?

फुगे, फुटबॉल, टायर व इतर हवा भरण्याची खेळणी पाण्याने किंवा इतर कशाने भरली तर ती खूप जड होतील व त्यांना हलवणे, फेकणे, इत्यादी अवघड होईल. वाळूने भरलेला फुटबॉल मारण्याच्या प्रयत्नात तुमच्या पायाला दुखापतही होऊ शकते. अशा प्रकारच्या चर्चेची नंतर मुलांना वजन व क्रिया/प्रतिक्रिया विषयींच्या संकल्पना स्पष्ट होण्यास मदत होऊ शकते.
हवा हलकी आहे व तन्य आहे. 'तन्य' म्हणजे एखादी गोष्ट दाबून नंतर दाब काढून घेतल्यावर ती पुन्हा पूर्वस्थितीत येते. फुटबॉल उसळतो कारण त्यात तन्य अशी हवा भरलेली असते. जर हवेऐवजी पाणी, कागद किंवा वाळू भरली तर तो उसळणार नाही. स्टील जड असते पण त्यात तन्यता असते. त्यामुळे स्टीलचा चेंडू फेकणे अवघड जाते पण तो व्यवस्थित उसळतो.

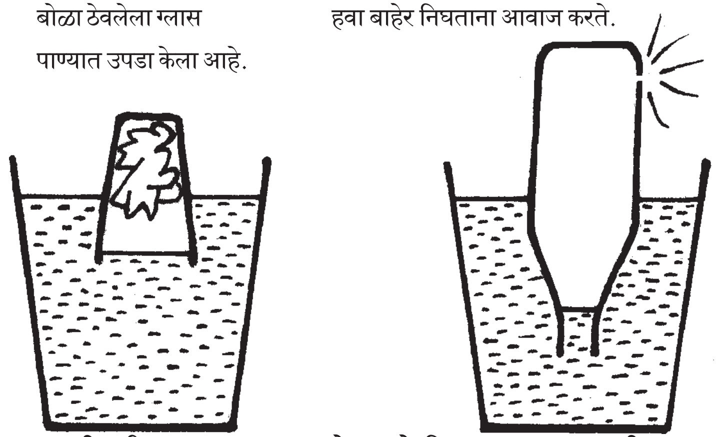
पूरक कृती

हवा हे द्रव्य आहे ही मूळ संकल्पना मुलांना समजली तर यापुढचेही प्रयोग व चर्चा त्यांच्याबरोबर करता येऊ शकते, उदा- पुढील गोष्टी दर्शविणारे प्रयोग दाखवू शकता.

(अ) रिकाम्या उपड्या ग्लासच्या आत काहीतरी आहे.

(ब) तिच्यावर दाब पडल्यास ती कमी जागा व्यापते.

(क) मार्ग मिळाला तर ती निसटते व निसटणारी ती हवा आहे याचा प्रत्यय घेता येतो.



प्रयोग व अनुमान

पाण्याने भरलेल्या बादलीत रिकामा ग्लास उपडा ठेवून तो तिरका न करता खाली ढकलण्याचा प्रयत्न करा. हे करणं अवघड जातं. आता हा रिकामा ग्लास उपडा करून पाण्यात ढकलण्यापूर्वी त्यात चुरगळलेल्या कागदाचा अथवा हातरुमालाचा बोळा ठेवा व पाण्यात आतवर बुडवा. कागद किंवा कापड कोरडं राहतं. पाण्याला आत शिरण्यापासून कोणीतरी रोखतं. पण ग्लास त्याच्या कडेच्या आत काही मिलीमीटर अंतरापर्यंत ओला झाल्याचेही तुमच्या लक्षात येईल. कदाचित पाण्याने एका विशिष्ठ पातळीपर्यंत आत प्रवेश केला कारण ती आतली वस्तू कमी जागेत चेंगरली गेली असावी.

कोणी असाही अंदाज करेल की ग्लासच्या आतील काही घटक पाण्यात विरघळले असतील. असे पर्यायी निष्कर्ष निघणे शक्य आहे. प्रयोग आणि चर्चा करून अपेक्षित असे अनुमान काढणे आणि ते चुकीचे आहे हे मान्य करण्यास सिद्ध राहणे हीच तर विज्ञानाची गंमत आहे !

प्रात्यक्षिकासंबंधी सूचना

या प्रयोगासाठी वेगवेगळ्या आकाराची भांडी वापरता येतील. वाकड्या केलेल्या रुंद तोंडाच्या ग्लासमध्ये पाणी चटकन शिरते. पातळ प्लॅस्टिक अथवा थर्माकॉलचा ग्लास (रेल्वे स्टेशनवर चहासाठी देण्यात येतो तसा) वापरल्यास त्याच्या तळाला पिनेने छोटे भोक सहजपणे तुम्हाला करता येईल. यामुळे पाणी सहजतेने आत येते व ग्लास ओला होतो. जर मोठी वस्तू उदा. प्लॅस्टिकची बाटली वापरली तर तिला पाडलेल्या भोकातून हवा बाहेर जाताना अनुभवता व ऐकता येते कारण ती 'फुस्स' असा आवाज करते.

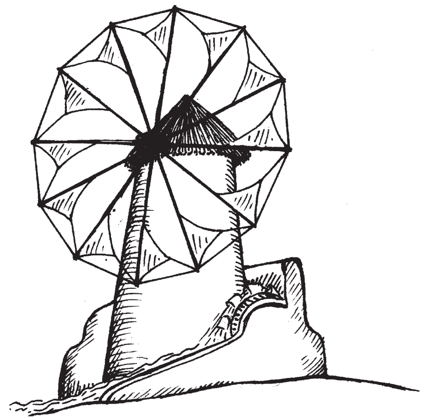
३. हवा इकडून तिकडे जाते आणि वस्तूंना ढकलते सुद्धा!

अ. हलणाऱ्या हवेला वारा म्हणतात. हवेबरोबर हलणाऱ्या काही गोष्टी तुम्ही नक्कीच पाहिल्या असतील. त्यांची एक यादी तयार करा. (कृती पुस्तक पान ५०) (बाहेर कृती करण्यासाठी जोड तास - खेळाच्या तासाशी जोडता येईल - नंतर २ तास चर्चा)

वर्गातील अनुभव

मुलांनी दोरीवरील कपडे, पाने, हवेत लहरणारा झेंडा, पतंग, शिडाची होडी अशी उदाहरणे दिली. यापैकी अनेक उदाहरणे प्रकरण १ मधील चर्चेत आली आहेत.

पाठ्यपुस्तकात वीजनिर्मितीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या आधुनिक पवनचक्कीचे चित्र दर्शविले आहे. औष्णिक व मोठ्या जलविद्युत केंद्रामुळे जसे पर्यावरणाचे नुकसान होते तसे पवनऊर्जा केंद्रामुळे होत नाही. वाऱ्याचा वीजनिर्मितीसाठी वापर ही भारतातील तुलनेने अलिकडची प्रगती आहे. आजतागायत भारताच्या पवनऊर्जेच्या अंदाजित क्षमतेपैकी जी २०,००० (MW) आहे, फक्त १००० (MW) ऊर्जा सध्या निर्माण करण्यात येते.



जुन्या इंग्रजी कथांमध्ये पवनचक्की व पिठाच्या गिरणी चालवणाऱ्याचा उल्लेख आहे. अनेक शतके युरोपमध्ये विशेषत्वाने ग्रीस, बेल्जिअम व हॉलंडमध्ये पवनचक्क्या वापरात होत्या. त्या पवनचक्क्यांना मोठे चक्र असे व त्याला लावलेली कापडी शिडे दुमजली इमारतीएवढी उंच होती. या चक्राचा मधला दांडा विविध उपकरणांना जोडता येत होता.

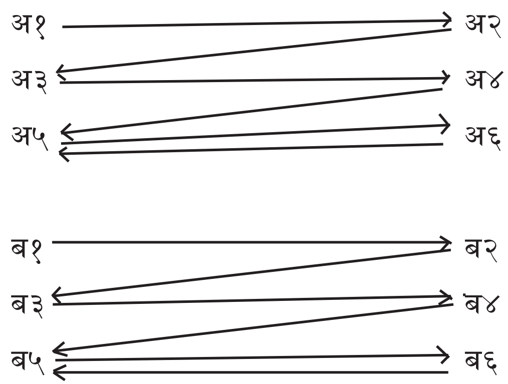
उदाहरणार्थ, गहू, मका, दळण्याची चक्की, विहिरीतून पाणी उपसणे, लोखंड घडवण्यासाठीचा भाता, लाकूड कापण्याची करवत आणि नंतर सूत कातणे, मळणीचे यंत्र, विणकाम, इत्यादी सर्वांकरता पवनचक्कीचा उपयोग होत असे. भारतात मात्र पवनचक्क्यांपेक्षा पाणचक्क्या (वाहत्या पाण्यावर चालणाऱ्या) अधिक प्रमाणात वापरल्या जात. याचं कारण असंही असेल की पारंपारिक स्पृश्य अस्पृश्यतेच्या कल्पनांमुळे कुटुंबांमध्ये धान्य हे घरीच दळलं जात होतं व गिरण्याही सहज वापरात येण्यास बराच काळ लागला.

३ ब व ४ ड मधील कृती क्रीडाशिक्षकाच्या मदतीने केल्या. ३ ब ही कृती रीले शर्यतीप्रमाणे केली. खेळाच्या तासाला बाहेर जाण्यापूर्वीच मुलांना या शर्यतीचे नियम समजावून दिले.

आ. एखादं मोठ्ठं कार्डपेपर किंवा वर्तमानपत्रं उघडून हातात धरा आणि धावा. वारा वाहत असेल तर वाऱ्याच्या दिशेने धावून बघा. आणि नंतर वाऱ्याच्या विरुद्ध दिशेने धावून बघा. काय फरक जाणवतो?

वर्गातील अनुभव

वर्तमानपत्राची रीले शर्यत : ही शर्यत दोन संघात होते. अ व ब एका प्रकारात प्रत्येक संघ दोन गटात विभागला जातो. उदा. (अ१, अ३, अ५) व (अ२, अ४, अ६) प्रत्येक संघातील पहिला खेळाडू (अ१ / ब१) काठी घेऊन धावतो व दुसऱ्या गटातील पहिल्या खेळाडूकडे ती सुपूर्त करतो. (अ२ किंवा ब२). तो धावत परत येतो व पहिल्या गटातील दुसऱ्या खेळाडूला काठी देतो (अ३ किंवा ब३) व असेच पुढे सुरू राहते. पुढील चित्रात हा क्रम दर्शविला आहे.

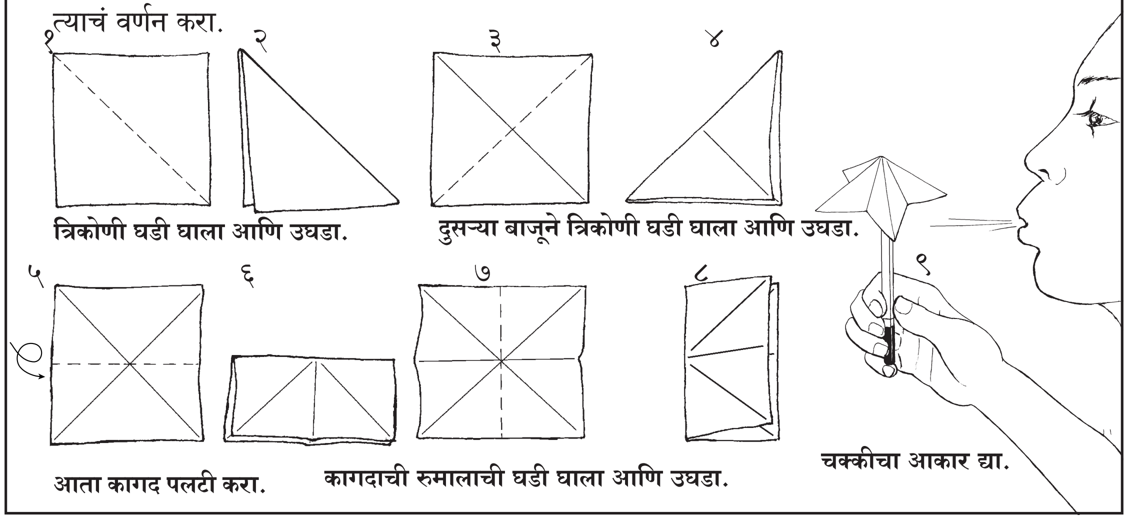


येथे काठीऐवजी आम्ही वर्तमानपत्राचा दुहेरी कागद गुंडाळी करून किंवा अर्ध्यात घडी घालून वापरला (वर्तमानपत्राचा एकेरी कागद सहजतेने फाटतो) मुलांना कागद कसा धरावा, आधी कोण धावणार तो कागद पुढे कोणाला देणार, शर्यत कुठे संपणार हे समजण्यासाठी आधी सरावांची धाव घेतली. या कृतीमुळे मजा आली आणि वर्गाच्या संघभावनेतही वाढ झाली.

मुलांची निरीक्षणे

‘हा खूपच शांत दिवस होता’ उघडे वर्तमानपत्र हातात धरून धावणे अवघड गेले. ‘वर्तमानपत्र आम्हाला मागे ढकलत होते’ ‘हे बोटीच्या शिडासारखे वाटले’ ‘वर्तमानपत्र घडीवर फाटले.’
उघडे वर्तमानपत्र धरून धावण्याची तुलना उघडी छत्री घेऊन धावण्याशी केली. जर वारा योग्य दिशेने वाहत असता तर त्याची धावण्याला मदत झाली असती.’
शिडाची होडी नेहमीच वाऱ्याच्या दिशेने कशी हाकली जाते असे एका मुलाने विचारले. (पाहा विद्यार्थ्यांचे प्रश्न)

इ. एक **भिरभिरं** बनवा. ६ सें.मी. बाजू असलेला कागदाचा चौरस घ्या. त्याला खाली दाखवल्याप्रमाणे घड्या घाला. तो कागद पेन्सिलच्या टोकावर धरा आणि एका बाजूने हलकेच फुंकर घाला. काय घडले त्याचं वर्णन करा.



या सोप्या कृतीची तुलना ५ व्या प्रकरणातील पाणचक्कीशी होऊ शकते.

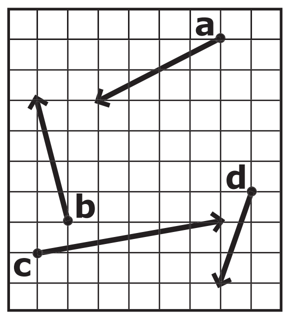
१ व २ क्रमांकाच्या कृती या स्थिर हवेत म्हणजेच वारा वाहत नसताना करायच्या आहेत. आपल्याला जरी हवा स्थिर आहे असे वाटले तरी प्रत्यक्षात मात्र हवेचे रेणू अत्यंत वेगाने विविध दिशांना फिरत असतात. हवेच्या रेणूंची गती ही कक्ष तापमानाला जवळजवळ ताशी १८०० किमी असते. गरम हवेत हे रेणू अधिक वेगाने हालचाल करतात. हालचाल करताना ते त्यांच्या मार्गात येणाऱ्या वस्तूंवर आदळतात. ते ज्या भांड्यात असतात त्याच्या भिंतीवर धडका देतात (उदा. पिशवीच्या कागदावर अथवा प्लॅस्टिक किंवा फुग्याच्या रबरवर) परिणामी पिशवी भरल्यासारखी वाटते व फुगा फुगलेला राहतो. या धडका देण्यालाच आपण 'हवेचा दाब' म्हणतो. तुम्ही जेव्हा फुगा दाबता तेव्हा आतील हवेचे रेणूही एकमेकांच्या जवळ ढकलले जातात. त्यामुळे आता फुग्याच्या आतील कोणत्याही भागात जास्त संख्येने हवेचे रेणू उसळ्या घेत असतात. त्यांच्या धडकेची तीव्रता अथवा 'दाब' जास्त असतो. यामुळे फुग्याचे रबर अधिक ताणलेले तुम्हाला दिसेल. कागद अथवा प्लॅस्टिक एवढे ताणले जात नाही. त्यामुळे ते फाटते.

पूरक कृती

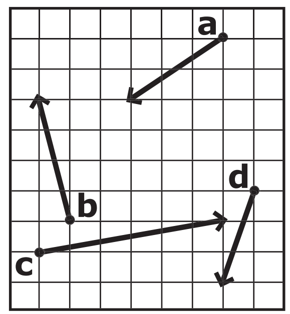
मुलं या संकल्पनेचं पुढीलप्रकारे नाट्यीकरण करू शकली. एका मोठ्या दोरीच्या सहाय्याने मोठे वर्तुळ तयार करा व अशी कल्पना करा की हा फुगा आहे. काही मुले वर्तुळात धावतील, तेव्हा कल्पना करा की ती मुलं म्हणजे हवेचे रेणू आहेत. फुग्याच्या बाहेर असलेली मुले दोर हलवून फुग्याला दाबल्यासारखे भासवतात. आता काय घडेल ते आतल्या मुलांना अभिनित करायचे आहे. आता ती मुले वेगळ्या जागेत किंवा कमी जागेत स्वतःला सामावण्यास बाध्य होतात. फुगा फुटला तर काय होईल तेही मुले अभिनय करून दाखवू शकतात.

कृती ३ मध्ये अजूनही हवेचे स्वतंत्र रेणू वेगाने व कोणत्याही दिशेने फिरतात पण आता पूर्ण हवेचे वस्तुमानही गतीमान होते. ही गती फारच मंद आहे किंवा हे केवळ विचलन आहे ज्यात सर्व रेणू एकत्रितपणेही एका विशिष्ट दिशेने गतीमान होतात या विचलनालाच 'वारा' म्हणतात. (आकृती पाहा.)

वारा नाही



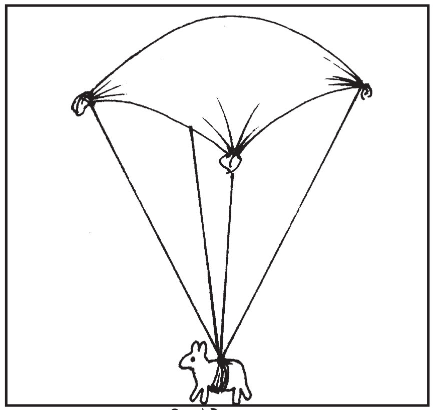
वारा



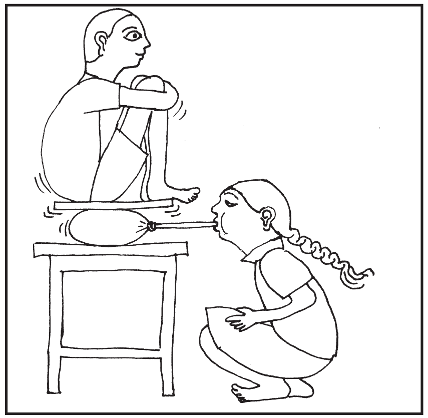
डावीकडील आकृतीत हवेच्या चार रेणूंच्या गतीची एकूण बेरीज शून्य होते म्हणून हवा स्थिर आहे. पण उजवीकडील चार हवेच्या रेणूंच्या गतीची बेरीज केल्यास असे दिसून येते की हवा डावीकडून उजवीकडे वाहते.

३ ब मध्ये तुम्ही हवेच्या विरुद्ध दिशेने गतीमान होता म्हणून 'वारा' जाणवला. तुम्ही स्थिर आहात व तुमच्या विरुद्ध दिशेने हवा वाहत आहे किंवा हवा स्थिर आहे व तुम्ही गतीमान आहात या दोन्ही स्थितींचा परिणाम एकच आहे तो म्हणजे तुम्हाला वाऱ्याची जाणीव होते.

हवेवर आधारित काही साध्या सोप्या कृती पुढील आकृत्यांमध्ये दर्शविल्या आहेत.



कापडी पॅरेशूट



हवा वजन उचलू शकते
(फुग्यातील घातलेल्या स्ट्रॉमधून हवा भरा)

(४ तास + गृहपाठ; पापु पान २७)

आपण खाली टाकलेल्या तर सर्वच वस्तू सरळ खाली का पडत नाहीत ? गुरुत्वाकर्षण हे सर्वच वस्तूंना खाली खेचते. जर हवा नसती तर कोणतीही आधारहीन वस्तू सरळ खाली पडली असती. तुम्ही जर कोणतीही वस्तू समोर फेकली तर ती वस्तू खाली पडतापडता पुढेही जात राहते. (ती वस्तू खाली येताना परवलयांकीत मार्ग घेते.)

पण प्रवाही पदार्थातून (उदा. हवेतून) हालचाल करणाऱ्या पदार्थाला विरोधी बलाला तोंड द्यावे लागते. या विरोधामुळे छोट्या वस्तू (उदा. ढगातील पाण्याचे अथवा बर्फाचे सूक्ष्म कण किंवा पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ४०-४१ वर दाखविलेल्या छोट्या वस्तू) अत्यंत कमी वेगाने खाली येतात. हा वेग इतका कमी असतो त्यामुळे त्या वस्तू जवळजवळ हवेत तरंगतातच व वाऱ्याबरोबर वाहत जातात. विविध वस्तू हवेबरोबर वाहून नेल्या जातात, त्या वाऱ्याच्याच वेगाने गतीमान असतात. पण अनेकदा वस्तू वेगळ्या गतीने वाहतात म्हणजेच वाऱ्यापेक्षा त्यांचा वेग कमी अथवा जास्त असतो. या स्थितीत या वस्तूंवर जे बल असतं त्याला 'उद्वाहक बल' म्हणतात. पक्षी, कीटक व इतर उडणारे प्राणी स्वसामर्थ्यावर हवेतून विहरतात, विमाने इंजिनाच्या जोरावर हालचाल करतात, चेंडू व खेळण्यातील विमाने ही माणसाने वर फेकलेली असतात तर पाने, बिया वाऱ्यामुळे वाहून नेली जातात. या सर्व वस्तू त्यांच्या जवळून जाणाऱ्या हवेमुळे वरच्या अगर खालच्या दिशेने 'उंचावल्या' जातात. हवेच्या उद्वाहक बलाची प्रचिती घेण्याकाठी एक कागदाची पट्टी घ्या. तिची अरुंद बाजू तोंडाजवळ धरून तिच्या वरच्या पृष्ठभागावर फुंकर घाला. ती पट्टी वरच्या बाजूला उडेल. हवेतून जाताना हे पदार्थ वर उचलले जातात त्याचप्रमाणे हवेच्या प्रतिरोधामुळे त्यांचा वेगही कमी होतो. वेग कमी करण्याच्या बलाला 'गतिरोधक बल' म्हणतात. गतिरोधक बलामुळे हलणाऱ्या वस्तूचा वेग कमी होतो तर उद्वाहक बल त्या वस्तूला वरखाली हलवते. ही दोन्ही बले, वस्तूचा आकार आणि दिशा यांवर अवलंबून असतात. ज्या आकारांना जास्त उद्वाहन आणि कमी गतिरोध अनुभवास येतो ते आकार हवेतून सहजतेने हालचाल करू शकतात. या आकारांना प्रवाहित (Streamlined) आकार म्हणतात.

वेगवेगळ्या आकाराच्या भरपूर बिया गोळा करा.प्रत्येक बी अगदी काळजीपूर्वक निरखून पहा. वाऱ्याबरोबर या बिया उडून जाऊ शकतील असं तुम्हाला वाटतं का?

या बिया तळहातावर ठेवून त्यांवर फुंकर घाला.
काही बिया उडून गेल्या का? उडून गेलेल्या बिया आणि तळहातावर उरलेल्या बिया यांमध्ये काही फरक आहे का? (कृतीपुस्तक पाने ५१-५२)

विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे

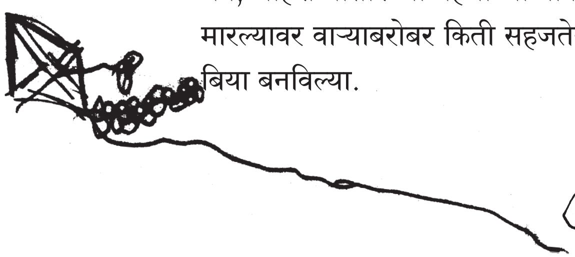
मुलांना काही केसाळ बियांची नावे माहीत होती कारण मुले या बियांबरोबर खेळायची. उदाहरणार्थ, सावरीच्या बियांसारख्या काही बिया, (यांनाच म्हातारी म्हणतात), कापसाची बी, या बियांना उडतानाही त्यांनी पाहिलं होतं. अशासारख्या काही बिया मुलांनी वर्गात आणल्या व या बियांभोवती असणारे पंख, केस किंवा कापूस यांचे निरीक्षण केले.

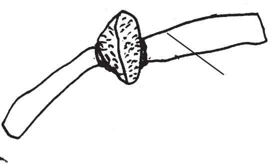
प्रश्न तुमच्या आवडीचे ६ ची चर्चा केली. (काही उडणाऱ्या बियांची नावे व चित्रे यांसाठी पृष्ठ ११३ पाहा.) काही बिया उदा. गवत, धणे व बाजरी, नाचणीसारखी यांना पंख किंवा केस नसतात पण त्या इतक्या हलक्या असतात की हवेच्या झुळकेबरोबर वाहत जातात हे मुलांनी लक्षात आणून दिले. गवतामध्ये मोठ्या संख्येत बियांची निर्मिती होते व त्या सहजतेने हवेबरोबर वाहत जातात म्हणून गवत सर्वत्र वाढते. हीच गोष्ट कॉंग्रेस गवतासारख्या तणाबाबत घडते. एका हुशार मुलाची प्रतिक्रिया अशी होती की सर्वच बिया उडतात अगदी आंब्याची बी देखील वादळवाऱ्यामुळे वाहून नेली जाऊ शकते.

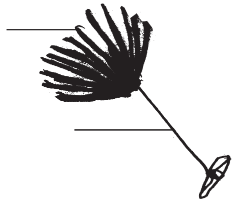
आ. वाऱ्याबरोबर उडून जाऊ शकत नाही अशी एखादी बी घ्या.
ही बी वाऱ्याबरोबर उडून जावी म्हणून काय करता येईल? बी ला काही चिकटवता येईल का? तुमच्या स्वत:च्या कल्पना वापरून बघा.

वर्गातील अनुभव

ही कृती गृहपाठासाठी दिली होती. मुलांनी त्यांच्या कल्पनेने काही गोष्टी केल्या व कापूस, टिश्यू कागद, लोकर यांचे लहान लहान तुकडे वर्गातही आणले. वर्गात या मुलांना गटात विभागण्यात आले. आम्ही जमा केलेल्या बियांपासून मी प्रत्येक गटासाठी दोन पिशव्या तयार केल्या. एका पिशवीत उडणाऱ्या बिया तर दुसऱ्या पिशवीत धने, मोहरी यासारख्या नेहमीच्या वापरातील छोट्या बिया ठेवल्या. या बिया तळहातावर ठेवून फुंकर मारल्यावर वाऱ्याबरोबर किती सहजतेने उडू शकतात हे मुलांच्या लक्षात आलं. नंतर त्यांनी स्वतःच उडणाऱ्या बिया बनविल्या.







अनेक जिवाणू, विषाणू बिजाणू व परागकण हे सतत हवेबरोबर वाहत असतात. (पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठे ४०-४१ पाहा) काही बिया ही इतक्या लहान असतात की त्याही हवेत वाहत जातात. काही बियांचा आकार त्यांना जास्त उद्वहन आणि कमी गतिरोध देतो. त्यामुळे त्या हवेतून चांगल्याप्रकारे वाहून जाऊ शकतात. त्यांच्यावर कापूस, एकदांडीप्रमाणे केसांसारखे झुपके असू शकतात, शेवग्याच्या बीसारखे पंख असू शकतात किंवा केसाळ छत्रीला जोडलेल्या देठावरही काही बिया लटकू शकतात. वाऱ्याबरोबर बिया शेकडो किलोमीटर दूर वाहून नेल्या जाऊ शकतात.

अतिशय जोराच्या वाऱ्याने मोठे प्राणीसुद्धा वाहून नेले जाऊ शकतात. २०० कि.मी. प्रतितास या वेगाने वाहणाऱ्या वाऱ्यांनी गांडूळ, सरड्यासारखे प्राणी, कासवं आणि कांगारू उंदीर (Kangaroo Rats) यांसारखे प्राणी वाहून नेले आहेत. पाण्याच्या मोठ्या फवाऱ्याने पाण्यातील मासेही उचलले जातात आणि वाऱ्याबरोबर लांब अंतरावर वाहून नेले जातात.

पक्षी उडताना त्यांच्या शरीराचा आकार कसा असतो ते निरखून बघा. पक्षी आकाशातून जमिनीवर उतरतात तेव्हा त्या वेळेस पंख कसे वळतात याचेही निरीक्षण करा.(पा पु पान २८, कृपु पान ५२) एखादा पक्षी काहीतरी पकडण्यासाठी सूर मारतो तेव्हा त्याचे पंख तो त्याच्या शरीराच्या अगदी जवळ धरून ठेवतो.

मुलांची निरीक्षणे

मुलांना पक्षी उडताना, सूर मारताना किंवा झाडावर, जमिनीवर उतरताना पाहिल्याची आठवण झाली. खंड्या किंवा समुद्रपक्षी सूर मारतात तेव्हा त्यांच्या शरीराचा आकार कसा अरुंद होतो तेही मुलांनी पाहिले होते. पंख न हलवता उडणारे पक्षी आणि वर चढताना गोल वर्तुळाकार उडणारे पक्षी त्यांनी पाहिले होते. पक्षी कसे उडतात, सूर मारतात आणि जमिनीवर उतरतात हे त्यांनी साभिनय करून दाखवले.

जेव्हा खंड्या मासा पकडण्यासाठी सूर मारतो किंवा एखादी घार उंदीर किंवा अन्न मिळवण्यासाठी सूर मारते तेव्हा त्यांना जलद हालचाली केल्याच पाहिजेत. पक्षाला त्याचे भक्ष्य पकडल्यावर न थांबता तसेच वर उडावे लागते. शरीराचा निमुळता आकार व शरीरालगत मिटलेले पंख यामुळे वेगवान हालचाली करणे त्यांना शक्य होते.

हवेच्या प्रवाहामुळे निर्माण झालेले उद्वाहन आणि गतिरोध यांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी पक्षी पंख फडफडवून उडतात. पक्ष्याच्या पंखातील सर्व पिसं सुसंगत हलतात आणि पिसांची सुंदर रचना तयार होते. लांब आणि अरुंद पंख असलेल्या समुद्र पक्ष्यांना अशा आकारामुळे

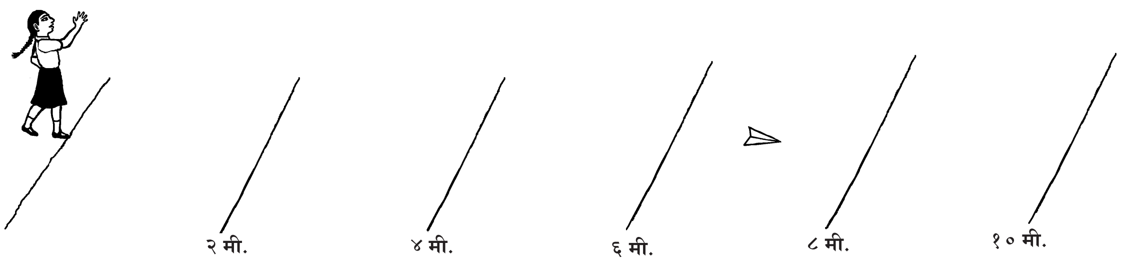
भरपूर उद्‌वाहन मिळते. पंखांची फारशी फडफड न करता ते आरामात हवेत विहार करू शकतात. कावळ्यासारख्या छोटे आणि रुंद पंख असणाऱ्या पक्ष्यांना केवळ हवेत राहण्यासाठी पंखांची वेगाने फडफड करून जलद उडावे लागते.
जेव्हा पक्षी खाली उतरतात आणि पंख वळवतात त्यामुळे वाऱ्याला जास्त पृष्ठभाग दिला जातो. कृती ३ (आ) मधील वर्तमानपत्राच्या कृतीतही असाच प्रकार घडतो.

हा खेळ खेळा! प्रत्येकाने सारख्याच मापाचा कागद घ्या. हा कागद कापू नका किंवा फाडूही नका. त्याची घडी घाला, तो चुरगळा किंवा दुसरा कुठलाही आकार त्याला द्या. आता तुम्ही सगळे एका ओळीत उभे राहा आणि तुम्ही बनवलेले आकार जोरात फेका. तुमचा आकार किती लांब गेला? असे अनेक वेळा करुन बघा. प्रत्येक आकार जास्तीत जास्त किती लांब गेला ते अंतर मोजा. (कृतीपुस्तक पान ५२)

वर्गातील अनुभव

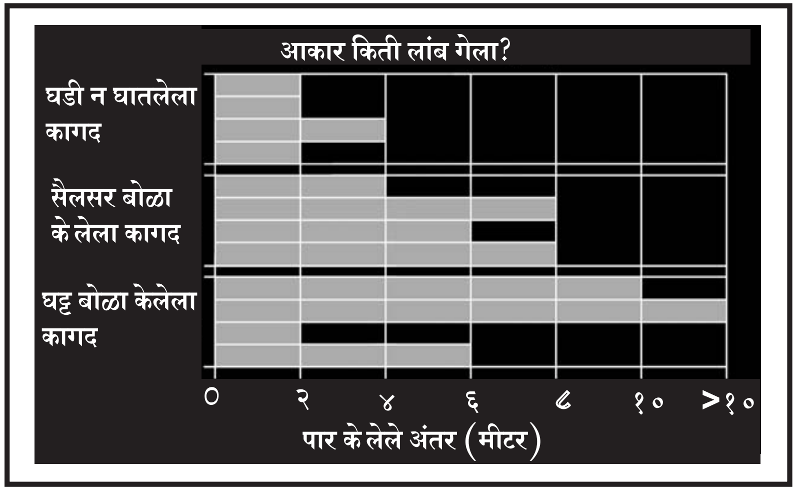
ही कृती वर्गाबाहेर घेतली. मुलांनी कागदाचे अनेक आकार बनविले पण जास्त मुलांनी मात्र विमानेच बनवली. मुलींना विमाने कशी बनवायची ते माहीत नव्हते. तरी हा आकार बनवण्याचा प्रयत्न करून पाहायला हवा असे त्यांना वाटत होते. काही मुलींनी सुरुवातीला घर किंवा पर्स बनवली पण नंतर घड्या घालून त्याला विमानासारखा आकार दिला. या कृतीच्या शेवटी अनेक मुलींना कागदाची विमाने करता यायला लागली.

मी जमिनीवर रेषा आखली. या रेषेवर उभे राहून मुलांना त्यांनी केलेले आकार फेकायचे होते. मी पहिल्या रेषेपासून २ मि., ४ मि., ६ मि., ८ मि., १० मि. अंतरावर रेषा मारल्या. फरसबंद जमिनीवरील मूळच्याच रेषा ही यासाठी वापरता येतील. मुलांनी त्यांच्या लागोपाठच्या प्रयत्नातील अंतर नोंदवले, अंतर नोंदवताना त्यांचा आकार कोणत्या दोन रेषांमध्ये अथवा एखाद्या रेषेजवळ पडला आहे याची अंदाजे नोंद केली. (कृतीपुस्तिकेच्या पृष्ठ ५२ वरील तक्ता पाहा.) उपलब्ध वेळात फार कमी मुले ही कृती पूर्ण करू शकली तर इतरांनी निरीक्षण केले व ही कृती गृहपाठ म्हणून पूर्ण केली. नंतर वर्गात त्यांच्या आकाराने जास्तीत जास्त किती अंतर कापले ते सांगितले. त्या सर्व नोंदी मी फळ्यावर केल्या.



फळ्यावरील काम

चार गटांपैकी प्रत्येक गटाने प्रत्येक प्रकारचा एक आकार फेकला. त्याचे निष्कर्ष पुढील आलेखात दर्शविले आहेत.



वर्गातील अनुभव

वर्गातील चर्चेच्या वेळी काही आकार इतरांच्या तुलनेत जास्त अंतर जातात याची अनेक कारणे मुलांनी सांगितली. मुलांनी दिलेले प्रतिसाद व त्या अनुषंगाने मी विचारलेले प्रश्न पुढे दिले आहेत.

१. जड होते ते आकार जवळच पडले (एकाच प्रकारच्या कागदापासून बनविलेल्या आकारांपैकी काही खरंच जड (वजनदार) असतात का? शंका असेल तर तुम्हाला हे कसं शोधता येईल?)

२. हवेने जास्त ढकलले म्हणून तर काही आकार जास्त पुढे गेले. (हवा त्यांना पुढे ढकलेल की त्यांची गती कमी करेल? वर्तमानपत्र घेऊन धावताना तुमच्या काय लक्षात आलं?)

(१ व २ क्रमांकाच्या निरीक्षणावरून संकल्पनेतील गोंधळ लक्षात येतो म्हणून मी मुलांना अधिक काळजीपूर्वक विचार करण्यास व त्यांचे आडाखे, अनुभवांशी पडताळून पाहण्यास प्रवृत्त केले.)

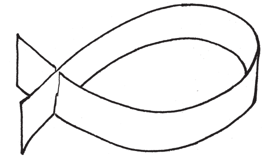
३. खूप जोर लावून फेकलेले आकार दूरवर गेले. (जर सर्वच आकार सारखाच जोर लावून फेकले तर काय होईल? आकार फेकताना सारखाच जोर लागावा यासाठी तुम्ही काय कराल? फेकताना तुम्ही आकार कशा पद्धतीने वळवता याने काही फरक पडतो का?)

४. काही कागद दूरवर गेले नाहीत कारण ते हवेत जास्त वेळ तरंगत राहिले (तरंगल्यामुळे फार दूरवर गेले नाहीत असे आकार कोणते ? वारा असता तर हे आकार जास्त लांब जातील का ? प्रयत्न करून पाहा.)
(३ व ४ क्रमांकाच्या निरीक्षणातून आकाराच्या व्यतिरिक्त प्रयोगावर परिणाम करणारे काही चांगले मुद्दे पुढे आले. त्यामुळे पुढे काय होईल ? याचा तपास करण्यासाठी मी उत्तेजन दिले.)
५. लांबट, चपटे व टोकदार आकार जास्त दूर गेले (पुढे जाणारे आकार बनविण्याचा प्रयत्न करा.)
६. घड्या किती दाबून घातल्या आहेत यावर हे अवलंबून आहे. घड्या घालताना जर फटी राहिल्या तर आकार जास्त दूर जात नाहीत.
आकार प्रवाहित करण्यावर ४, ५, ६ या निरीक्षणांनी भर दिला. हे आकार आणि विमाने, अग्निबाण व अती गतीमान गाड्या यांच्यातील साम्यस्थळांची मी चर्चा केली. एका मुलाने एक अतिशय सुंदर विमानाचा नमुना दाखवला ज्यात त्याने एक पंख खालच्या दिशेने तर दुसरा वरच्या दिशेने दुमडला. हे विमान काही अंतर गेल्यावर आपोआप वळते.)

उ. भिरभिरणारा मासा

१२ सें.मी. लांब आणि १ सें.मी. रुंद कागदाची एक पट्टी घ्या.

पट्टीच्या दोन्ही टोकांपासून २ सें.मी. अंतरावर, दोन्ही बाजूला दोन चिरा द्या.



कागद वळवून या चिरा एकमेकांमध्ये अडकवा. आता हा मासा हवेत फेका.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी अशा प्रकारची हवेवर चालणारी अनेक खेळणी स्वतःहून बनवली असतील. पण हा अतिशय सोपा नमुना सुदर्शन खन्ना व सहकारी लिखित टॉईज ॲन्ड टेल्स वुईथ एव्हरी डे मटेरिअल्स' या पुस्तकातून घेतला आहे. या व इतर पुस्तकात असे अनेक नमुने उदाहरणादाखल दिले आहेत. (पुरवणी वाचन पृष्ठ क्र. ३४३ पाहा.)
हा भिरभिरणारा मासा बनवणं खूप सोपं आहे. कागद नुसता फाडून मासा बनवता येतो. (कात्रीचीही गरज नाही.) काही मुलांना कागद नेमका कसा फाडायचा ते समजलं नाही. मी कागदाचा आराखडा मोठा करून फळ्यावर काढला होता, त्यात दोन विरुद्ध बाजूंवर कागदाला चीर कापायची आहे हे स्पष्ट दिसत असूनही काहींनी एकाच बाजूला चीर फाडली.

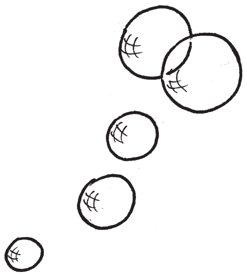
चालवा डोकं!

जर झाडांच्या बिया वाऱ्याबरोबर लांब वाहून न जाता झाडाच्या जवळच जमिनीवर पडल्या तर काय होईल?

सर्व वनस्पतींना वाढण्यासाठी व मुळांना पसरण्यासाठी पुरेशी जागा मिळणार नाही. गवत सर्वत्र वाढलेले दिसते पण मोठी झाडे संख्येने कमी असतात व अंतर ठेवून वाढतात याकडे मी मुलांचे लक्ष वेधले. याच कारणाने मोठ्या वृक्षाच्या सावलीत वाढणारे रोप फार उंच होत नाही.

पक्षी, मासा आणि विमान यांच्या आकारात काही सारखेपणा आहे का?

पक्षी, मासे, बोटी, विमाने व शर्यतीच्या गाड्या ह्या सर्वांचे आकार प्रवाहित असतात.



५. हवेमुळे बुडबुडे तयार होतात. २ तास पापु पान २९, कृपु पान ५३

अ. स्ट्रॉचे एक टोक पाण्यामध्ये बुडवा. दुसऱ्या टोकातून फुंकर घाला. आता या पाण्यामध्ये थोडा साबण घाला आणि पुन्हा फुंकर घाला.

साबणाच्या पाण्यातील बुडबुडे आणि साध्या पाण्यातील बुडबुडे यांमध्ये काय फरक आहे?
आंघोळीचा साबण, कपडे धुण्याची पावडर किंवा शॅम्पू पाण्यात घाला. मोठे आणि जास्त वेळ टिकणारे बुडबुडे तयार करण्याचा प्रयत्न करा. (कृतीपुस्तक पान ५३)

वर्गातील अनुभव

पाच-पाच मुलांच्या समुहाला ही कृती करायला दिली. प्रत्येक गटाने साध्या पाण्याचे दोन भरलेले पेले घेतले व एका पेल्यात एक चिमूट साबणचुरा घातला. प्रत्येकाकडे त्याची/तिची स्वतंत्र नळी (स्ट्रॉ) होती. एकजण फुगा बनवताना इतरांनी निरीक्षण केले.
प्रथम सर्वांनी पटापट फुगे करून त्यांची पाळी संपवली. मग एका मुलीने सावकाशपणे साबणाचे पाणी असलेल्या भांड्यात फुगे करायला सुरुवात केली. अनेक मोठ्या फुग्यांचा एक एवढा मोठा घोस झाला की तो भांड्याबाहेर येऊन टेबलावर पसरला. हे पाहून इतर मुले एवढी प्रभावित झाली की त्यांनीही खूप फुगे बनवायला व निरीक्षणे करायला सुरुवात केली.

मुलांची निरीक्षणे

साबणाच्या पाण्याने बनविलेले फुगे हे साध्या पाण्याच्या फुग्यापेक्षा आकाराने मोठे असतात व जास्त काळ टिकतात हे मुलांच्या लक्षात आलं. साध्या साबणापेक्षा साबणचुऱ्या (अपमार्जके) मुळे अधिक चांगले फुगे बनतात. हे फुगे बनविण्यासाठी मुले नळीतून हवा फुंकरीत होती म्हणजेच या फुग्यांच्या आत हवा आहे हे मुलांना स्पष्ट झाले होते. प्रत्येक फुग्याचे बाह्य आवरण अतिशय पातळ असले तरी एवढे फुगे केल्यावर साबणाच्या पाण्याने भरलेला पेला लवकरच संपला.

साध्या पाण्यात पाहिलेल्या फुग्यांची(बुडबुड्यांची) अनेक उदाहरणे मुलांनी दिली : पाणी उकळल्यावर, माशांच्या टाकीत बुडबुड्यांच्या स्वरुपातील हवा, नळातून बादलीत पाणी पडताना, धबधब्यात, समुद्रकिनाऱ्यावर आदळणाऱ्या लाटात, वेगाने जाणाऱ्या बोटीच्या मागे इ. बर्फात अडकलेले बुडबुडे, जलीय वनस्पतींच्या आसपास दिसणारे बुडबुडे अशी काही वेगळी उदाहरणे पण आली. साबणाच्या पाण्याच्या फुग्यांचीही काही उदाहरणे मुलांनी दिली. आंघोळ करताना, केस, कपडे धुताना इत्यादी. घासणे, घुसळणे, हलवणे क्रियांनी फेस वाढतो. यावरून मुलांच्या लक्षात आलं की हे सर्व द्रवात हवा मिसळण्याचे विविध मार्ग आहेत.

फेस व बुडबुडे यातील फरकावर थोडी चर्चा झाली. मी मुलांना थोड्या फेसाचे सूक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण करण्यास सांगितले. फेस हा अनेक छोटे छोटे बुडबुडे एकमेकाला चिकटून तयार होतो. फेसातले मोठे बुडबुडे लवकर फुटतात.

काही मुलांना ओठातून थुंकीचे बुडबुडे काढायला आवडतात त्यांचाही उल्लेख झाला. गमतीची गोष्ट अशी की हे बुडबुडे हे पाण्याच्या बुडबुड्यांपेक्षा आकाराने मोठे व अधिक काळ टिकणारे असतात. तोंडात दात घासायची पेस्ट असेल तर आणखी मोठे बुडबुडे काढता येतात. मी मुलांना हे घरी थोडा वेळ करून पाहायला व नंतर नीट तोंड धुवून टाकायला सांगितले.

> ह्या सर्वामागील कारण म्हणजे साबणामुळे पाण्याचा पृष्ठीय ताण कमी होतो. साबणाच्या पाण्यात ग्लिसरीन घातल्यास बुडबुडे काढणे अधिक सोपे होते. साखर घालून काय होते ते ही प्रयोग करून पाहण्यासारखे आहे. साबणापेक्षा शांपूमुळे अधिक चांगले बुडबुडे येतात.

या बुडबुड्यांच्या आत काय असेल बरं!

द्रव पदार्थ हलवल्याने अथवा घुसळल्याने बुडबुडे तयार होतात. यावरून एक तर्क सहज करता येतो की आजूबाजूच्या हवेने द्रवात प्रवेश केला व त्याचेच बुडबुडे बनले. जेव्हा तुम्ही बुडबुडे बनविण्यासाठी फुंकरता तेव्हा तुम्हाला हे खात्रीपूर्वक माहीत असते तुम्ही फुंकरलेली हवाच बुडबुड्यामध्ये आहे.

६. हवा आवाज करते. १ तास पापु पान २९, कृपु पान ५४

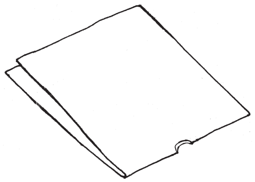
अ. तुमच्या शरीराचे वेगवेगळे अवयव वापरुन किती प्रकारचे आवाज काढता येतात ते शोधून काढा. अगदी हळू आणि खूप मोठा आवाज काढून बघा. (कृतीपुस्तक पान ५४)

मुलांची निरीक्षणे

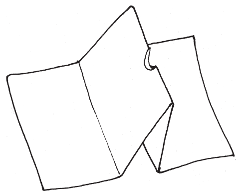
कागदी पिशवी फाडण्याच्या कृतीने हवा आवाज करते हे मुलांनी जाणलं होतं. (८६ व ८७ पानावरील चर्चा पाहा) शरीराचे विविध भाग वापरून आवाजाच्या निर्मितीची उदाहरणे : बोलणे, ओरडणे, टाळ्या वाजवणे या व्यतिरिक्त मुलांनी पुढील गोष्टी सुचविल्या. शीळ घालणे, हसणे, शिंकणे, शिंकरणे, खोकणे, ढेकर असे तोंड व नाकाने करता येणारे आवाज, गाल, दंड, मांड्यांवर हात थापडून केलेले आवाज, सांधे मोडणे, मी त्यांना सांगितलं की या सर्व कृतींमुळे हवेत एक प्रकारची हालचाल (कंपने) निर्माण होतात. ही हालचाल जितकी जोराची तेवढी मोठा आवाज निर्माण होतो.

आ. कागदाची शिट्टी तयार करा.

१० सें.मी. लांब आणि ५ सें.मी. रुंद कागद घ्या.
त्याची अर्धी घडी घाला आणि त्याच्या मध्यभागी एक भोक पाडा.



दोन्ही बाजूंनी घड्या घाला.



आता ही शिट्टी दोन बोटांनी धरून भोकातून जोरात फुंकर घाला.

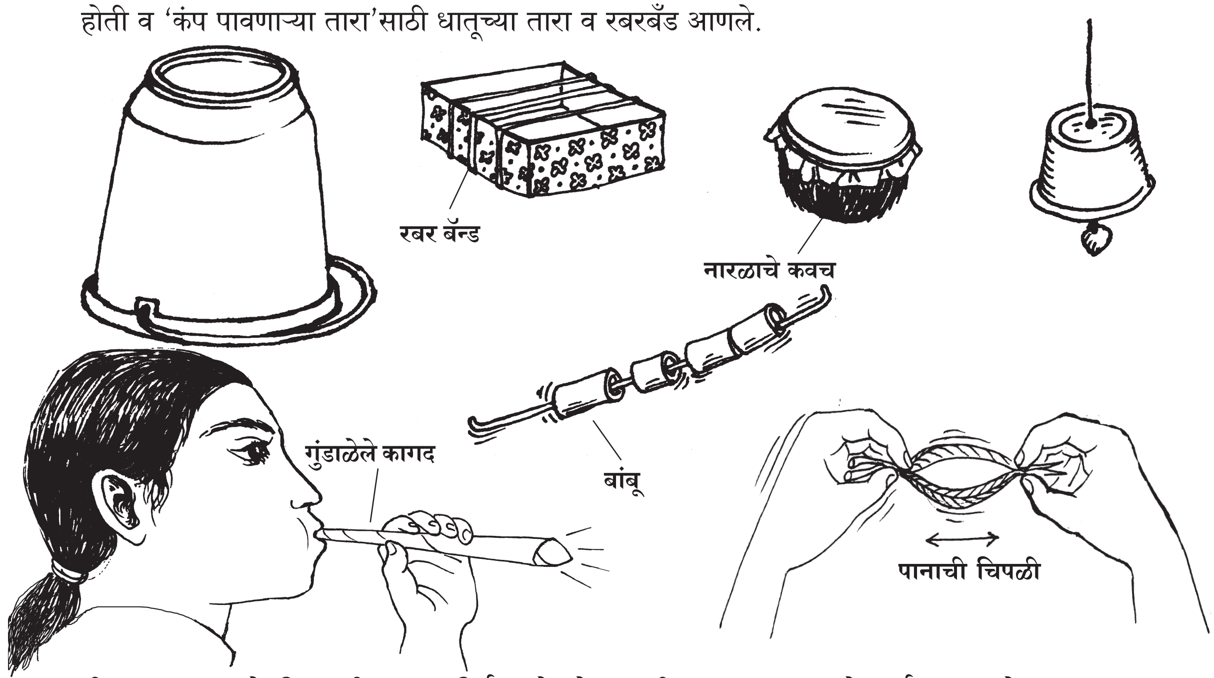
वर्गातील अनुभव

कागदी शिटी बनविण्याची कृती खूपच सोपी आहे. मुलांनी या आवाजाची फुग्याच्या अरुंद तोंडातून हवा बाहेर पडताना येणाऱ्या आवाजाशी तुलना केली. 'फटाकडी' किंवा कागदी फटाका हे मुलांचे बनविलेलं आणखी एक खेळणं होतं.

७. हवा संगीत निर्माण करते. ५ तास + गृहपाठ; पापु पान २९, कृपु पान ५४

कृतीपूर्व तयारी

या भागाच्या तयारीसाठी मुलांनी हवा फुंकून किंवा तारा छेडून किंवा पडद्यावर आघात करून आवाज येईल अशी काही साधी वाद्ये बनविली किंवा मिळवली. 'फुंकण्यासाठी' मुलांनी शिट्ट्या, पेनची टोपणे, टीपकागद व कंगवा व गरगर फिरवल्यावर आवाज करणारी लवचिक नळी, घड्या घातलेली (हवेत फिरवल्यावर गुणगुण आवाज करणारी) नळी आणली. 'बडवण्यासाठी' चमचे, डब्बे, झाकणे, वरून कागद लावलेली नारळाची करवंटी पाण्याने भरलेल्या वाट्या व दोन लांब पातळ पाने आणली त्यांची दोन टोक हातात धरून वाजवता येत होती व 'कंप पावणाऱ्या तारा'साठी धातूच्या तारा व रबरबँड आणले.

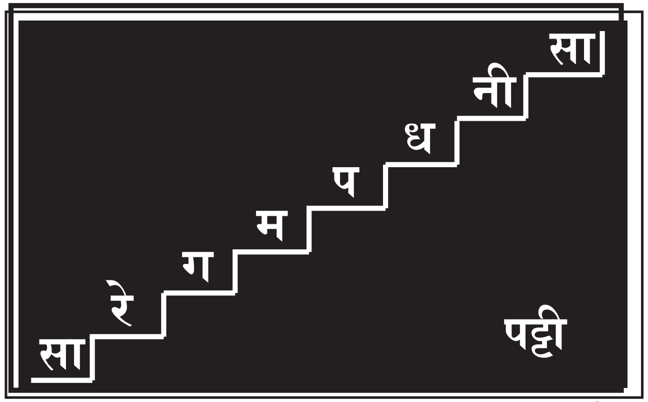


मी मुलांना सुचवले की त्यांनी भजन, कीर्तन, पोवाडे, शास्त्रीय गायन व नृत्याचे कार्यक्रम पाहावे व त्यांत कोणती वाद्ये कशी वाजवतात ते ऐकावे व निरीक्षण करावे.

अ. संगीताचा स्वर जोराचा किंवा हलक्या आवाजातला असू शकतो. तर कधी तो खालच्या पट्टीतला किंवा वरच्या पट्टीतला ही असू शकतो. तुम्हीसुद्धा जोरात किंवा हलक्या आवाजात, वरच्या किंवा खालच्या पट्टीत गाणं म्हणून पहा.

प्रात्यक्षिकांसाठी सूचना

खरं म्हणजे गायनाच्या तासाला मुलांना स्वरमालिकेचा परिचय द्यायला हवा. एक गोष्ट माझ्या लक्षात आली की मुले देशभक्तीपर गीते, प्रार्थना, भजनं म्हणतात पण त्यांना स्वरमालिकेचे ज्ञान नसते. (सा, रे, ग, म, प, ध, नि, सा) मी हे स्वर फळ्यावर चढत्या पायरीने लिहिले.



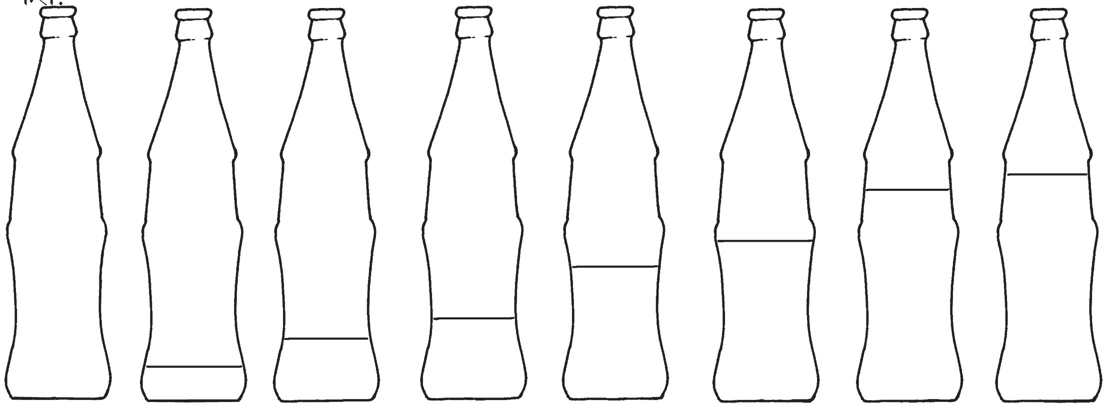
गायनाव्यतिरिक्त खेळण्यातील बाजा वाजवून मी मुलांना सप्तकातील स्वरांची ओळख करून दिली. मी दोन स्वर वाजवले व त्यापैकी कोणता तीव्र व कोणता मंद आहे ते सांगायला सांगितले (सुरुवातीला खालच्या ते आणि वरच्या पट्टीतील स्वरांसाठी 'जाडा आवाज' व 'बारीक आवाज' असे शब्द वापरतात) नंतर नंतर त्यांना एकाच पट्टीतील दोन आवाजातीलही एक जोराचा व एक हलका हा फरक कळायला लागला. यामुळे त्यांना आवाजाची उंची आणि जोर यामध्ये फरक करता आला.

आ. एखाद्या रिकाम्या बाटलीच्या तोंडाशी फुंकर घालून बघा किंवा एखादा चमचा त्या बाटलीवर हलकेच मारा. काय झालं? आता त्या बाटलीमध्ये पाणी भरा आणि पुन्हा फुंकर घालून किंवा चमच्याने ठोकून बघा. आवाजात कसा बदल होतो ते ऐका. कुठला आवाज वरच्या पट्टीतला आहे?

वर्गातील अनुभव

मुलांनी वेगवेगळ्या प्रकारच्या बाटल्या व बरण्या आणल्या. बाटलीत पाणी असताना व नसताना वरून हवा फुंकरली की कसा आवाज येता ते मुलांनी ऐकले. रिकाम्या बाटलीतील स्वरापेक्षा पाणी भरलेल्या बाटलीतील स्वर उच्च प्रतीचा होता हे त्यांच्या लक्षात आलं. गटात काम करताना त्यांनी दोन किंवा तीन सारख्या आकाराच्या बाटल्या स्वरांच्या चढत्या किंवा उतरत्या क्रमाने लावल्या व स्वरांच्या उच्चनीचतेचा व बाटलीतील पाण्याच्या पातळीचा काय संबंध आहे हे पडताळून पाहिले.

इ. एकाच आकाराच्या एकसारख्या आठ रिकाम्या बाटल्या गोळा करा. त्यांच्यामध्ये कमीजास्त पाणी भरा. पाण्याच्या पातळीनुसार क्रमाने या बाटल्या लावा. आता प्रत्येक बाटलीच्या तोंडाशी फुंकर घाला किंवा चमच्याने ठोकून आवाज करा. संगीतातील सातही स्वर ऐकू यावेत यासाठी पाण्याची पातळी कमी-जास्त करा.

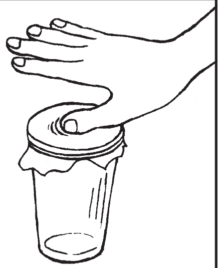


वर्गातील अनुभव

आम्ही शेजारच्या दुकानातून ८ सारख्या आकाराच्या शीतपेयाच्या रिकाम्या बाटल्या मागून आणल्या. थोड्या प्रयत्नानंतर मला सा, रे, ग, म, प, ध, नि, सा, या स्वरमालिकेशी मिळतेजुळते स्वर मिळवता आले. या बाटल्यातील पाण्याची अंदाजे पातळी पाठ्यपुस्तकातील चित्रात दर्शविली आहे. दुसऱ्या दिवशी एका मुलाने सांगितले की शीतपेय पीत असतानाच त्याने बाटलीच्या तोंडातून मधूनमधून फुंकर घालून स्वरमालिका मिळविण्याचा प्रयत्न केला.

इ. रिकाम्या ग्लासवर एखादा फाटलेला फुगा ताणून रबरबँडने घट्ट बांधा. आता त्यावर हाताने चापटी मारून, ओढून किंवा हाताने घासून वेगवेगळे आवाज काढा.

उ. एखादा रबरबँड हाताने ताणून धरा आणि हळूच ओढून त्यामध्ये कंपने निर्माण करा. आता हाच रबरबँड एका रिकाम्या खोक्याच्या तोंडावर ताणून धरा आणि पुन्हा ओढून बघा. कुठला आवाज जास्त मोठा आहे?



वर्गातील अनुभव

इ व उ या कृती एकत्रितपणे केल्या गेल्या. यातून कोणत्याही वाद्याच्या ध्वनिवर्धकाचे कार्य कसे चालते ते पाहता येते. पडदा किंवा तारांच्या कंपनातून निर्माण होणारा आवाज ध्वनिवर्धकामुळे वाढवला जातो. कोट हँगरपेक्षा, खोक्याभोवती ताणलेल्या बरबँडमुळे जास्त मोठा आवाज आला. जेवढं मोठं खोकं तेवढा मोठा आवाज.

ऊ. काही वाद्ये शाळेत आणून त्यांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा. त्यांच्यातून संगीत कधी निर्माण होते? त्यांत फुंकर घातल्यावर, त्यांच्यावर हाताने थाप मारल्यावर की त्यांच्या तारा छेडल्यावर?
तुमच्या कृतीपुस्तकामध्ये ५६ - ५७ या पानांवर काही वाद्यांची चित्रे काढली आहेत. ती ओळखण्याचा प्रयत्न करा.
फुंकल्यावर वाजणारी, थाप मारल्यावर वाजणारी आणि तारा छेडल्यावर वाजणारी अशा तीन गटांमध्ये त्यांचे वर्गीकरण करा. कुठल्या वाद्यांमध्ये हवा आहे? वाद्याच्या कुठल्या भागामध्ये हवा असेल याचा अंदाज करा.

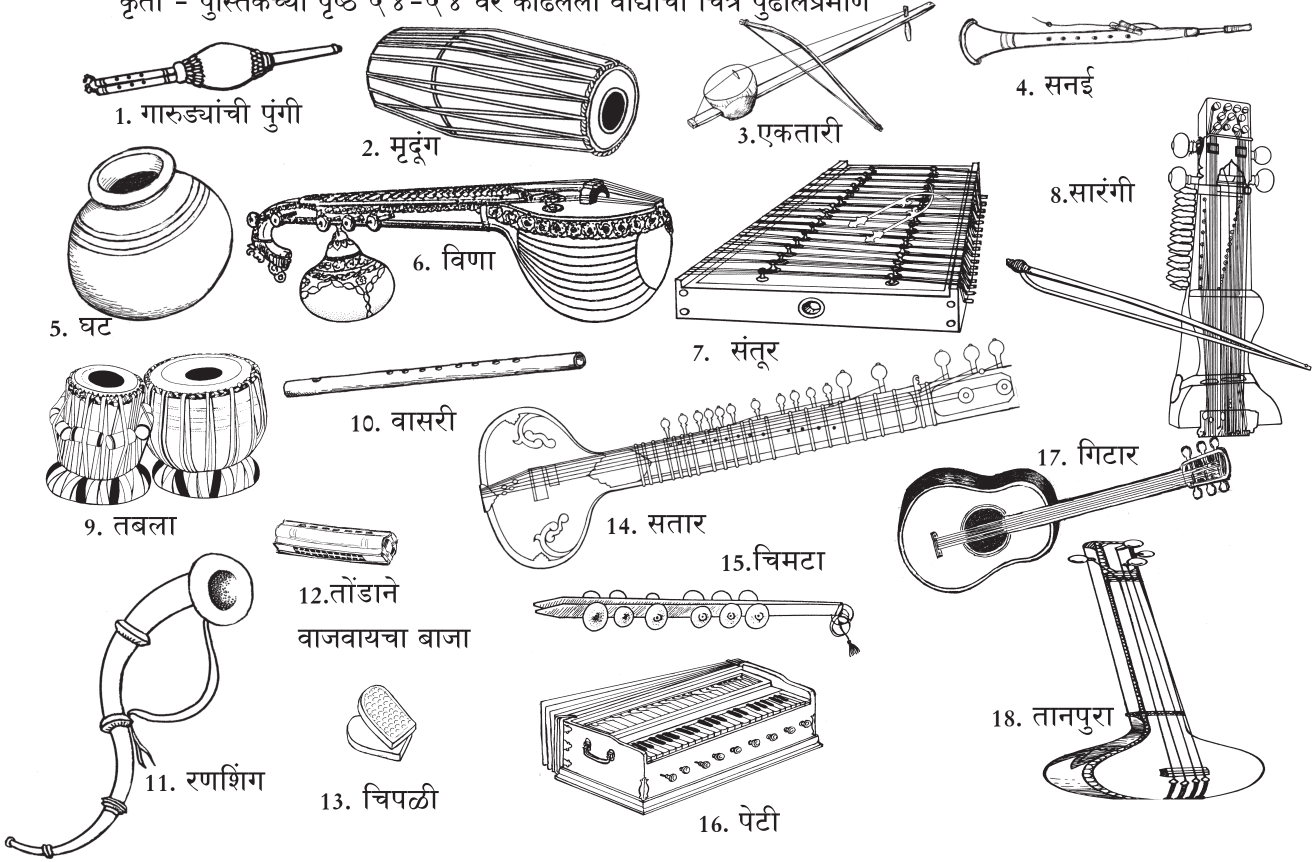
वर्गातील अनुभव

मुले अनेक वाद्यांची नावे सांगतात तरी त्यांनी प्रत्यक्षात ती सर्व वाद्ये पाहिलेली किंवा ऐकलेली नसतात. मी ती सर्व नावे फळ्यावर तीन गटात लिहिली. अशी काही उदाहरणे लिहून झाल्यावर विचारले की या प्रत्येक गटात कोणत साम्य आहे ?

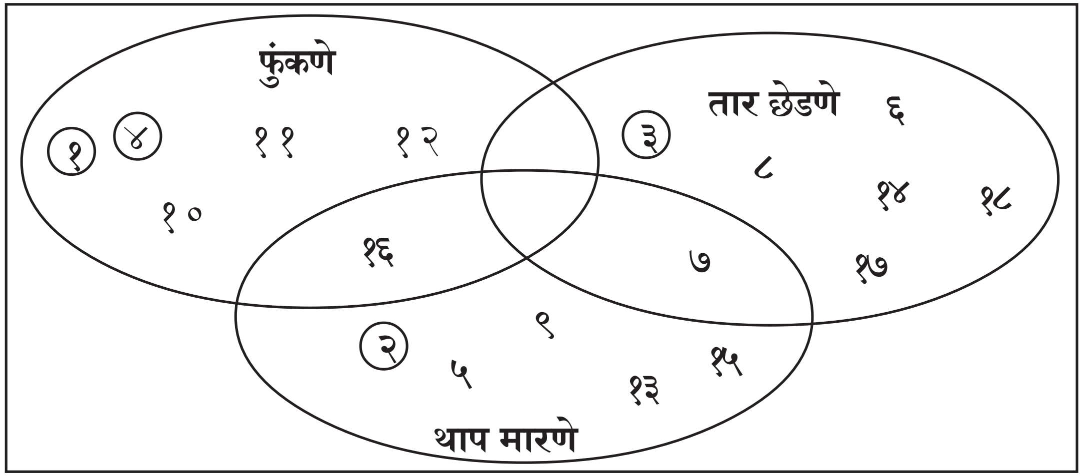
गट 'अ' - फ्ल्यूट, बासरी, नादस्वरम्, सनई, बिगुल, पेटी, पुंगी, पिपाणी, सॅक्सोफोन, पायपेटी, तोंडाने वाजवायची पेटी
गट 'ब' - तबला, ढोलकी, मृदुंग, घट, नगारा, ताशा, संतूर, बाँगो, झायलोफोन, पियानो
गट 'क' - गिटार, सतार, विणा, तानपुरा, सरोद, सारंगी, व्हायोलिन, हार्प

‘अ’ गटातील वाद्यांमध्ये हवा फुंकली जाते. ‘ब’ गटातील वाद्यांवर आघात करून ध्वनी निर्माण होतो. ‘क’ गटातील वाद्यांना तारा असतात ज्या छेडल्या असता किंवा तारांवर बदामाने घासले असता त्या कंप पावतात. यापैकी अनेक वाद्यांमध्ये एक हवेची पेटी असते जी ध्वनीवर्धकाचे काम करते. सिंथेसायझर मधून निघणारा आवाज हा विद्युतमंडळामुळे निर्माण होतो म्हणून हे वाद्य या कोणत्याही गटात बसत नाही. कोणताही ध्वनी आपल्या कानापर्यंत पोहोचतो कारण ध्वनी निर्माण करणारे साधन व कान यांमधील हवेत कंपने निर्माण होतात.

कृती - पुस्तिकेच्या पृष्ठ ५४-५४ वर काढलेली वाद्यांची चित्रे पुढीलप्रमाणे



ही वाद्ये पुढीलप्रमाणेही तीन गटात विभागता आली. प्रकरण १ मधील ५ व्या स्वाध्यायातील *शोधा म्हणजे सापडेल*चा सराव व वाद्यांचा थोडा परिचय असल्यास ह्या कृतीला मदत होईल.



ए. तुमच्या कल्पनेने तुमचे स्वत:चे वाद्य तयार करा. (कृतीपुस्तक पान ५५)

अनेक साधी वाद्ये मुलांनी आधीच बनवली होती. त्यापैकी एक म्हणजे एका मोठ्या खोक्याला वेगवेगळी जाडी असलेले रबरबँड ताणून आडवे बसवले होते.

शब्द शिका.

कंप पावणे कंपने

वर्गातील अनुभव

वरील कृतींमध्ये 'कंपन/तरंग' व 'कंप पावणे' या शब्दांचा परिचय करून दिला आहे. ७ड मधील रबरबँड कंप पावताना मूळ जागेपासून दोन्ही बाजूंना हलताना स्पष्ट दिसतो. मी मुलांना सांगितलं की अशा कंप पावणाऱ्या वस्तुंमुळे ध्वनी निर्माण होतो. अनेकदा ही कंपने दिसत नाहीत पण असतात. यामुळेच घंटा, टोल किंवा तारा घट्ट धरल्या तर तुम्ही त्यांचा आवाज थांबवू शकता कारण धरल्यामुळे त्यांचे कंपन थांबते.

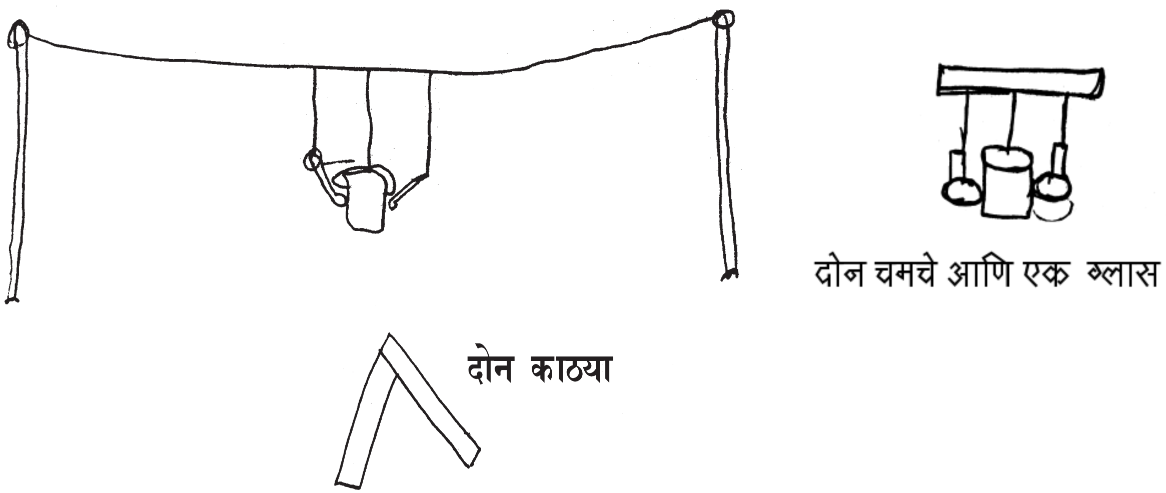
निरीक्षणावर आधारित स्वाध्याय

अभ्यास (५ तास + वर्गातील चर्चा आणि कृतींबरोबर करायचा गृहपाठ)

नावे सांगा आणि चित्रे काढा. (कृपु पान ५८)

१. हवेमुळे हलणारे काही तरी - चित्र बघितल्यानंतर चित्रातील वस्तू हलते आहे असे बघणाऱ्या लोकांना जाणवले पाहिजे.

२. वाऱ्याच्या झुळुकेमुळे संगीत निर्माण होईल अशा एखाद्या वाद्याची कल्पना करा.



ज्यावरून वारा वाहिल्यास आवाज होतो अशा काही गोष्टींचा उल्लेख मुलांनी केला. उदाहरणार्थ, एक ग्लास आणि दोन चमचे, काडीवर काडी, उघडी खिडकी, हलणारे पडदे, झाडाची पाने, समुद्राच्या लाटा व मायक्रोफोन.

प्रश्न तुमच्या आवडीचे! कृपु पान ५९

१. कोरड्या मातीवर पाणी घातले तर बुडबुडे दिसतात का? का?

मातीच्या ढेकळांमध्येही हवा असते. त्यावर पाणी टाकल्यास ते पाणी या हवेच्या पोकळ्यांमध्ये शिरते व हवा बाहेर पडते. या हवेमुळे पाण्यात हवेचे बुडबुडे निर्माण होतात.

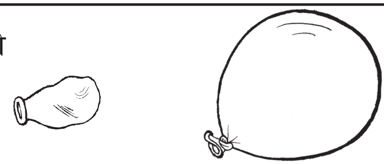
२. तुम्हाला कुठेकुठे बुडबुडे दिसतात?

पृष्ठ क्र. १०३ वरील उदाहरणे पाहा.

३. एखाद्या दिवशी फारसा वारा वाहत नाहीये, अशा दिवशी छत्री उघडी ठेवून धावणे आणि छत्री बंद ठेवून धावणे यांपैकी सोपे काय?

मिटलेली छत्री. वाऱ्यामुळे एका दिशेने धावताना मदत होईल पण तोच वारा तुम्ही उलट दिशेने धावत असताना तुमची गती कमी करेल. वर्तमानपत्राच्या रीले नंतर या प्रश्नाची चर्चा केली.

४. वारा नसलेल्या दिवशी शेजारच्या चित्रात दाखवलेले दोन्ही फुगे तुम्ही जोरात फेकले तर कुठला फुगा जास्त लांबवर पोहचेल?



वर्गातील अनुभव

रिकामा फुगा. अनेक मुलांचा तर्क याउलट असल्याने मी मुलांना करून पाहायला सांगितले. गंमत म्हणजे फुगे टाकताना मुलांनी स्वतःचेच मत खरे ठरविण्यासाठी कमी जास्त जोर लावला पण लगेच इतरांनी त्यांचे मत दुरुस्त केले. या प्रयोगाचे निष्कर्ष सर्वांनाच आश्चर्यचकित करणारे होते. छतावरचा पंखा चालू असेल तर भरलेला फुगा गोल फिरला व पुढे गेला पण पंखा सुरू नसेल तर रिकामा फुगा पुढे गेला. त्यामुळे या कृतीसाठी 'वारा वाहत नसताना' या अटीची आठवण मला मुलांना करून द्यावी लागली.

> ५. तुमच्याकडे एक चुरगळून बोळा केलेला आणि एक घडी न घातलेला असे दोन कागद आहेत. वारा आला तर कुठला कागद वाऱ्यावर उडून जाईल?

वर्गातील अनुभव

घडी न घातलेला कागद. येथेही मुलांचे अंदाज वेगळेच येत होते. कृती ४ ईमध्ये विविध आकार वारा नसताना फेकले होते तेव्हा चुरगळलेला कागद जास्त पुढे गेला होता. जेव्हा दोन्ही कागद खाली फेकले तेव्हा चुरगळलेला कागद वेगाने खाली पडला. पण वारा वाहत असताना मात्र घडी न घातलेला कागद अधिक अंतर गेला.

> ६. वाऱ्याबरोबर उडून जाणाऱ्या काही बियांची नावे लिहा.

झेंडू

मुलांनी झाडांसाठी किंवा बियांसाठी व्यवहारातील नावे वापरली किंवा स्वतःची नावे दिली.

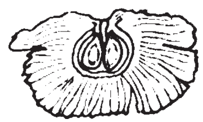
केस अथवा तंतू असणाऱ्या बिया-झेंडू किंवा तत्सम झुडपे (कंपोझिटी कूल) कापूस, विविध प्रकारचा रेशमी कापूस, रुई (कॅलोट्रॉपिस)

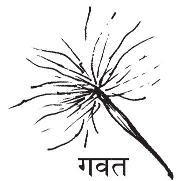
तण

पंख असलेल्या बिया - ऐन, अर्जुन, ट्युलिप, भारतीय किनो

शेवगा - शेवग्याच्या बियांना पंख असतात पण सहसा त्यांचा प्रसार वाऱ्यामार्फत होत नाही. इतर काही पंखवाल्या बिया असलेल्या वनस्पती म्हणजे चाफा, बूच पण यांना सर्व ठिकाणी फळे धरतातच असे नाही. अतिशय हलक्या बिया. अनेक प्रकारची गवते, कोथिंबीर, कॉंग्रेस गवत.

अर्जुन




गवत

वेगळ्या प्रकारचे गवत

निरीक्षण व भाषेवर आधारित स्वाध्याय

वर्गातील चर्चा कृपु पान ५९

कृती १ बरोबर चर्चा झाली आहे.

१. यापैकी कशा-कशात हवा आहे? बंद कपाट, माती, पाणी, तुमचे शरीर, वीट
२. अशी एखादी रिकामी जागा असते का जिथे अगदी हवासुद्धा नसेल! तुम्ही तर्क करा.

मुलांच्या मनातील विकल्प

एकाचा अपवाद वगळता मुले म्हणाली की हवा सर्वत्र आहे, तर तो म्हणाला चंद्रावर हवा नाही. यावरून एक गोष्ट लक्षात आली की मुले 'हवा सर्वत्र आहे' हे वाक्य विचार न करताच पाठ करतात व बारकाईने प्रश्न विचारल्यावर त्यांच्या स्वतःच्याच उत्तराशी विसंगत उत्तरे देतात. एका मुलाला सुरुवातीला असं वाटलं की हातात उपड्या धरलेल्या पेल्यात हवा नाही तर दुसऱ्याच्या मते जर उपडा पेला टेबलावर ठेवला तर त्यात हवा असू शकत नाही. तिसरा म्हणाला ' पेल्यात हवा नाही. दुसरीत असताना बाईंनी रिकामा पेला पेटत्या मेणबत्तीवर उपडा घातला आणि ती विझली !'
मला पुन्हा एकदा जाणवलं की लक्षात राहील अशी कृती करून दाखवणे सोपं आहे पण त्यातून मुलांच्या मनात वेगळ्याच धारणा निर्माण होणार नाहीत हे पाहणं तितकसं सोपं नाही. मी विचारलं की १अ कृतीमधील पिशवीत ती उलटी धरल्यावर हवा आहे का ? पिशवी हाताशीच असल्याने आम्ही करून पाहीलं व तरीही त्यात हवा असते हे शोधून काढलं.

मुलांना विचारप्रवृत्त करणे

आणखी काही मजेशीर उत्तरे म्हणजे बंद कपाटाच्या कोपऱ्यांमध्ये हवा नसते. जमिनीत भोक केल्यास त्याच्या तळाशी, खोलवर हवा नसते. अनेक मुलांनी सांगितले की मातीत, पाण्यात व आपल्या शरीरातही हवा नसते. या सर्व उदाहरणांत वर्गातल्या इतर मुलांनी विरुद्ध मुद्दे मांडले त्यामुळे चर्चा चांगलीच रंगली. गरज वाटली तेव्हा मी माझे मुद्दे मांडले :
'आपण कपाट उघडतो तेव्हा किंवा फटीतून हवा आत प्रवेश करतेच' एका मुलाने असं ऐकलं होतं की एक मुलगा कपाटात अडकला व हवा न मिळाल्याने गुदमरून मेला. अनेकदा पालक मुलांना ही धोक्याची सूचना देतात. मी सांगितलं की हवा फटीतून आत जातेच. पण ती एखाद्या व्यक्तीचे श्वसन सहज सुरू राहू शकेल इतक्या वेगाने जात नाही. (आपण आपल्या प्रत्येक श्वासाबरोबर ५०० मिली. हवा आत घेतो.)
मुंग्या, झुरळे, वाळवी, पाली यासारखे छोटे प्राणी कपाटाच्या आत राहू शकतात.

याचप्रमाणे मातीमध्येही अनेक जीव जगतात, श्वसन करतात. वनस्पतीच्या मुळांनाही श्वसनासाठी हवा लागते. जर मातीमध्ये पूर्णपणे पाणीच साचून राहिलं (जसं पुरामध्ये होतं) तर वनस्पती मरतात. आपण मातीत पाणी टाकले की बुडबुडे येताना दिसतात. मी मुलांना दलदलीच्या जागी वाढणाऱ्या मॅंग्रोव्ह वनस्पतीचे उदाहरण दिले. या वनस्पतीची मुळे श्वास घेण्यासाठी जमिनीच्या वर हवेत प्रवेश करतात. पण मातीच्या खाली असलेल्या खडकांना भोके अथवा भेगा नसतील तर हवा मातीच्या आत खूप खोलवर पोहोचू शकत नाही.
पाण्यातही हवा विरघळेल्या स्वरूपात असते. आपण पाणी तापवतो तेव्हा ती बुडबुड्यांच्या रूपाने बाहेर पडते. (पाण्याला उकळी येण्यापूर्वी आपल्याला हे बुडबुडे दिसतात) मासे ही विरघळलेली हवा शोषून घेऊ शकतात.
विटेचा तुकडा पाण्यात ठेवल्यानंतर बुडबुडे दिसतात ही गोष्ट काही मुलांनी पाहिली होती. त्यामुळे विटेच्या आत, व पर्यायाने विटांच्या भिंतीमध्येही हवा असते असे मुले म्हणाली.
मुलांना तर्कनिष्ठपणे विचार करायला लावण्यासाठी वेळ व संयम हवा. शक्य तेथे अनुभव व व्यवहार ज्ञान यांचा वापर करून मुलांनी त्यांच्या ठोकळेबाज ज्ञानाच्या पलीकडे जावं यासाठी त्यांना सातत्याने आव्हान द्यावे लागते, त्याचबरोबर त्यांच्या मर्यादाही ध्यानी ठेवाव्या लागतात. या सर्व प्रक्रियेत आपण एका प्रकारच्या पढीत माहितीच्या जागी दुसरी तर भरत नाही ना याबद्दलही दक्ष राहवं लागतं.
उदाहरणार्थ, वरील चर्चेनंतर हवा सर्वत्र आहे ही वस्तुस्थिती म्हणून मुलांच्या समोर येते म्हणजेच हवा अनपेक्षित ठिकाणीही असते.
पण आता मुलांनी या विधानाचं अती सामान्यीकरण केले व 'इथे हवा आहे का? या कोणत्याही प्रश्नाला 'हो' उत्तर येऊ लागलं. मग मला सांगावं लागलं की (सच्छिद्र पदार्थांचा अपवाद वगळता) धातू. किंवा प्लॅस्टिकचा तुकडा यांच्या आत हवा नाही, आपल्या शरीराच्या ज्या अवयवांचा संबंध वातावरणाशी येतो उदा. श्वसन संस्था व पचनसंस्था ते सोडले तर शरीरात इतरत्र म्हणजेच हाडे, स्नायू यात हवा नाही.

३. समजा एका पिचकारीमध्ये पाणी भरले आणि पिचकारीचे तोंड हाताने घट्ट बंद करून दट्ट्या दाबला. दट्ट्या हलेल का? पिचकारीमध्ये हवा होती तेव्हा काय घडलं होतं? हा फरक कशामुळे झाला असेल?

कृती २ मध्ये अंदाज वर्तविणे व प्रत्यक्ष करून पाहणे हा भाग झाला आहे. आपण जसे हवेला रेटू शकतो तसे पाण्याला रेटता येत नाही. हे आमच्या लक्षात आले.

काय सारखे? काय वेगळे? कृपु पान ६०

१. खाली दिलेल्या गोष्टींमध्ये दोन सारखेपणाचे आणि दोन फरकाचे मुद्दे लिहा.

अ. हवा आणि पाणी

दोघेही निसर्गतः उपलब्ध आहेत, रंगहीन आहेत, जीवनावश्यक आहेत दोन्ही फुग्यात भरता येतात. आपण पाणी पाहू शकतो पण हवा नाही. पाणी वरच्या पातळीवरून खालच्या पातळीकडे वाहते तर हवा सर्वदूर वाहते. पाणी हे सामान्यतः द्रवरूपात तर हवा वायूरूपात (द्रव व वायूच्या गुणधर्मातून अनेक फरकाचे मुद्दे पुढे येतात). हवेमुळे वारा, वादळ, चक्रीवादळ होतं तर पाण्यामुळे पूर येतो.

आ. हवा आणि माती

दोन्ही गोष्टी निसर्गतः उपलब्ध आहेत, जमिनीवरील वनस्पतींना (पर्यायाने प्राणीजीवन) दोन्हींची आवश्यकता असते. हवा वायूरूपात आहे तर चिखल स्थायूरूप (स्थायू व वायूरूप पदार्थाच्या गुणधर्मातून अनेक फरकाचे मुद्दे सापडतील) हवा पृथ्वीवर सर्वत्र आहे पण चिखल नाही.

२. वस्तूंचा हा संच नीट पहा.

अ. फुगा, बुडबुडा, फुटबॉल, क्रिकेटचा बॉल

क्रिकेटचा बॉल इतरांपेक्षा वेगळा का आहे?

क्रिकेटचा चेंडू वगळता इतर सर्व हवा भरलेले आहेत.

आ. गिधाड, बेडूक, फुलपाखरू, विमान

बेडूक इतरांपेक्षा वेगळा का आहे?

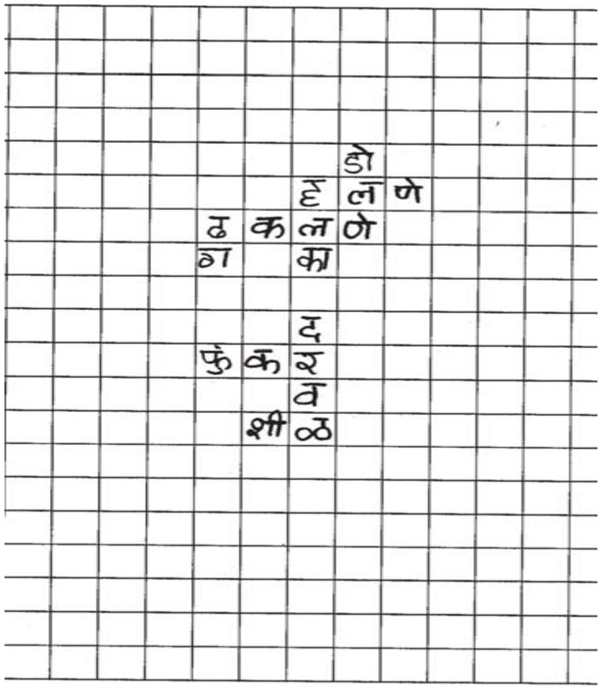
फक्त बेडूक उडू शकत नाही.

भाषेवर आधारित स्वाध्याय

चला शब्दांशी खेळू या! कृपु पान ६१

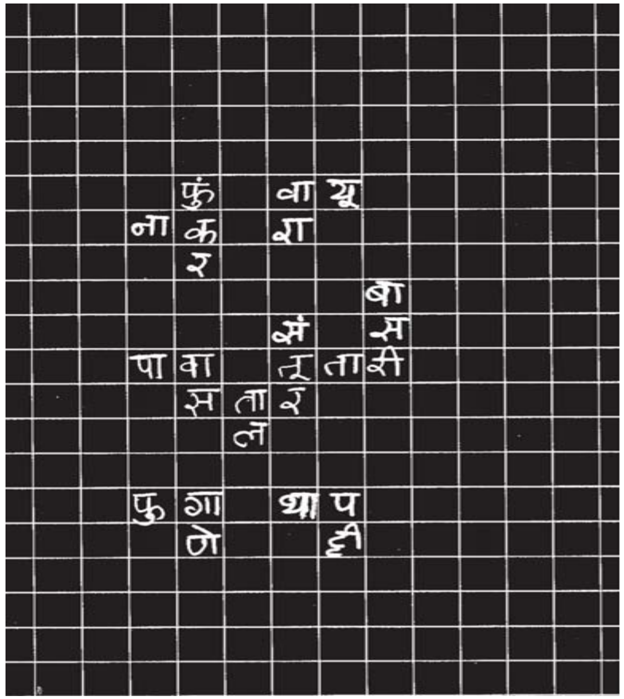
१. पुढील शब्द हवा काय काय करू शकते आणि तुम्ही हवेच्या मदतीने काय काय करू शकता हे सांगतात. हलणे, ढकलणे, दाबणे, फुंकणे, बुडबुडणे, गाणे .... कृतीपुस्तकातील पान ६१ वरील शब्दकोड्यामध्ये हे शब्द लिहा. हवा आणखी काय काय करू शकते? या शब्दकोड्यामध्ये तुमच्याही शब्दांची भर घाला.

अनेक मुलांना शब्दकोडे कसे बनवितात ते माहीत नव्हते, त्यामुळे त्यांनी अशी क्रियापदे शोधायची आहेत जी 'हवा ....' हे वाक्य पूर्ण करू शकतील हे त्यांना समजले नाही.



फळ्यावरील काम

फळ्यावरील शब्दकोड्यात आळीपाळीने उभ्या किंवा आडव्या रकान्यातील शब्द सांगून मुलांनीही भर घातली.



२. शब्दकोड्यातील जेवढे शब्द वापरता येतील तेवढे वापरून ही कविता पूर्ण करा.

वाऱ्या वाऱ्या बोल ना
झाडाची पाने हलव ना!
वाऱ्या वाऱ्या डोल ना
फुगा हवेत उडव ना!

वाऱ्या वाऱ्या घुसळ ना
पाण्यात बुडबुडे मिसळ ना!
. . .

मुलांची कविता

माझ्या तोंडात हवा
माझ्या नाकात हवा घेते मी श्वास
वाढते मी फास्ट
हवा, जाते किती उंच

वाहतेस, सगळीकडे
उडायचंय मलाही
तुझ्यासारखं
हवा उडवते धूळ
भरते फुगा

३. हे काही आवाजदर्शक शब्द आहेत. असे आणखी काही शब्द आठवा. असे आवाज तोंडाने काढायचा प्रयत्न करा.

धडाम् धुड टिपीव् पाँ सुर्रर्र फुर्रर्र सोंसों

काही नेहमीचे ध्वनीदर्शक शब्द म्हणजे खणखणाट झणकार, खडखडाट, गोंगाट, वटवट, टकटक, शीळ, गर्जना, किंकाळी, डरकाळी, हंबरणे, गुणगुणणे, किणकिण, भूभःकार, रोरावणे, रुणझुण, घणघणाट, ... मुलांनी त्यांचे स्वतःचे शब्दही बनवायला हवेत.

शोधा म्हणजे सापडेल! कृपु पान ६२

१. काही वाद्यांमध्ये तुम्ही शरीराच्या **आतील** हवा फुंकून संगीत निर्माण करू शकता तर काही वाद्यांमधून संगीत निर्माण करण्यासाठी तुम्ही शरीराच्या **बाहेरची** हवा वापरता. तुमच्या कृतीपुस्तकांमधील चित्रे पाहून या वाद्यांचे या दोन गटांमध्ये वर्गीकरण करा.

बासरी	तबला	सनई	गिटार
वीणा	हार्मोनियम(पेटी)	सारंगी	शिट्टी

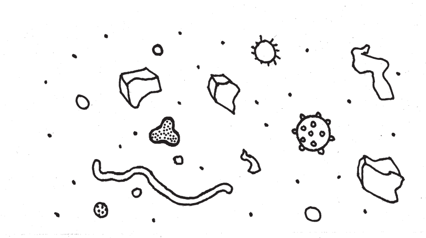
आपल्या फुप्फुसातून हवा फुंकरल्याने निर्माण होणारा ध्वनी, फ्लुट, शिट्टी, सनई
आपल्या शरीराबाहेरील हवेमुळे निर्माण होणारा ध्वनी : वीणा, तबला, पेटी, सारंगी, गिटार.

विचारा प्रश्न! कृपु पान ६३
१. हवेबद्दल प्रश्न विचारा. या प्रश्नांची उत्तरे कशी मिळवाल याचा विचार करा.

विचारा प्रश्न
१. हवा का वाहते ?
सूर्याच्या उष्णतेने हवा तापते, हलकी होते, वर जाते तेव्हा आजूबाजूची थंड हवा ही पोकळी भरून काढते. या वाहणाऱ्या हवेलाच वारा म्हणतात.
२. शिडाची होडी किंवा जहाज हे कायम वाऱ्याच्याच दिशेने जात राहते का?
जवळजवळ चार हजार वर्षांपूर्वी नाईल नदीमध्ये वापरल्या गेलेल्या शिडाच्या होड्या या प्रकारच्या होत्या. नाईल नदी ही दक्षिणोत्तर वाहते व तेथील वारा हा उत्तरेकडून दक्षिणेकडे वाहतो. होडीला जर दक्षिणेकडे जायचे असेल तर शिडे उभारीत व उत्तरेकडे जायचे असेल तर शिडे गुंडाळून ठेवीत. नंतर चिनी लोकांनी अशा शिडांचा शोध लावला जी हवेच्या दिशेने वळवता अगर झुकवता येतील व त्यामुळे कोणत्याही दिशेने अगदी वाऱ्याच्या विरुद्ध दिशेनेही प्रवास करता येई.

अजब खजिना!!!

पृथ्वीच्या सभोवताली सगळीकडे हवा असते. पण तुम्ही खूप उंच पर्वतावर गेलात तर तिथे हवा विरळ होते. यानात बसून अवकाशात गेलात तर जिथे हवा अजिबात नाही अशा ठिकाणी पोचाल.
चंद्रावर अजिबात हवा नाही.



चौथा धडा

हवेमध्ये असते तरी काय?

गोष्ट (अर्धा तास) पा.पु. पान ३४

हवेमधील काहीतरी

सभोवताली भरपूर झाडे असलेल्या एका मोठ्या मैदानामध्ये मिनी आणि अप्पू खेळत होते. ताज्या स्वच्छ हवेमध्ये, उड्या मारायला, पळायला त्यांना खूप मजा वाटायची.

हवेमध्ये असतं तरी काय?
ज्यामुळे आपण जिवंत आहोत
सुखाचा श्वास घेत आहोत
आनंदाने नाचत आहोत!

पण आज मैदानात काही माणसं वाळलेली पानं आणि कचरा जाळत होती. मैदानात सगळीकडे धूर पसरला होता. मिनी आणि अप्पूला लगेच घरी परत जावे असे वाटले.

हवेमध्ये असते तरी काय,
ज्यामुळे आपला कोंडतो श्वास
ज्यामुळे पसरतो घाणेरडा वास
ज्यामुळे लागते खोकल्याची ढास!

मिनी आणि अप्पू चालताना विचार करत होते, ''ही काय कटकट आहे? यावर काहीतरी उपाय शोधला पाहिजे.''

मुलांची निरीक्षणे

हवा नेहमी, ताजी आणि स्वच्छ राहावी म्हणून आपण काय करू शकू?

मुलांनी गोष्टीमध्ये कचरा जाळण्याविषयीच्या त्यांच्या अनुभवांचीही भर घातली. ओली पाने व लाकूड यामुळे धुक्यापेक्षा जास्त धूर निर्माण होतो हे त्यांना माहीत होते. (पान १४९ वरील 'मुलांचे प्रश्न' पाहा) त्यांना हेही माहीत होतं की, रबर, प्लॅस्टिक यासारखे पदार्थ जाळले की घाणेरडा वास व गुदमरून टाकणाऱ्या वाफा निर्माण

होतात. मुलांनी आपल्या वस्तीतील अशा जागांची यादी केली की जेथे त्यांच्या मते प्रदूषित हवा आहे. (वाहनांची वर्दळ असलेल्या रस्त्याजवळ, सांडपाण्याची नाली किंवा तेल शुद्धीकरण कारखान्याजवळ) ह्या सर्व अनुभवांवर नंतर कृती ४-६ मध्ये चर्चा केली.

मी त्यांना 'विचारा व शोधा' मधील प्रश्न वाचून 'आपण कमी कचरा निर्माण करण्यासाठी व प्रदूषण कमी करण्यासाठी काय करावे?' यावर विचार करण्यास सांगितला.

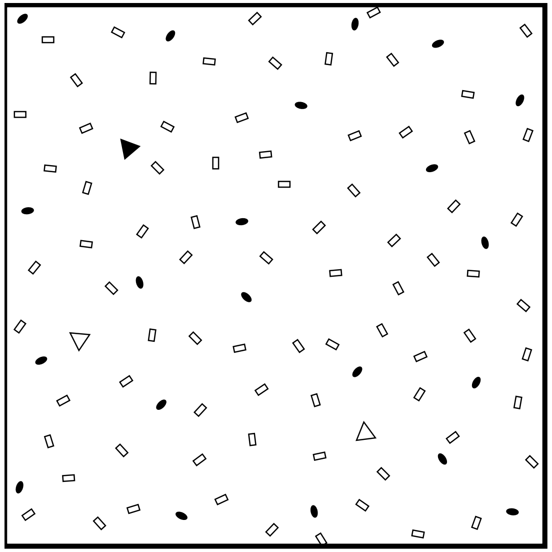
हवा म्हणजे काय? (पा.पु.पान ३५ कृ.पु.पान ४)

१. हवा ही वेगवेगळ्या प्रकारच्या वायूंनी बनलेली असते. (२ तास)

अ. नायट्रोजन, ऑक्सिजन, कार्बन-डाय-ऑक्साईड आणि **पाण्याची वाफ** हे हवेचे चार मुख्य घटक वायू आहेत.

या चारही वायूंना रंग, वास आणि चव नसते.

प्रत्येक वायू हा अगदी छोट्या छोट्या कणांनी बनलेला असतो. या कणांनाच **रेणू** असे म्हणतात. रेणू आकाराने अतिशय लहान असतात. सूक्ष्मदर्शिकिमधूनसुद्धा आपल्याला ते बघता येत नाहीत.



हे हवेचे एक काल्पनिक चित्रं आहे-

यातील छोटे आयत म्हणजे नायट्रोजन रेणू.
काळ्या रंगाचे अंडाकृती म्हणजे ऑक्सिजनचे रेणू.
काळ्या रंगाचे त्रिकोण म्हणजे कार्बन-डाय-ऑक्साईडचे रेणू.
पांढरे त्रिकोण म्हणजे पाण्याचे रेणू.

या चित्राकडे बघून पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

हवेमध्ये कुठला वायू सर्वात जास्त प्रमाणात आहे?

हवेमध्ये कुठल्या वायूचे प्रमाण दुसऱ्या स्थानावर आहे?

तिसऱ्या प्रकरणात हवा हे एक द्रव्य आहे या कल्पनेशी मुलांचा परिचय झाला आहे. चौथ्या प्रकरणात 'वायू' ही संकल्पना येऊन गेली आहे. वायू ह्या कल्पनेचं चित्र स्पष्ट होण्यासाठी वायू हा कणांनी बनलेला असतो (इतर द्रव्यांप्रमाणेच) हे समजणे गरजेचे आहे. इथे हे लक्षात घ्या की इतिहासामध्ये ह्या संकल्पना समजण्यासाठी विद्वान मंडळींना अनेक शतके अत्यंत प्रयास करावे लागले आहेत त्यामुळे मुलांना त्या लगेच समजतील अशी अपेक्षा आपण करू शकत नाही.

मुलांच्या मनातील विकल्प

मी मुलांना विचारले की वायूबद्दल त्यांना काय माहिती आहे. तेव्हा काही मुलांनी धूर (दिसणारा) म्हणजे वायू असं सांगितले. काही मुलांना वायूपुत्र हनुमान म्हणजे वाऱ्याचा मुलगा हनुमान हे माहीत होते. गॅस बद्दल विचारल्यावर मात्र स्वयंपाकाच पोटात होतो तो गॅस अशी उत्तरे मिळाले. फुग्यात सिलेंडरमधून गॅस भरतात आणि तो गॅस स्वयंपाकाच्या गॅसपेक्षा वेगळा असतो हे त्यांना माहीत होते आणि त्याचे नाव हायड्रोजन असते हेही माहीत होते.

पान क्र. ३५ वर दाखविलेली चिन्हे ही रेणूंचा खरा आकार दर्शवित नाहीत हे ही मी मुलांना स्पष्ट केले.

> चित्रात हवेत असलेल्या विविध वायूंचे अंदाजे प्रमाण दर्शविलेले आहे. हवेच्या आकारमानापैकी चार पंचमांश भाग (७८%) नायट्रोजन आहे. जवळजवळ एक पंचमांश भाग(२१%) ऑक्सिजन आहे. तर उरलेल्या भागात कार्बन डाय ऑक्साईड (०.०४%) पाण्याची वाफ व इतर निष्क्रिय वायू प्रामुख्याने अरगॉन (जवळजवळ १%) आहे. हवेतील पाण्याचे प्रमाण हे ठिकाण व ऋतू यानुसार बदलते. पावसाळ्यात हवेमध्ये ४% - ६% बाष्प असते.

पूरक कृती

चौथीच्या वर्गाच्या दृष्टीने प्रमाण व टक्केवारी ह्या फार कठीण व अमूर्त संकल्पना आहेत. हवेतील घटकांचे प्रमाण कळण्यासाठी काही प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या कृतीचा आधार घेतल्यास उपयोग होऊ शकतो. उदाहरणार्थ, तांदूळाचे ७८ दाणे + डाळीचे२९ दाणे + इतर काही धान्यांचे कण जे इतर वायू दाखवतील असे मिश्रण बनविता येईल.

आ. फुग्यात कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायू भरा. एक सोड्याची किंवा कुठल्याही वायूमिश्रित शीतपेयाची बाटली आणा. ती बाटली उघडा आणि पटकन तिच्या तोंडावर एक फुगा ठेवा. आता ती बाटली हलवा. बुडबुडे कसे वर येतात ते पहा. या बुडबुड्यांमध्ये कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायू आहे. (कृतीपुस्तक पान ६४)

असे का घडते

उच्च दाबाखाली कार्बनडाय ऑक्साईड वायू पाण्यात मिसळून पिण्याचा सोडा तयार होतो. बाटली उघडल्यामुळे जेव्हा आपण दाब कमी करतो तेव्हा द्रवातून वायू बुडबुड्यांच्या रूपात बाहेर पडतो. बाटली हलविल्यामुळे काही छोटे बुडबुडे तयार होतात, ज्यात नंतर अधिक कार्बनडाय ऑक्साईड शिरतो व बुडबुडे मोठे होतात.

प्रात्यक्षिकांसाठी सूचना

कृती करण्यापूर्वी मी फुगा ताणून व काही वेळा फुगवून घेतला त्यामुळे प्रत्यक्ष प्रयोगाच्या वेळी तो विस्तारणे हे सहज झाले. तरीही बाटलीतून बाहेर पडणाऱ्या कार्बनडायऑक्साइडवरील दाब इतका कमी होता की सुरुवातीला फुगा मोठा फुगला नाही. गार सोड्यापासून सुरुवात करून बाटली हळूहळू गरम करीत नेल्याने कार्बन डाय ऑक्साइड बाहेर पडायला मदत झाली. शेवटी तर बाटली हलविल्यावर बुडबुड्यांचा वेग इतका वाढसा की मुले अचंबित झाली.

कार्बन डाय ऑक्साईड अधिक प्रमाणात निघण्यासाठी बाटलीमध्ये व्हिनेगार व फुग्यात खाण्याचा सोडा टाकता येईल. सोड्याची बाटली उघडून लगेच तिच्या तोंडावर फुगा बसवा. फुगा उलटा करा म्हणजे खाण्याचा सोडा बाटलीतील व्हिनेगारवर पडेल. व्हिनेगारची सोड्याशी अभिक्रिया होऊन कार्बन डाय ऑक्साईड तयार होतो.

२. सजीव हवेचा उपयोग करतात. २ तास पापु पान ३६

अ. सर्व सजीवांना श्वासोच्छ्वास करण्यासाठी हवेची गरज असते. हवा नसेल तर ते जगू शकणार नाहीत. सर्व प्राणी आणि वनस्पती हवेतील ऑक्सिजन वापरतात आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईड बाहेर टाकतात.

सर्व प्राणी व वनस्पती ऑक्सिजन घेतात व कार्बनडाय ऑक्साईड वायू टाकाऊ पदार्थ म्हणून बाहेर सोडतात. हिरव्या वनस्पती (कार्बन डाय ऑक्साईड वापरण्याव्यतिरिक्त) ऑक्सिजन तयार करतात व ते प्रमाण त्यांनी वापरलेल्या ऑक्सिजनपेक्षाही जास्त असते ही गोष्ट ठसविण्यासाठी कार्टुनचा उपयोग केला आहे. आपल्यासाठी हिरव्या वनस्पती हा ऑक्सिजनचा एकमेव स्रोत आहे. केवळ त्यांच्यामुळेच आपल्याला श्वसन करणे शक्य आहे.

जमिनीखाली पाण्याच्या साठा कायम राहण्यासाठी हिरव्या वनस्पती विशेषत: झाडे हा फार निर्णायक महत्त्वाचा घटक आहे हे पुढे प्रकरण ७ मध्ये आपण पाहणार आहोत. हरित वनस्पतीसंबंधांची ही अत्यंत महत्त्वाची शिकवण विद्यार्थ्यांमध्ये रुजावी म्हणून मी सातत्याने प्रयत्न करते.

बहुसंख्य सजीवांना जगण्यासाठी ऑक्सिजनची आवश्यकता असते. पण काही जिवाणू व सूक्ष्मजीव पूर्णपणे सेंद्रीय पदार्थांवर जगतात, तर इतर काही वातावरणातील नायट्रोजन व कार्बनडाय ऑक्साईडचा वापर करतात. हे जिवाणू ऑक्सिजनच्या अनुपस्थितीतच वाढू शकतात.

मुलांच्या मनातील विकल्प

वायू - जे आपण आत घेतो व बाहेर सोडतो.

आपण श्वसन करतो तेव्हा हवा आपल्या नाकातोंडातून फुफ्फुसामध्ये जाते. यातील ऑक्सिजन हा आपल्या रक्तात शोषला जातो व कार्बनडाय ऑक्साईड बाहेर टाकला जातो. मुलांची कल्पना असते की आपण शुद्ध ऑक्सिजन शरीरात घेतो व शुद्ध कार्बन डाय ऑक्साईड बाहेर टाकतो. अनेकदा मोठ्यांचाही असा समज असतो की शरीरात घेतलेला सर्व ऑक्सिजन आपण वापरतो. तीन मुख्य वायूंचे हवेतील प्रमाण व उच्छवासातील प्रमाण पुढील तक्त्यात दिले आहे.

साधी हवा व उच्छ्वासातील हवा यांच्यातील विविध वायूची टक्केवारी

वायू	साधी हवा	उच्छ्वासावाटे बाहेर टाकलेली हवा.
ऑक्सिजन	२०.९६%	१५.८%
कार्बन डाय ऑक्साईड	०.०४%	४.०%
नायट्रोजन	७९.००%	८०.२%

नायट्रोजन हा काहीही बदल न होता बाहेर टाकला जातो तसाच बराचसा ऑक्सिजनही. अपघातात गंभीररीत्या जखमी झालेल्या रुग्णाला निरोगी व्यक्ती तोंडावाटे श्वास देण्याचा प्रयत्न करते ते यामुळेच की उच्छ्वासातील हवेतही बऱ्याच प्रमाणात ऑक्सिजन असतो. (उच्छ्वासातील नायट्रोजनचे आकारमान हे श्वासावाटे आत घेतलेल्या नायट्रोजनच्या आकारमानाइतकेच असते. वरील तक्त्यात ते प्रमाण जास्त दिसत आहे कारण ऑक्सिजनचा काही भाग हा कार्बन डाय ऑक्साईडमध्ये रुपांतरीत होण्याऐवजी पाण्यात रुपांतरीत होतो) आत घेतलेल्या हवेपेक्षा बाहेर टाकलेल्या हवेत पाण्याचे छोटे कण व वाफ यांचे प्रमाण जास्त असते.

आ. आपल्याला श्वासोच्छ्वास करण्याची गरज असते. तुमचे नाक आणि तोंड हाताने बंद करा. आता मनातल्या मनात आकडे मोजा. ''टिक टिक एक, टिक टिक दोन, ... '' किती सेकंद तुम्ही आपलं नाक आणि तोंड बंद ठेवू शकता? (कृतीपुस्तक पान ६५)

कृती पूर्वतयारी

तिसऱ्या इयत्तेत मुलांनी 'टिक् टिक् मोजणी' पद्धतीने सेकंदांची मोजणी केली आहे. म्हणून मी त्यांना माझ्याबरोबर एका विशिष्ट लयीत 'टिक् टिक् एक, टिक् टिक् दोन.....' असे म्हणायला सांगितले, यामुळे माझ्या घड्याळाप्रमाणे मुलांनीही 'टिक् टिक् पाच......... दहा ....इत्यादी अचूक ५, १० सेकंदात म्हटले. त्यांनी अनेक कृतींसाठी लागणारा अंदाजे वेळ सेकंदांमध्ये मोजला. उदाहरणार्थ, पेटीतून पेन्सिल काढणे, फुगा फुगविणे, फळा पुसणे व (घरी) दात घासणे, दूध पिणे, बादली पाण्याने भरणे, अशा प्रकारे वेळेचा अंदाज केल्यावर त्यांनी प्रत्यक्षात किती वेळ लागतो तो मोजला व त्यांच्या हे लक्षात आलं की सरावाने वेळेचा अंदाज हा अधिकाधिक अचूक होत होता.

काही अडचणी

अनेक मुलांना असं लक्षात आलं की ते ४ - ७ सेकंद श्वास रोखू शकतात तर काहींच्या मते ते काही मिनिटे श्वास रोखू शकतात. ही मुले अव्यक्तपणे श्वास घेत आहेत पण ते त्यांना स्वतःलाही लक्षात येत नाही असे नंतर आढळले. श्वास रोखून धरल्याने साहजिकच त्यांना अस्वस्थ वाटते. मी हे जाणून अत्यंत सहानुभूतीने त्यांना सांगितलं की आपण अन्नाशिवाय काही आठवडे जिवंत राहू शकतो. पाण्याशिवाय काही दिवस पण जर आपल्याला ऑक्सिजनचे योग्य प्रमाण असलेली शुद्ध हवा मिळाली नाही तर मात्र आपण काही मिनिटातच मरून जाऊ.

वातावरण हा पृथ्वीभोवती असणारा हवेचा थर आहे. जसजसे उंच जावे तसतसा हा थर विरळ होतो. १०० किमी उंचीपर्यंत जरी वातावरण असले तरी समुद्रसपाटीपासून ४ किमी उंचीवरचा थर हा इतका विरळ असतो की श्वास घेणे अवघड जाते. जवळजवळ ५ किमी अंतरावर (उंचीवर) स्वतःचा ऑक्सिजनचा पुरवठा नसेल तर मृत्यु ओढवू शकतो. काही गिर्यारोहक ऑक्सिजनशिवाय ७ किमी उंचीपर्यंतही चढू शकतात. पण त्यांना हळूहळू, विश्रांती घेत चढावे लागते, जेणेकरून त्यांचे शरीर त्या उंचीवरच्या परिस्थितीशी जुळवून घेईल. या विश्रांतीकाळात त्यांचे शरीर जास्त प्रमाणात लाल रक्तपेशींची निर्मिती करते. यामुळे फुफ्फुसामार्फत रक्तात प्रवेशणाऱ्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढते.

अनेक पिढ्यांनंतर लोक डोंगराळ भागातील जीवनाशी जुळवून घेऊ शकतात. तिबेटमध्ये व अँडीजमध्ये लोक जवळजवळ ५.५ किमी उंचीवर राहतात. येथील हवेचा दाब हा समुद्रसपाटीवरील हवेच्या दाबाच्या निमपट असतो. त्यांच्या शरीरात रक्ताचे प्रमाण जास्त असते व प्रती लिटर रक्तामध्ये लाल रक्तपेशींची संख्याही अधिक असते. याशिवाय त्यांची फुफ्फुसेही आकाराने मोठी असतात व फुफ्फुसातील हवेच्या पोकळ्यांचा आकारही जास्त ऑक्सिजन शोषून घेण्यासाठी मोठा असतो. त्यांचे हृदय मोठे आणि शरीर लहान असते. त्यामुळे हृदयाला सगळीकडे रक्तपुरवठा करणे सोपे जाते.

चालवा डोकं!

सर्व प्राण्यांना ऑक्सिजनची गरज असते. मासे ऑक्सिजन कुठून मिळवत असतील?

वर्गातील अनुभव

विचारप्रक्रिया सुरू करण्याच्या उद्देशाने हा प्रश्न विचारला आहे. प्रत्यक्षात याचे उत्तर पाठ्यपुस्तकातील ६ व्या प्रकरणात 'तुम्हाला हे माहीत आहे का ?' मध्ये दिले आहे. पाण्यात ऑक्सिजन असतो हे काही मुलांना माहीत होते. काही मुलांनी जमिनीवरील वनस्पतींविषयीच्या त्यांच्या माहितीचा वापर करून अंदाज केला की पाण वनस्पती बनवीत असलेला ऑक्सिजन पाण्यातील प्राणी वापरत असावेत. मासे पाण्यातील ऑक्सिजन घेऊ शकतात मग आपल्याला का घेता येत नाही याचे उत्तर मात्र कोणालाही सांगता आले नाही. मला असं वाटलं की काही प्रश्न अनुत्तरीतच राहिलेले चांगले म्हणजे नंतर जेव्हा त्यांना माहिती होईल तेव्हा ते अधिक अर्थपूर्ण असेल.

३. **आपल्या शरीरातही हवा असते.** २ तास पापु पान ३७

अ. हाताच्या तळव्यावर फुंकर घाला. ही हवा कुठून येते? तुम्ही सतत किती सेकंद फुंकर घालू शकता? (कृतीपुस्तक पान ६५)

मुले सलग ५ ते १० सेकंदापर्यंत हवा फुंकू शकली. हा वेळ श्वास रोधण्याच्या कमाल वेळेपेक्षा काही सेकंदांनी अधिक होता.

आ. आता फुग्यामध्ये तोंडाने हवा भरा. फुगा घट्ट धरा आणि फुग्याचे धरलेले तोंड सोडून द्या.

तुम्हाला काय जाणवलं? काय ऐकू आलं? फुग्यातील हवा कुठे गेली?

फुग्यातून बाहेर पडणारी हवा आपल्याला जाणवते व तिचा आवाजही ऐकू येतो. फुग्यातील हवा बाहेर आली की बाहेरच्या हवेत मिसळून जाते.

चालवा डोकं!

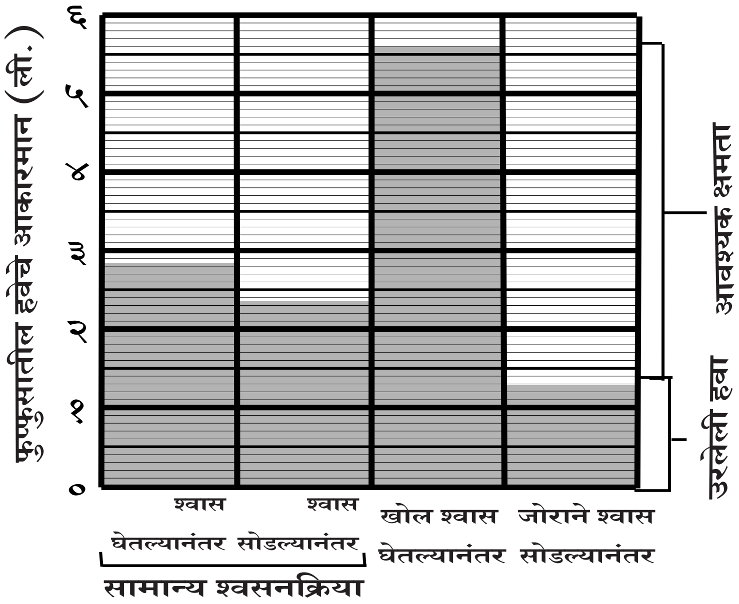
तुम्ही फुग्यामध्ये हवा भरली. फुग्यात जाण्याच्या आधी ही हवा कुठे होती? ती तुमच्या शरीरातच होती का? कुठे असावी?

एका मागून एक असे किती फुगे तुम्ही फुगवू शकता? ही सगळी हवा कुठून येते?

मुलांनी असा अंदाज केला की ही हवा त्यांचे शरीर/छाती/फुफ्फुसे यातून येते. फुगा फुगवताना त्यांच्या असं लक्षात आलं की त्यांना मध्ये मध्ये काही क्षण थांबून खोल श्वास घेऊन परत फुगा फुगवावा लागत होता. वास्तवत: ते बाहेरून हवा शरीरात घेऊन तीच फुग्यात भरत होते. असा खोल श्वास घेताना शरीराच्या कोणत्या भागांची हालचाल होते. याकडेही त्यांनी लक्ष दिले. (घसा, छाती, पोट)

आपल्या फुफ्फुसात साधारणतः २.५ लिटर हवा असते. सामान्यपणे आपण प्रत्येक श्वासागणिक अर्धा लिटर हवा आत घेतो व तेवढीच उच्छवासावाटे बाहेर टाकतो. जर खूप जोरात हवा बाहेर टाकली तर एखादा लिटर जास्त हवा बाहेर येईल व उरलेली १.५ लिटर हवा आपण जिवंत असेपर्यंत कायम फुफ्फुसात शिल्लक राहते. ही हवा फुफ्फुसांचा योग्य आकार कायम राखते.

एका व्यक्तीच्या फुप्फुसांची क्षमता



सामान्यतः आपल्यामध्ये असलेल्या श्वसनक्षमतेचा काही भागच आपण वापरतो. दीर्घ श्वसनात आपण अंदाजे ३ लिटर हवा आत घेऊ शकतो. जोराने हवा बाहेर सोडणे व पाठोपाठ दीर्घश्वसन यांचे मापन करून फुफ्फुसांची 'आवश्यक क्षमता' शोधून काढता येते. सामान्य प्रौढ व्यक्तीमध्ये ही क्षमता १.५ ते ७ लिटर या मर्यादित असते व ही क्षमता व्यक्तीचा आकार, वय, आरोग्य, योगासने व प्राणायामाचा सराव, यानुसार बदलते.

२तास + गृहपाठ; पापु पान ३७

या कृतीपासून पुढे आपण 'हवा प्रदूषण' या भागाचा विचार करणार आहोत. ज्वालामुखीचा उद्रेक, जंगलातील वणवे, वादळे व कुजणारा कचरा यासारख्या नैसर्गिक घटनांमुळेही हवेचे प्रदुषण होते. पण अशा घटना तुलनेने कमी व पृथ्वीच्या बऱ्याच मोठ्या क्षेत्रावर विखुरलेल्या असल्याने त्यातून निर्माण होणारे विषारी वायू, धूळ यांनी सजीवसृष्टीला धोका उत्पन्न होत नाही. परंतु ४ ई व ४ उ मध्ये वर्णिल्याप्रमाणे मानवी कृतींमधून तुलनेने कमी क्षेत्रात जास्त प्रमाणात प्रदूषके निर्माण होतात (उदाहरणार्थ, शहरात) व यामुळे मानवी जीवनाला धोका निर्माण होतो. काही प्रदूषके हवेत दीर्घकाळ राहतात, त्यांच्या परस्परातील अभिक्रियातून अधिक घातक पदार्थ निर्माण होतात व हवा आणि पाऊस यांच्या माध्यमातून जगभर पसरतात.

सजीव वनस्पती ऑक्सिजन तयार करतात. प्राणी कार्बन-डाय-ऑक्साईड तयार करतात. कृपु पान ६६

पृथ्वीवरील जीवसृष्टीद्वारे ऑक्सिजन व कार्बन डाय ऑक्साईडची निर्मिती होते ही आधी शिकलेली बाब मुलांना आठवावी हा या वाक्यामागील हेतू आहे. ही वायूंची निर्मिती केव्हापासून सुरू आहे ? मला वाटले की मुलांना ही गोष्ट ऐकायला आवडेल. या गोष्टीत मी इतर काही वायूंची नावेही घातली. उदा. हायड्रोजन (अती हलक्या फुग्यांमधील वायू - हा जळतो), मिथेन (कुजलेल्या शेणाचा वास. हा ही हवेमध्ये जळतो), अमोनिया (कांद्यासारखा वास) व हायड्रोजन सल्फाईड, (सडक्या अंड्यांचा वास). सुरुवातीच्या काळातील पृथ्वीवर आपण जिवंत राहूच शकलो नसतो. पण आपण त्या परिस्थितीची कल्पना करू शकतो. तेव्हाची पृथ्वीही नक्कीच एक अत्यंत गरम आणि घाणेरडा वास येणारी कशी जागा असणार !

पृथ्वीची निर्मिती ही जवळजवळ ५ अब्ज वर्षापूर्वी झाली. पहिल्या अंदाजे १अब्ज वर्षात वातावरण हे प्रामुख्याने मिथेन, अमोनिया व काही प्रमाणात हायड्रोजन सल्फाईड, हायड्रोजन व पाण्याची वाफ यांनी बनलेले होते. अनेक रासायनिक अभिक्रिया घडल्या, त्यांना सूर्याची उष्णता पृथ्वीवरील ज्वालामुखींचे उद्रेक यांनी उर्जा पुरवली व यामुळे वातावरणातील घटकांचे प्रमाण सातत्याने बदलत राहिले. ज्वालामुखींच्या उद्रेकातूनच नायट्रोजन व कार्बन डाय ऑक्साईड बाहेर पडले.

जीवाणू, नीलहरीत शैवाल या सारख्या सुरुवातीच्या सजीवांना जगण्यासाठी ऑक्सिजनची गरज नव्हती. त्यांनी मिथेन, हायड्रोजन आणि हायड्रोजन सल्फाईड यांचा वापर केला. यांपैकी काहींमध्ये हरीतद्रव्य होते त्यांनी प्रकाशसंश्लेषणाची क्रिया सुरू ठेवली, मोठ्या प्रमाणात कार्बन डाय ऑक्साईड वापरून ऑक्सिजनची निर्मिती केली. या आदिम वनस्पती नसत्या तर पृथ्वीवर ऑक्सिजनच नसता व आपण पाहतो सजीवसृष्टीही !

दहाव्या धड्यात वस्तू कशा कुजतात, त्यांचे विघटन कसे होते ते तुम्ही शिकाल. प्राणी आणि वनस्पती मेल्यावर त्यांचे विघटन होते. विघटन होताना निरुपयोगी वायू बाहेर टाकले जातात. या बाहेर फेकलेल्या वायूंपैकीच एक कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायू असतो.

वस्तूंचे विघटन होताना इतरही वायू बाहेर फेकले जातात. काही वायू वासावरून तुम्ही ओळखू शकता.

विघटन होताना वायू बाहेर टाकला जातो अशा तुम्हाला माहित असलेल्या काही वस्तूंची नावे लिहा.

मुलांची निरीक्षणे

सडणाऱ्या व त्यांनी वास घेतलेल्या गोष्टींची अनेक उदाहरणे मुलांनी सांगितली पण सडण्यातून वायू बाहेर पडतो हे ऐकून त्यांना खूपच आश्चर्य वाटलं.

प्राणी व वनस्पती यांच्या मृतावशेषांच्या कुजण्यातून अनेक वायूंची निर्मिती होते. यापैकी मुख्य वायू म्हणजे कार्बन डाय ऑक्साईड व मिथेन. बायोगॅस संयंत्रामध्ये कुजणाऱ्या वस्तूतून निर्माण झालेले अनेक वायूंचे मिश्रण हे इंधन म्हणून वापरले जाते. सांडपाणी, मलमूत्र व शेण यांच्या कुजण्यातून निर्माण होणारा मिथेन वायू हा स्वयंपाकासाठी व घरगुती दिवाबत्तीसाठी वापरला जातो. मैला वाहून नेणाऱ्या नळांमध्येही मिथेन वायू असतो. त्यामुळेच दिवा घेऊन मैल्याच्या टाक्यांमध्ये उतरणे अत्यंत धोकादायक असते. मिथेन व ऑक्सिजन यांचे मिश्रण स्फोट घडवून आणू शकते.

काही विशिष्ट प्रकारचे जिवाणू हे वनस्पती अथवा प्राण्यांच्या शरीरातील ठराविक मुलद्रव्ये वापरून संबंधित वायूची निर्मिती करतात. उदा. अंडी व काही पालेभाज्यांमध्ये असलेल गंधक खाणारे काही जिवाणू, सल्फर डाय ऑक्साईड व हायड्रोजन सल्फाईड वायू बाहेर सोडतात. (हायड्रोजन सल्फाईड वायूला कुजक्या अंड्यासारखा वास येतो) काही जिवाणू प्रथिनयुक्त पदार्थातील नायट्रोजन व हवेतील कार्बन डाय ऑक्साईडचा वापर करून नायट्रोजन डायॉक्साईड मुक्त करतात.

तुमच्या घरात, शाळेत किंवा बाहेर वेगवेगळ्या ठिकाणी जा. तुम्ही स्वयंपाकघर, बाथरूम, बाग किंवा कचराकुंडी ठेवलेल्या ठिकाणीसुद्धा जाऊ शकता. डोळे बंद करा आणि वास घ्या. वासावरून कुठल्या जागा तुम्हाला ओळखता येतील? हे वास नाकात कसे शिरले?

मुलांची निरीक्षणे

मुलांनी अनेक ठिकाणे त्यांच्या वासावरून ओळखली : स्वयंपाकघर (भाज्या व पक्व फळे, चिरणे, चहा कॉफी मुरणे, उकळणे, भाजणे, तळणे व काही पदार्थ करपणे उदाहरणार्थ, दूध करपणे) शयनगृह (डांबराच्या गोळ्या, पावडर), बाथरुम व संडास (साबण, क्लोरीन व इतर जंतूनाशके), ओसरी, (झाडे, ओली माती), बगिचा (फुले, नुकतेच कापलेले गवत), रस्ता (धूळ व धूर), रेल्वेस्थानक (खाद्यपदार्थ विक्रेते, मासे, कोंबड्या वाहून नेणारा ट्रक, वाळलेलं गवत आणि सुतळी) हॉटेल, रुग्णालये, इत्यादी. ही मुख्यत: शहरी उदाहरणे आहेत. ग्रामीण भागातील उदाहरणे वेगळी असतील.

घनपदार्थांचे कण,द्रवाचे छोटे थेंब व वायुरूप पदार्थांचे रेणू हे आपल्या नाकांत जाऊ शकतात, व त्यामुळे आपल्याला वासाची संवेदना होऊ शकते. अन्न शिजवताना वाफेबरोबर काही वायूही हवेत सोडले जातात. अत्तरे ही बाटलीमधील द्रवपदार्थ आहे पण त्यांचा गंध हा वायूरूप आहे.

वस्तू जळण्यासाठी ऑक्सिजनची गरज असते. वस्तू जळताना कार्बन-डाय-ऑक्साईड व इतर वायू तयार होतात. हे वायू दिसत नाहीत. त्यांच्यापैकी बरेचसे वायू विषारी असतात.

तुमच्या स्वयंपाकघरातील स्टोव्ह जळत असताना काही वास येतो का? तुमच्या शिक्षकांभोवती दोन गोलांमध्ये उभे राहा. तुमचे शिक्षक काड्यापेटीची काडी पेटवतील. शिक्षकांनी काडी ओढल्याचा आवाज आल्याबरोबर सेकंद मोजायला सुरुवात करा, ''टिक-टिक एक टिक-टिक दोन....'' तुम्हाला काडी जळण्याचा वास आल्याबरोबर लगेच हात वर करा. हा वास तुमच्यापर्यंत पोहचायला किती सेकंद लागले याची नोंद करा.

मुलांची निरीक्षणे

जळके लाकूड किंवा केरोसीन, पॅराफिनवर चालणाऱ्या स्टोव्हचा वास येतो पण गॅस शेगडीचा वास येत नाही हे मुलांना माहीत होते. हवेत एखादा वायू आहे याची जाणीव आपल्याला त्याच्या वासावरून होते. उदबत्ती किंवा धूपाच्या धुरात कार्बन डाय ऑक्साईड व्यतिरिक्त इतर अनेक प्रकारचे वायू असतात. धुराच्या आपल्याला दिसणाऱ्या भागात छोटे घन कण असतात. हे कण म्हणजे उदबत्तीचा न जळलेला भाग आहे.

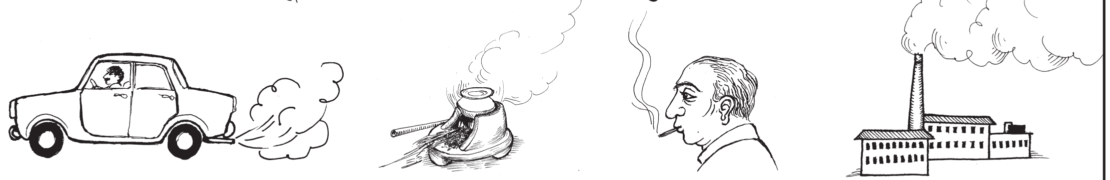
सर्व इंधनांचे ज्वलन हे हवेतील ऑक्सिजनशी संयोगामुळे होते. स्वयंपाकाचा गॅस (एल्.पी.जी.) जळताना मुख्यत्वे कार्बन डाय ऑक्साईड व पाण्याची वाफ तयार होते. हे पदार्थ वासहीन व हवा खेळती असलेल्या स्वयंपाकघरात निरुपद्रवी असतात. (गॅसवर एखादे चकचकीत थंड पातेले ठेवले की सुरुवातीच्या काही सेकंदात त्याच्या पृष्ठभागावर द्रवीभवन झालेल्या पाण्याचे थेंब तुम्हाला दिसू शकतील) रॉकेल व तत्सम पदार्थांच्या ज्वलनातून मात्र पुरेसा ऑक्सिजनचा पुरवठा न झाल्यास कार्बन मोनॉक्साईडसारखे विषारी वायू निर्माण होतात.

एल्. पी. जी. व रॉकेल ही दोन्ही 'जिवाश्म इंधने' आहेत - पृष्ठ १३३ पहा. परंतु ज्या घरामध्ये चुलीचा वापर होतो व ज्यात लाकूड, गवत, शेणाच्या गोवऱ्या जाळल्या जातात त्या घरात अतिशय धोकादायक असं प्रदुषण घडून येतं, - पृष्ठ १३४ व १४८ पाहा.

वर्गातील अनुभव

काडी पेटवण्याच्या कृतीमध्ये २ सेकंद ते १६ सेकंद इतका वेळ लागला. अनपेक्षितरीत्या सर्वात बाहेरच्या वर्तुळात असलेल्या काही मुलांना आतील मुलांपेक्षा लवकर वास आला. आपल्या भोवतालची हवा सतत वाहाती असल्याने असं होऊ शकतं की गंध/वायू हे एखाद्या विशिष्ट दिशेने जास्त वेगाने जातात. तसेच आपल्यापैकी काहींना आनुवंशिकतेने अथवा सरावाने गंधाची जाणीव ही इतरांपेक्षा तीव्र असते. मुलांना रस असेल तर स्वतःची गंधाची वैयक्तिक जाणीव शोधून काढण्यासाठी ते काही प्रयोग करू शकतात.

कारखान्यांमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारचे वायू निर्माण करतात. निरुपयोगी वायूसुद्धा कारखान्यांमधून बाहेर टाकले जातात. विषारी वायू हवेमध्ये मिसळणारी काही साधने पुढील चित्रांमध्ये दाखवली आहेत.



तुमच्या भोवतालच्या हवेमध्ये विषारी वायू कोठून येत असतील याचा शोध घ्या.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी त्यांच्या परिसरातील हवेचे प्रदूषण करणारे अनेक स्त्रोत शोधून काढले. मी त्यांना सांगितले की आपल्या फुफ्फुसात जाणारे विषारी वायू रक्तात शोषले जातात. धूळ व धूर हे फुफ्फुसाच्या आतल्या बाजूस चिकटून बसतात व काही वर्षांनी त्यामुळे फुफ्फुसे खराब होतात. धुम्रपान करणाऱ्या व प्रदूषित ठिकाणी राहणाऱ्या लोकांची फुफ्फुसे एवढी खराब होतात की त्यांची ऑक्सिजन शोषून घेण्याची क्षमता कमी होत जाते.

पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ३८ वरील चित्रे पुढील गोष्टी दर्शवितात.

१. गाडीतून बाहेर पडणारा धूर २. लाकूड जाळणाऱ्या चुली ३. धुम्रपान करणारी व्यक्ती ४. कारखान्यातून बाहेर पडणारा धूर.

पहिल्या व चौथ्या घटनेत बहुतकरून जीवाश्म इंधने वापरली जातात. कोळसा, नैसर्गिक वायू व खनिजतेल यांना जीवाश्म इंधने म्हणतात. कारण ती पुराणकालीन वनस्पती व प्राण्यांच्या जीवाश्मांसोबत जमिनीखाली आढळतात. लाखो वर्षापूर्वी वनस्पती व प्राणी मेले, त्यांची अर्धवट विघटन झालेली शरीरे मातीच्या अनेक थरांखाली गाडली गेली. लाखो वर्षांच्या उच्च तापमान व उच्च दाबाच्या प्रभावामुळे ह्या थरांचे रूपांतर कोळसा, खनिज तेल व वायूरूप इंधनांमध्ये झाले. ही इंधने आज आपण उष्णता, प्रकाश व वीजनिर्मितीसाठी वापरतो. खनिज तेल हे प्लॅस्टिक, खते, कापड व दैनंदिन उपयोगाच्या अनेक वस्तूंच्या निर्मितीत प्रारंभिक साहित्य म्हणून वापरले जाते.

जीवाष्म इंधनांचे ज्वलन होताना कार्बन डाय ऑक्साईड व पाण्याची वाफ याशिवाय कार्बन मोनॉक्साईड, हायड्रोकार्बन, सल्फर ऑक्साईड यासारखे विषारी वायू व शिसे व इतर धातूंचे कण असलेली राख असे अनेक पदार्थ निर्माण होतात. सर्वदूर फार मोठ्या प्रमाणात जीवाश्म इंधनांचा वापर होत असल्याने हवाप्रदुषणाचा ते प्रमुख स्त्रोत ठरतात.

इंधनाचे ज्वलन याशिवाय इतर अनेक उत्पादन प्रक्रियेतून अनेक धोकादायक वायूंची निर्मिती होते. हवा प्रदूषणास कारणीभूत काही प्रमुख उद्योगधंदे - तेल शुद्धीकरण कारखाने, कागद कारखाने, धातूचे ओतकाम, लोखंड व पोलाद उद्योग, कार्बनी व अकार्बनी रसायने निर्मिती उद्योग (रबर, प्लॅस्टिक, खते, इत्यादी.)

दुसऱ्या क्रमांकाच्या चित्रातील चुलीत लाकूड, गवत किंवा शेणाची गोवरी जाळली जाते. भारतातील अनेक गरीबांच्या घरातील हा एकमेव इंधन स्त्रोत आहे. भारतातील अंदाजे तीनचतुर्थांशपेक्षा अधिक घरे व जगाची अर्धी लोकसंख्या या इंधनाचा वापर करते. हे जीवाश्म इंधनांच्या तुलनेने कमी कार्यक्षमतेने जळते त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात राख व धूर निर्माण होतात. या चुलीभोवती काम करणाऱ्या महिला व मुले यांना कमी जागेत मोठ्या प्रमाणात साठलेल्या विषारी वायू व कणरुप अशुद्धी यांच्यातच श्वसन करणे भाग पडते व त्यांच्यामध्ये श्वसन व डोळ्यांचे विकार यांच्या गंभीर समस्या निर्माण होतात. सातत्याने अशा हवेत राहिल्यास फुफ्फुसे निकामी होणे, कर्करोग, व हृदयविकार यांचा संभव असतो. चुलीभोवती सातत्याने वावरण्याचा परिणाम धुम्रपानाइतकाच घातक ठरतो.

कारखाने, वाहने व चुली याद्वारे होणारे प्रदूषण हे स्वच्छ इंधनांचा वापर, ज्वलनाची कार्यक्षमता वाढविणे व प्रदूषके हवेत मिसळण्यापूर्वी संकलीत करणे याद्वारे कमी करता येते. यासाठी आजकाल चुली व इंजिनांची सुधारित रचना, धुरांडी उपलब्ध आहेत. ही साधने थोडी खर्चिक असली तरी आरोग्याचा विचार करता ही किंमत फार नाही.

तिसऱ्या चित्रातील (तंबाखूचा धूर) हा हवा प्रदूषणाचा प्रकार पूर्णपणे टाळण्याची गरज आहे. तंबाखुच्या धुरात कार्बनमोनॉक्साईड, हायड्रोकार्बन या विषारी वायूंव्यतिरिक्त डांबराचे कण व इतर कर्करोग निर्माण करणारी रसायने व निकोटीन नावाचे द्रव्य असते. हे केवळ विषारीच नाही तर व्यसनाधीन बनविणारे आहे. एकदा तुम्ही धुम्रपान करण्यास सुरुवात केली की थांबवणे कठीण जाते. सिगारेटच्या धुरात तर सिगारेट बनविताना जी इतर अनेक रसायने वापरली जातात, त्या सर्वांच्या ज्वलनातून तयार होणारे अनेक विषारी पदार्थ असतात. या अत्यंत धोकादायक रसायनांचा काही भाग धुम्रपान करणाऱ्या व्यक्तीच्या शरीरात जातो तर बराच भाग बाहेर सोडला जातो. म्हणूनच एका अथवा अनेक धुम्रपान करणाऱ्या व्यक्तींच्या सान्निध्यात राहिल्यास आपल्यावर होणारा परिणाम हा सिगारेट स्वतः ओढल्याने होणाऱ्या परिणामाइतकाच घातक आहे. धुम्रपान करणाऱ्या व्यक्तीची मुले ही ब्राँकायटीस, दमा व इतर श्वसनसंस्थेच्या इतर आजारांना लवकर बळी पडतात. तंबाखूच्या धूराचा सातत्यपूर्ण सहवास हा कर्करोग, हृदयरोग व फुफ्फुसाच्या विकारांना कारणीभूत ठरतो.

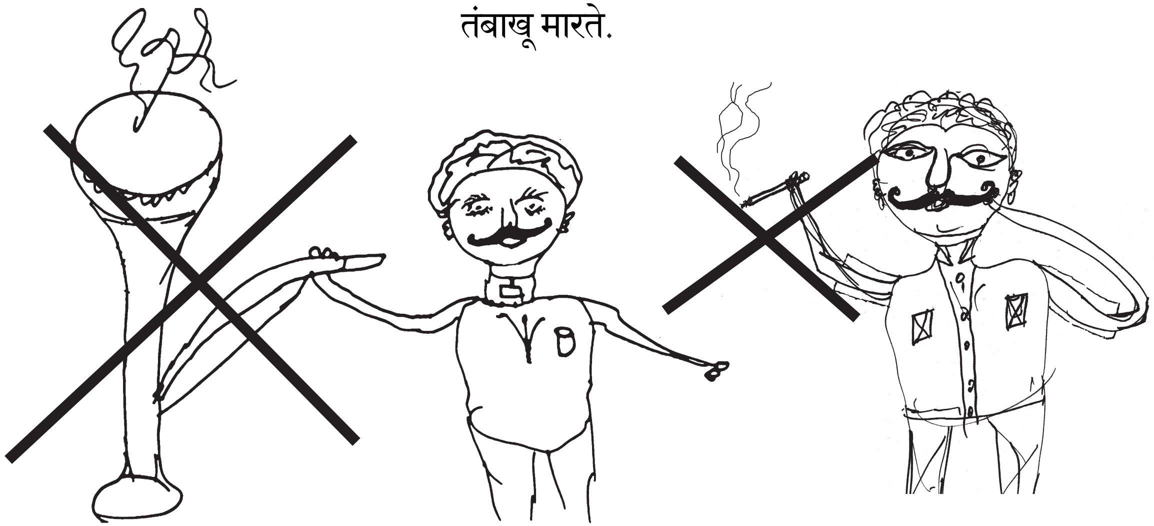
सांभाळा!

काही विषारी वायूंना वास असतो, तर काहींना नसतो. वास येत नाही आणि दिसतही नाही अशा प्रकारचा विषारी वायू श्वासाद्वारे शरीरात घेतल्यामुळे काहीवेळा माणसांचा मृत्यूसुद्धा होतो.

बिडी, सिगारेटमधला तंबाखू जळतो तेव्हा धुराबरोबरच काही डोळ्यांना न दिसणारे वायू तयार होतात. हा धूर आणि हे न दिसणारे वायूसुद्धा विषारी असतात.

हे वायू श्वासावाटे शरीरात गेल्यामुळे तुम्हाला लगेचच आजार होऊ शकतो किंवा काही वर्षांनंतरही तुम्ही आजारी पडू शकता. तंबाखू कधीही वापरू नका. तंबाखूचा धूरही श्वासावाटे आत घेऊ नका.

तंबाखू मारते.



(२ तास + सततची निरीक्षणे, पापु पान ३९.)

घरात येणारी उन्हाची तिरीप निरखून बघा किंवा एखाद्या अंधाऱ्या खोलीत एक विजेरीसारखा प्रखर दिवा लावा आणि निरीक्षण करा. तुम्ही काय पाहिले त्याचे वर्णन करा. (कृतीपुस्तक पान ६७)

मुलांची निरीक्षणे

धुलीकण व तरंगणारे तंतू हे टॉर्च (विजेरी)च्या जवळ सगळ्यात चांगले दिसले. हे सतत हलत होते. मुलांना सूर्यप्रकाशाच्या झोतात दिसणारे धुलीकण व फळा पुसल्यावर उडणाऱ्या कणांची आठवण झाली. फिल्म प्रोजेक्टरमधून बाहेर पडणाऱ्या प्रकाश शलाकेतील धुलीकणही त्यांना आठवले.

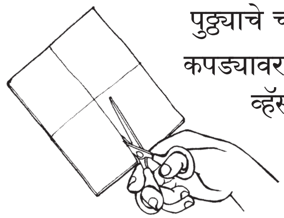
एक खोली स्वच्छ झाडा आणि धूळ गोळा करा. ही सगळी धूळ कुठून आली? खूप अस्वच्छ असणाऱ्या किंवा खूप धूळ जमते अशा काही ठिकाणांची नावे सांगा. या ठिकाणांवर ही धूळ कशी आली असेल?

मुलांची निरीक्षणे

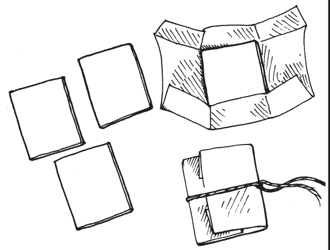
घरातील धूळ जमा करून मुलांनी वर्गात आली. त्यात धुलीकणांव्यतिरिक्त कपड्याचे तंतू, किटकांच्या शरीराचे भाग इ. गोष्टीही त्यांना आढळल्या. मुलांनी हे धुलीकण भिंगातून बघितले. जमिनीवरील धुळीमध्ये मोठ्या धुलीकणांचा समावेश होता तर उंच पृष्ठभागावरील धुळीकण हे खूपच लहान होते. कारण उंच पृष्ठभागावर खूप हलके कणच जाऊन बसतात जे हवेमार्फत सहजपणे वाहून नेले जातात. त्यात काही कण तर इतके सूक्ष्म असतात जे खाली स्थिरावतच नाही.

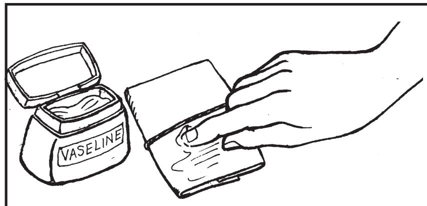
जेथे धूळ खूप असते अशा मुलांनी सांगितलेल्या जागा म्हणजे कोपरे, उंच कपाटे व इतर फार हात न पोचणाऱ्या जागा; व्हरांडे, जमीन, खिडक्यांची तावदाने जेथे बाहेरून धूळ येते. विजेचे पंखे सतत हवेमध्ये फिरतात व धूळ जमा करतात.

हवेमध्ये किती धूळ असते ते शोधून काढा. यासाठी पुढील वस्तू जमवा. जुन्या वहीचा एक पुठ्ठा, पांढरा सुती कपडा किंवा कागद, दोरी किंवा पिना, व्हॅसलीन किंवा ग्रीज.



पुठ्ठ्याचे चार तुकडे करा. प्रत्येक तुकडा कपड्यामध्ये किंवा कपड्यावर किंवा कागदावर कागदामध्ये गुंडाळा. वरून व्हॅसलीन किंवा वंगण चोळा.





आता हे पुठ्ठे चार वेगवेगळ्या ठिकाणी बांधून ठेवा.

- जिथे हवा स्वच्छ वाटते अशा ठिकाणी
- जिथे हवा खूप अस्वच्छ वाटते अशा ठिकाणी
- इतर दोन पुठ्ठे कुठेही टांगून ठेवा.

काही दिवसांनंतर हे पुठ्ठे काढून एकमेकांशी पडताळून बघा. तुम्हाला काय दिसले याचे वर्णन करा. हे पुठ्ठे असे का बरं दिसत असतील? (कृतीपुस्तक पान ६७)

हवा किती अस्वच्छ आहे हे तपासण्यासाठी तुम्ही अशा पुठ्ठ्यांचा उपयोग करू शकता का? प्रत्येक ठिकाणी ही पद्धत उपयोगी पडेल का?

साध्या भिंगातून वस्तू मोठ्या दिसतात हे तुम्हाला माहित आहेच. एका भिंगातून कार्डावर चिकटलेली धूळ आणि माती पहा. डोळ्यांना दिसू न शकणारे काही कण भिंगातून दिसतात का?

कार्डपेपरच्या तुकड्यांना व्हॅसलीन चोळून ते आम्ही पुढील ठिकाणी टांगले.

मुलांची निरीक्षणे

(१) वर्गात (२) रस्त्याच्या बाजूला ज्यावरून ट्रक्सची रहदारी मोठ्या प्रमाणावर होते. (३) गच्चीत (४) मैदानाजवळ.

तीन दिवसानंतर रस्त्याजवळच्या तुकड्यावर धूर व धुळीचे गडद रंगाचे मोठे कण तर मैदानाजवळच्या तुकड्यावर लालसर मातीचे छोटे कण आढळले. कार्डाच्या कडेवरून फाटलेल्या कापडाच्या धाग्यांनी धुळीचे कण मोठ्या प्रमाणावर जमा केले.

धुळीचा रंग व वेगवेगळ्या ठिकाणच्या धुळीचे बारकाईने केलेले निरीक्षण यातून एक प्रश्न उभा राहिला की ही धूळ नेमकी बनते कशापासून ?

रस्त्यावरील धूळ ही माती व वाहनातून बाहेर पडणारा धूर/काजळी यांनी बनल्यासारखी दिसते. मी मुलांना सांगितले की वाळू व माती म्हणजे खडक फुटण्यातून बनलेले सूक्ष्म तुकडे किंवा भाग आहेत. पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ क्र. ४० वरील (येथील पृष्ठ १३८) चित्रांमध्ये असे दिसून येते की या सूक्ष्म कणांनाही खडकांसारखा आकार आहे. हवेत धुळीव्यतिरिक्त इतर तरंगणाऱ्या वस्तू पृष्ठ ४०-४१ वर दाखविल्या आहेत.

मी छोट्या भिंगाचा वापर करून दोन कल्पना त्यांच्यात रुजविल्या.

(१) भिंगामुळे छोट्या वस्तू मोठ्या दिसतात व

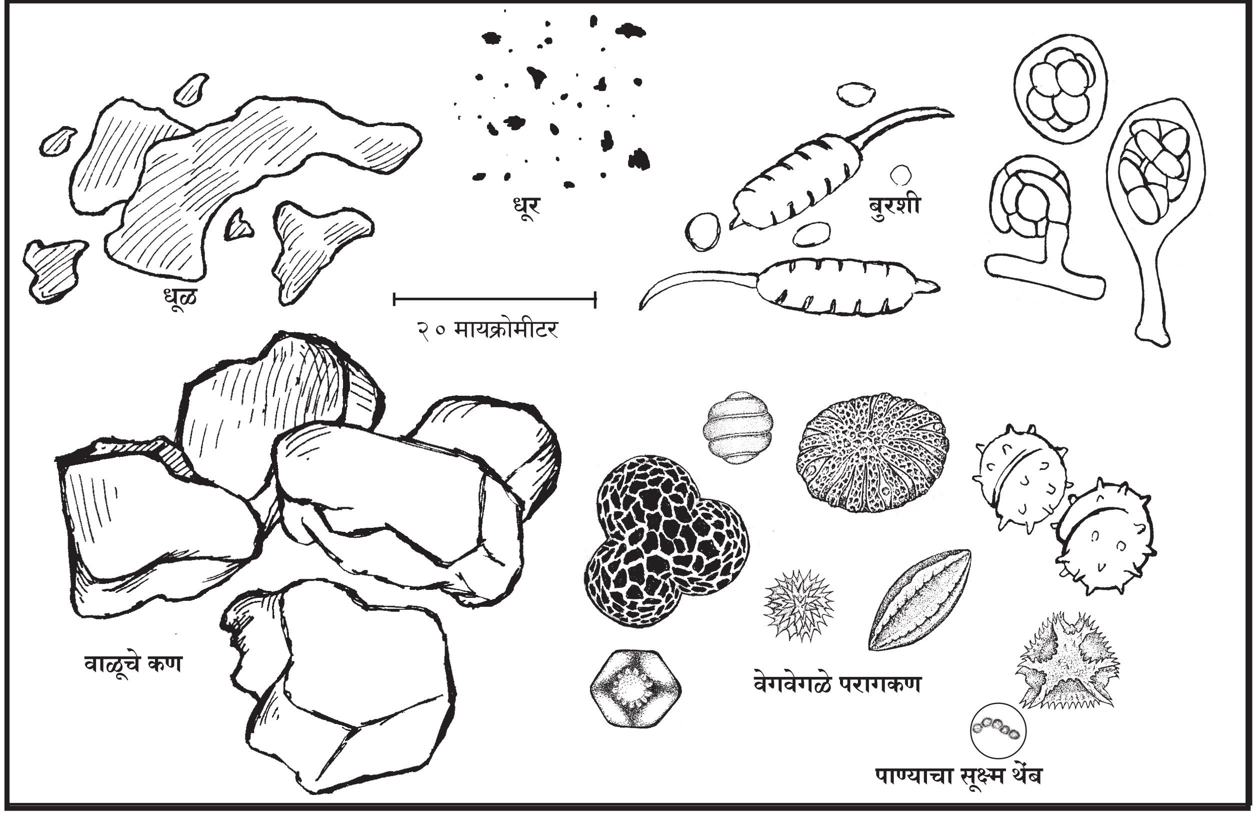
(२) काही सूक्ष्म कण जे नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाही ते भिंगामुळे दिसू शकतात.

(२ तास, पापु पान ४०, कृपु पान ६७)

सूक्ष्मदर्शिकिमध्ये खूप भिंगे एकावर एक रचलेली असतात. साध्या भिंगातून दिसू शकणार नाहीत अशा गोष्टी तुम्ही सूक्ष्मदर्शिकेतून बघू शकता.

सूक्ष्मदर्शिकितून बघितल्यावर हवेत तरंगत असलेल्या काही गोष्टी अशा दिसतात.

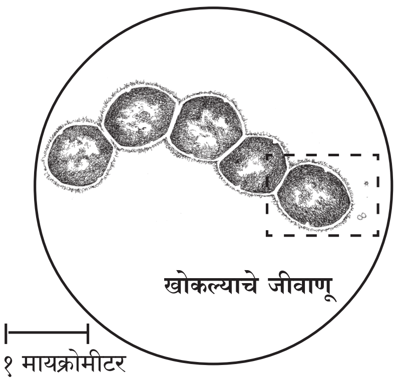
यापैकी कुठल्या गोष्टी सजीव असतील किंवा सजीवांचा एक भाग असतील? तुमचा अंदाज शिक्षकांबरोबर पडताळून पहा.



फक्त सूक्ष्मदर्शिकितूनच बघता येतात अशा छोट्या जीवांना   असे म्हणतात.

या चित्रातला पाण्याचा थेंब हा पावसाच्या थेंबापेक्षा खूपच लहान आहे.

सूक्ष्मदर्शिकेतून दिसणारा पाण्याचा थेंब



तुम्ही खोकता किंवा शिंकता तेव्हा असे हजारो पाण्याचे थेंब हवेमध्ये मिसळतात. यापैकी काही थेंब इतके लहान असतात की ते सूक्ष्मदर्शिकिशिवाय तुम्हाला दिसत नाहीत.

हे सूक्ष्मदर्शिकेतून दिसणारे पाण्याच्या थेंबांचे चित्र आहे. या पाण्याच्या थेंबामध्ये घशाला संसर्ग करणाऱ्या जीवाणूंची साखळी आहे. तुटक रेषेने दाखवलेल्या आयतामध्ये या साखळीशिवाय आणखी काय काय दिसत आहे?

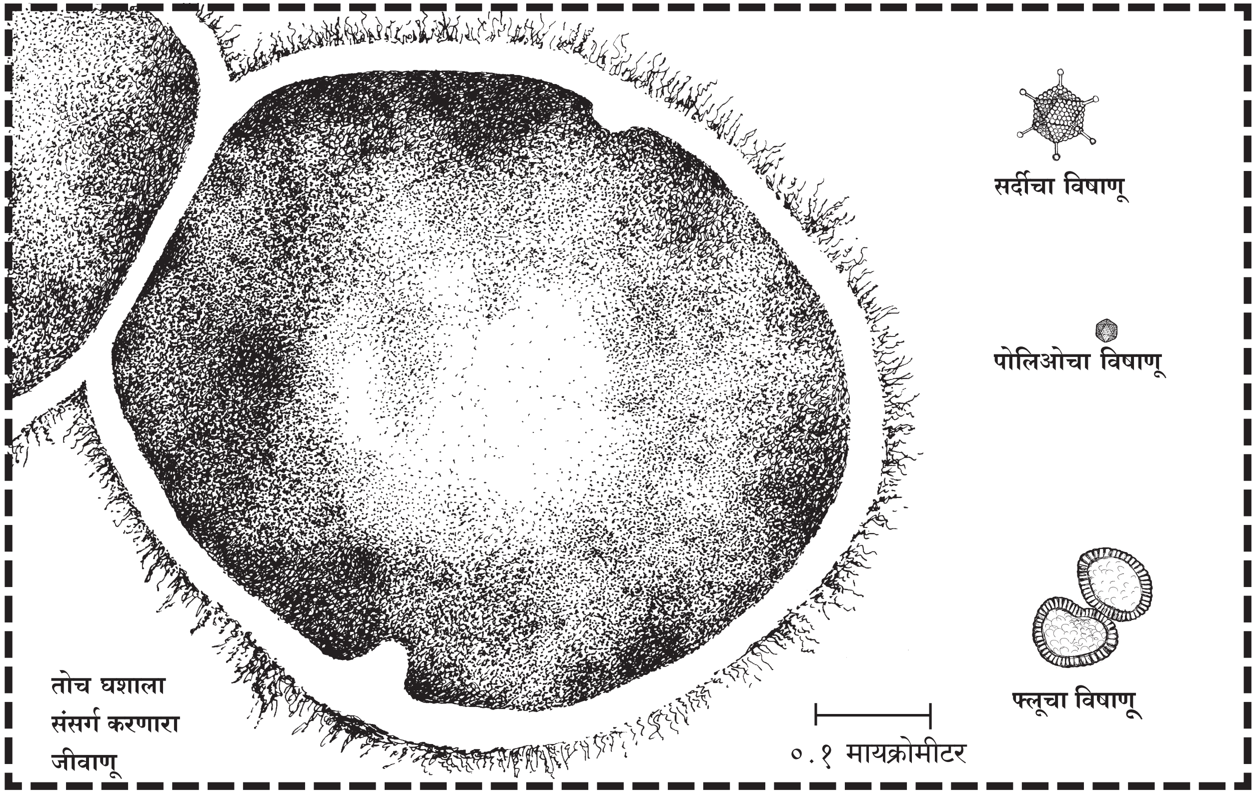
या चित्रामध्ये घशाला संसर्ग करणाऱ्या जीवाणूंबरोबर काही त्याहूनही बारीक विषाणूसुद्धा दिसतात.

सांभाळा!

एका शिंकेबरोबर पाण्याच्या थेंबांमधून लाखो सूक्ष्मजीव बाहेर पडतात. हे सूक्ष्मजीव कोणाच्या श्वासावाटे शरीरात गेले तर ती व्यक्ती आजारी पडण्याची शक्यता आहे. म्हणून शिंकताना किंवा खोकताना नाकावर, तोंडावर हात ठेवा. रुमाल वापरा.

बुरशी, जीवाणू, विषाणू यांचे असंख्य प्रकार आपल्या आजूबाजूला आहेत. पण त्यातले बहुतेक प्रकार हे माणसासाठी धोकादायक नाहीत.

तुटक रेषेच्या आयताचं अजून जवळून काढलेलं चित्रं आहे.



वर्गातील अनुभव

मुले ह्याची कल्पना करू शकली की हातातील एका भिंगापेक्षा अनेक भिंगे बनविलेल्या यंत्रातून वस्तू अधिक मोठ्या दिसणार व हातातील भिंगातून न दिसणाऱ्या वस्तूही यातून दिसतील. पण पाठ्यपुस्तकातील चित्रे बघून मुले अचंबित झाली.

मी त्यांना सांगितलं की या वस्तू नुसत्या डोळ्यांनी पाहण्यासाठी फारच छोट्या आहेत पण सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहायला मात्र पुरेशा मोठ्या आहेत. असे धुळीचे सूक्ष्म कण, बिजाणू, जिवाणू, परागकण हे दीर्घकाळ अनेक महिने किंवा अनेक वर्ष हवेत तरंगत राहू शकतात. (पृष्ठ ९६-९८ वरील स्पष्टीकरण पाहा).

अनेक प्रकारच्या वनस्पती परागीभवनासाठी हवेवर अवलंबून असतात. (परागीभवन म्हणजे परागकण दुसऱ्या फुलापर्यंत वाहून नेणे.) एका मुलाने विचारलं की ह्या गोष्टी पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ क्र. ३५ वर दाखविलेल्या वायूंच्या रेणूंइतक्या सूक्ष्म असतात का ? मी सांगितलं की वायूचे रेणू हे इतके सूक्ष्म असतात की सूक्ष्मदर्शकाखालीसुद्धा दिसत नाहीत. (खाली पाहा) मग मुलांनी हे कण हवेत जाण्याच्या अनेक मार्गांची कल्पना केली.

अतिशय तीक्ष्ण दृष्टी असेल तर आपण एक दशांश मिमी आकाराची वस्तू बघू शकतो. धूळ व वाळूचे हवेत तरंगणारे कण हे या आकाराच्या एक दशांश असतात. अनेक सूक्ष्मजीव हे त्यांच्यापेक्षाही आकाराने लहान असतात. आपण याचा आकार मिलीमीटरपेक्षाही लहान एककाने मोजतो.

१ मीटर = १००० मिलीमीटर

१ मिलीमीटर = १००० मायक्रोमीटर

१ मायक्रोमीटर = १००० नॅनोमीटर

रेणूंचे आकार हे अँगस्ट्रॉम मध्ये मोजतात.

१ नॅनोमीटर = १० अँगस्ट्रॉम्स.

पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ४० वरील चित्रात (यात पृष्ठ १३८) अंदाजे १० ते ५० मायक्रोमीटर आकाराच्या गोष्टी दाखविल्या आहेत. या चित्रातील पाण्याच्या सूक्ष्म थेंबाचा व्यास अंदाजे ५ मायक्रोमीटर आहे. हा सूक्ष्मथेंब शिंक अथवा खोकल्याबरोबर बाहेर आलेला असू शकेल. या थेंबात घशाला संसर्ग करणाऱ्या जीवाणूंची साखळीही असू शकेल.

पुढील चित्रात या जिवाणूंच्या साखळीचा काही भाग आणखी मोठा करून दाखविला आहे. जिवाणूंबरोबर काही विषाणूही दाखविले आहेत. अशा प्रकारच्या पाण्याच्या सूक्ष्म थेंबातून हे सर्व सूक्ष्मजंतू सहजपणे वाहून नेले जातात. चित्रामधून त्यांच्या तुलनात्मक आकाराची कल्पना येईल (पाहा प्रश्न तुमच्या आवडीचे ८ आणि ९).

या सर्व गोष्टी हवेमार्फत वाहून नेल्या जातात. प्रत्येक दिवशी तुमच्या शरीरावरील लक्षावधी मृत त्वचापेशी सुटून हवेत तरंगतात.

आजारी व्यक्तीच्या शरीरातील जीवाणू शिंक, खोकला व थुंकीतून हवेत प्रवेश करतात. जेव्हा आपण शिंकतो किंवा खोकतो तेव्हा काही पेशींचे आवरण फुटते व पेशीतील घटक सूक्ष्म

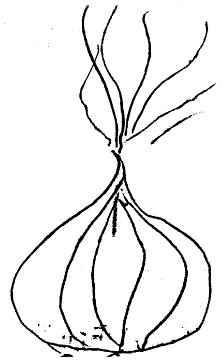
थेंबांच्या रूपाने बाहेर पडतात. यात जिवाणू अथवा विषाणू असतात. थुंकी वाळल्यावर विषाणूंचे कण (स्फटिके) हवेत पसरतात. असे सूक्ष्मजीव असलेल्या हवेत श्वसन केल्यास सर्दी, खोकला व इतर रोग होऊ शकतात आपल्यालाही हे रोग होतात.अनेक रोगकारक जीवाणू, विषाणू, बिजाणू व परागकण हे हवेमार्फतच वाहून नेले जातात. उदा. घटसर्प, न्युमोनिया, क्षय व कुष्ठरोगाचे जिवाणू,कांजिण्या, गोवर, गालगुंड, पोलिओ, डोळे येणे या रोगांचे विषाणू व अश्रशीसू बाधा निर्माण करणारे बिजाणू व परागकण. खोकताना अथवा शिंकताना तोंड व नाक झाकणे आवश्यक आहे. कारण इतर व्यक्तींच्या श्वसनावाटे जर हे त्यांच्या शरीरात हे सूक्ष्मजीव शिरले तर त्यांनाही रोग होण्याची शक्यता असते. तोंड व नाक रुमालाने झाकल्याने यातले बहुतांश सूक्ष्मजीव हवेत प्रवेश करू शकत नाहीत.

शब्द शिका.

वायू	पाण्याची वाफ	सूक्ष्मदर्शिका	जीवाणू
नायट्रोजन	विषारी वायू	सूक्ष्मजीव	विषाणू
ऑक्सिजन	हवेचे प्रदूषण	बुरशी	
कार्बन-डाय-ऑक्साईड	विघटन	परागकण	

ज्या हवेमध्ये विषारी वायू, धूर, धूळ किंवा सूक्ष्मजीव यांचे प्रमाण खूप जास्त असते, अशा हवेला असे म्हणतात.

अभ्यास ५ तास + वर्गातील चर्चा व कृतींबरोबर करावयाचा गृहपाठ; कृपु पान ६८



कांदा

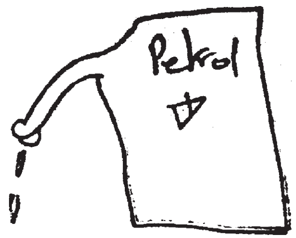
नावे सांगा आणि चित्रे काढा.

१. वाईट वास येणाऱ्या काही वस्तू

मुलांनी आगीतून निघणारा धूर, कचराकुंडी व उघड्या गटारांची चित्रे काढली. एका मुलाने मित्राचे / शत्रुचे चित्र काढले.

२. चांगला वास येणाऱ्या काही वस्तू

मुलांनी सुवासिक फुले, गवत, झाडे, अत्तराच्या बाटल्या, उदबत्ती, स्वादिष्ट अन्न यांची चित्रे काढली. (ध्यानात घ्या - चांगला वास येणारे वायू हे नेहमीच सुरक्षित नसतात.)



प्रश्न तुमच्या आवडीचे! कृपु पान ६९

१. एका वेळी फक्त काही सेकंदाकरताच तुम्ही सतत फुंकू शकता. असे का?

तुम्ही जेवढी हवा फुफ्फुसात असेल तेवढीच बाहेर टाकू शकता (परंतु तरीही सर्वच्या सर्व हवा नाही कारण फुग्यांप्रमाणे फुफ्फुसे ही पूर्ण रिकामी होऊ शकत नाहीत) काही वेळाने हवा बाहेर टाकणं थांबवून बाहेरची हवा श्वासावाटे आत घ्यावी लागते. (पृष्ठ १२८ वर शिक्षकांसाठी स्पष्टीकरण पाहा.)

२. पुढील पैकी कुठल्या क्रिया करताना तुम्हाला खोल श्वास घ्यावा लागतो?

धावणे पोहणे ओरडणे शीळ घालणे चालणे खाणे लिहिणे गाणं म्हणणे

मुलांच्या मते खाणे व लिहिणे या दोन क्रिया सोडल्यावर या सर्वच क्रियांना दीर्घश्वसन करण्याची आवश्यकता आहे. चर्चेच्या दरम्यान त्यांनी इतरही काही घटनांची उदाहरणे दिली ज्यात दीर्घश्वसनाची गरज आहे. यांपैकी काही अनपेक्षित व आश्चर्यजनक प्रतिसाद म्हणजे खूप मसालेदार अन्न खाल्ल्यावर, जेव्हा तुम्हाला खूप भिती वाटते, जेव्हा बाई परीक्षा घेतात व आपल्याला उत्तर येत नसतं, खूप वेळ एखाद्या गोष्टीवर लक्ष केंद्रित केलं, खूप छान कसलातरी वास घेतला, जांभई दिल्यावर व मरणापूर्वी.

३. वस्तू पुसल्या नाहीत तर त्यांच्यावर धूळ जमते, असे का?

हवेतील धुळीचे कण हळूहळू खाली बसतात.

४. धूळ हवेत कुठल्या मार्गांनी मिसळते?

कोरड्या ठिकाणाहून वाऱ्यामुळे धूळ उधळली जाते. वाहने, धावणारे प्राणी यामुळे ही धूळ उडवली जाते.

५. धूर आणि विषारी वायू हवेत कुठल्या मार्गांनी मिसळतात?

या उदाहरणांची चर्चा पूर्वी केली आहे.

६. हवेमध्ये पाणी असते का? हे तुम्ही कशावरून ओळखले?

होय. पहिल्या प्रकरणात मुले आर्द्रतेविषयी शिकली आहेत (ही ठिकाणापरत्वे बदलते, पावसाळ्यात हवा ओली तर हिवाळ्यात कोरडी वाटते). प्रकरण पाचमध्ये पाण्याच्या वाफेविषयी अधिक माहिती मुले घेणार आहेत.

७. पुढीलपैकी कुठल्या वायूंचा वास तुम्हाला जाणवतो?
ऑक्सिजन कार्बन-डाय-ऑक्साईड पाण्याची वाफ रॉकेलची वाफ

फक्त रॉकेलच्या वाफा.

८. या पुस्तकातील पाने ४०-४१ वरील चित्रे बघून कुठले आजार हवेतून पसरत असतील याचा अंदाज बांधा.

पान १४२ वर काही रोगांची यादी दिली आहे. मुलांना जरी या रोगांची फार माहिती नसली तरी पाठ्यपुस्तकातील चित्रांवरून सर्दी, खोकला, फ्लू, कांजिण्या, पोलिओ हे रोग हवेमार्फत पसरतात याचा त्यांना अंदाज येईल. पृष्ठ ४० वर दाखविलेली धूळ, कवके व परागकण हे कदाचित ॲलर्जी व दमा यासाठी कारणीभूत ठरू शकतील.

९. हे सूक्ष्मजीव आकारानुसार उतरत्या क्रमाने लिहा. (मोठ्यांपासून लहानापर्यंत)
घशाला संसर्ग करणारे जीवाणू, सर्दीचे विषाणू, पोलिओचे विषाणू, बुरशी, फ्लूचे विषाणू

मुलांना 'प्रमाण' ही थोडी अवघड अशी संकल्पना आहे. यासाठी मुलांना पाठ्यपुस्तकातील ४० व ४१ पानांवरील तीन चित्रांवरून आवश्यक ती माहिती संकलित करावी लागेल (या पुस्तकात पृष्ठ १३८-१४०). नंतर त्यांना अंदाज बांधता येईल की कवके ही घशाला संसर्ग करणाऱ्या जीवाणूपेक्षा व जिवाणू हे विषाणूंपेक्षा आकाराने मोठे असतात.

योग्य क्रम पुढीलप्रमाणे

कवके, घशाला संसर्ग करणाऱ्या जिवाणू, फ्लूचे विषाणू, सर्दीचे विषाणू, पोलिओ विषाणू.

काय सारखे? काय वेगळे? कृपु पान ७०

१. पुढील घटना घडतात तेव्हा हवेला प्रदूषित करणाऱ्या कुठल्या गोष्टी (उदाहरणार्थ, विषारी वायू, धूळ, धूर किंवा सूक्ष्मजीव) हवेत मिसळतात?

प्रसंग	विषारी वायू	धूळ	धूर	सूक्ष्मजीव
अ. धुळीने भरलेल्या रस्त्यावरून बैलगाडी जाते.		✓		✓
आ. धुळीने भरलेल्या रस्त्यावरून ट्रक जातो.	✓	✓	✓	✓
इ. एक माणूस रस्त्यातच थुंकतो.				✓
ई. एक झाड वाढत आहे.				

या तक्त्यात भर घालताना मुलांनी सांगितले की पहिल्या तीन प्रसंगात हवेतील ऑक्सिजन काढून घेतला जातो व कार्बन डाय ऑक्साईड हवेत सोडला जातो. परंतु शेवटची घटना (झाडाची वाढ) मात्र नेमकी उलट आहे. झाडे आपल्या पानांवर धूळ व धूरातील कण जमा करतात. त्यामुळे हवेतील या घटकांचे प्रमाण कमी होते.

२. या गटात वेगळे कोण?

अ. हवा, पाणी, अन्न, मिठाई

आ. ऑक्सिजन, कार्बन-डाय-ऑक्साईड, पाणी, पाण्याची वाफ

इ. वायू, धूर, धूळ, ससे, सूक्ष्म सजीव

काही संभाव्य उत्तरे

अ. मिठाई - कारण ती जीवनावश्यक नाही

ब. पाणी - कारण ते वायूरुप नाही.

क. ससे - कारण ते हवेचा एक भाग नाहीत.

भाषेवर आधारित स्वाध्याय

सांगा आणि लिहा.

१. आपण श्वासोच्छ्वास करतो ती हवा (रोज तुम्ही ज्या हवेत श्वासोच्छ्वास करता त्या हवेचा विचार करा. ही हवा स्वच्छ आहे की अस्वच्छ? असं तुम्हाला का वाटतं? हवा स्वच्छ किंवा अस्वच्छ कशामुळे होते? स्वच्छ हवा मिळविण्यासाठी तुम्ही स्वत: काय करू शकाल?)

मुलांना हा स्वाध्याय थोडा अवघड वाटला म्हणून मी तो पुढीलप्रमाणे सोपा करून मांडला - मला प्रदुषण कोठे कोठे आढळल? मी काय पाहिल? मला कसला वास आला? मी काय विचार केला? आपण प्रदुषण कसं थांबवू शकतो?

चला शब्दांशी खेळू या! कृपु पान ७१

१. या वासाबद्दल सांगणाऱ्या शब्दांचे अर्थ शोधा. नंतर या डावीकडील वासदर्शक शब्दांच्या उजवीकडील वस्तूंशी जोड्या जुळवा.

	दोन-तीन दिवसांची शिळी भाजी
गोड	तळलेल्या मिरच्या
सडका	आंबा
कडवट	गुलाब
झोंबणारा	शिळं स्वयंपाकांच तेल
फळासारखा	सुगंधित अत्तर
	झणझणीत कांदा

विचारा आणि शोधून काढा.

१. निरुपयोगी वस्तू जाळतात हे तुम्ही कधी पाहिले आहे का? निरुपयोगी वस्तू का जाळून टाकतात? वस्तू जाळल्यामुळे काही नुकसान होते का?

मुलांची निरीक्षणे

ह्या प्रश्नाची चर्चा प्रकरणाच्या शेवटी केल्याने कचरा जाळल्यास प्रदूषण होतं यावर अनेक मुले सहमत होती. काही म्हणाली की धुरामुळे डासांना आळा बसू शकतो.

जाळणे हा मोठ्या प्रमाणात कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्याचा सोपा मार्ग आहे. पण त्याचे अनेक तोटेही आहेत. जाळल्यामुळे निर्माण झालेल्या धुरात न जळलेले कण, कार्बन डाय ऑक्साईड, कार्बन मोनॉक्साईड

व इतर विषारी वायू असतात. कोणत्या प्रकारचा कचरा जाळला जात आहे यावरही वरील गोष्ट अवलंबून आहे. शहरी घरगुती कचऱ्यामध्ये सहसा प्रक्रिया केलेले पदार्थ असतात उदाहरणार्थ, प्लॅस्टिक, कागद, रबर, प्लायवूड, कृत्रिम धागे किंवा प्रक्रिया केलेले धागे इत्यादी असतात. हे पदार्थ बनविताना अनेक रसायने वापरली जातात. ही रसायने जळल्यानंतर अनेक विषारी वायू व विषारी धूर निर्माण होतात.

वनस्पतीजन्य कचरा हा जमिनीसाठी पोषकद्रव्यांचा एक मोठा साठा आहे. पाने, फांद्या यांचा कचरा जाळल्याने यापैकी अनेक द्रव्यांचा नाश होतो. कोरड्या राखेत असलेले खनिजक्षार हे पाण्याबरोबर वाहून जातात व जमिनीचा कस वाढवीत नाहीत. वनस्पतीजन्य कचरा जर कंपोस्टच्या खड्ड्यात कुजवला तर उत्तम खत बनू शकते. (प्रकरण १० पाहा. पृष्ठ क्र. ३१५-३१६, ३२०-३२१, ३३९-३४०)

२. कोणकोणत्या मार्गांनी हवेत विषारी वायू मिसळले जातात?

उदाहरणे ही जागेपरत्वे बदलतील - बाह्य प्रदुषण हे औष्णिक विद्युत केंद्र, तेलशुद्धीकरण, रासायनिक उद्योग, डिझेल वाहनांची अती वाहतूक व कचरा जाळण्यामुळे तर घरगुती स्वरूपाचे प्रदुषण हे चुली किंवा सिगारेटचा धूर यामुळे होते.

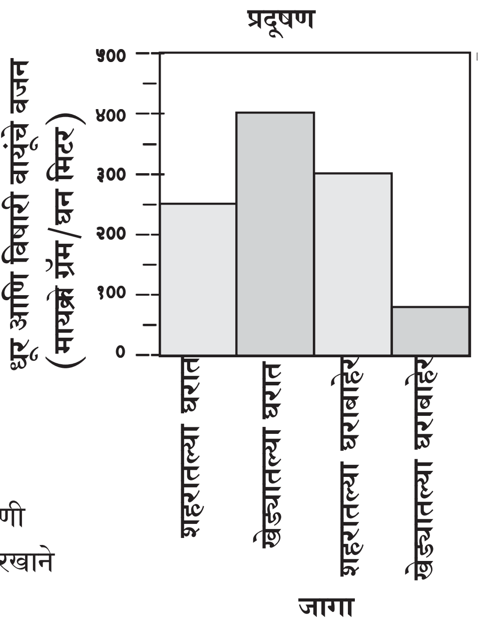
३. धुरामुळे किंवा वायूमुळे माणसे आजारी पडल्याचे तुम्ही कधी ऐकले आहे का ?

श्वसन संस्थेच्या अनेक विकारांची कारणे ही घरातील अथवा कामाच्या ठिकाणच्या वातावरणामध्ये असतात पण अनेकदा ती लक्षात येत नाहीत. रसायनांच्या वाफा, धूर, धूळ, तंतू असलेल्या ठिकाणी राहणे अथवा काम करण्यामुळे अनेक आजार संभवतात. खाणकामगार, ॲसबेस्टॉस किंवा सिमेंट कारखान्यातील मजूर तेथील दूषित हवेतील कण सातत्याने शरीरात घेत असतात. कापड उद्योगातील कामगारांना तंतू शरीरात गेल्याने विकार होतात. अनेक कंपन्यांमध्ये रसायने बनविली अथवा वापरली जातात जी हवेत दीर्घकाळ राहतात व ही हवा श्वास घेण्यास निरुपयोगी ठरते.

शोधा म्हणजे सापडेल! कृपु पान ७२

१. प्रदूषण मोजणाऱ्या एका शास्त्रज्ञाशी एकदा अप्पूची भेट झाली. एका शहरात आणि जवळच्याच एका खेड्यात किती प्रदूषण आहे याचा एक आलेख तिने अप्पूला दाखवला.

अ. या चारही ठिकाणी होणाऱ्या प्रदूषणाची कारणे कोणती असतील?



बाह्य प्रदूषणास कारणीभूत ठरणाऱ्या स्रोतांचा अंदाज सहज करता येईल. शहरात प्रदूषणाचे प्रमुख संभाव्य कारण म्हणजे वाहनांची रहदारी, विशेषतः डिजेल व केरोसीन वाहनांची जुनी व अकार्यक्षम इंजिने. गावाबाहेरील प्रदूषणाचे जे अल्प प्रमाण दिसते, त्यात धूळ, परागकण किंवा कुजणारे पदार्थ यांचा समावेश होतो. (घरांतर्गत प्रदुषणासाठी खालील इ भाग पाहा.)

आ. कुठल्या ठिकाणी सगळ्यात स्वच्छ हवा आहे? त्याची कारणे सांगू शकाल?

आलेखानुसार अत्यंत स्वच्छ हवा ही गावाबाहेरच्या ठिकाणी आढळते. कदाचित तेथे खूप झाडे असतील व वाहने, कारखाने यासारखे प्रदूषण करणारे प्रमुख घटक नसतील.

इ. शहरातील घर आणि खेड्यातील घर यांपैकी जास्त प्रदूषण कुठे आढळून आले? त्याची कारणे काय असतील?

आलेखानुसार सर्वात जास्त प्रदुषण हे ग्रामीण घरात आढळते. कारण कदाचित या घरातील चुलीत लाकडे व शेणाच्या गोवऱ्या वापरल्या जात असतील व धूर बाहेर जाण्यासाठी, हवा खेळती राहण्यासाठी घराला काही सोय नसेल. (पृष्ठ १३४ पाहा)

स्वयंपाकासाठी जाळले जाणारे लाकूड व रॉकेल वगळता घरातील हवा प्रदूषणाचे इतरही काही स्रोत आहेत. उदा. तंबाखूचा धूर, सर्वत्र साठलेली धूळ, कवके (मुख्यत्वे दमट हवा असलेल्या घरांमध्ये) चिलटं, किटकांच्या शरीराचे तरंगणारे भाग, कपड्यांचे धागे, व रंग अथवा सफाईची रसायने इत्यादी. हे पदार्थ हवेत जास्त प्रमाणात असल्यास दमा अथवा इतर श्वसनविकार व डोळ्याच्या विकारांना कारणीभूत ठरतात.

विचारा प्रश्न! (कृपु पान ७२)

हवेतील वेगवेगळ्या वायूंबद्दल प्रश्न विचारा. या प्रश्नांची उत्तरे कशी मिळवता येतील याचाही विचार करा. विचारा प्रश्न !

(१) जाळल्यानंतर ओले लाकूड अथवा पानांचा कोरड्या लाकडापेक्षा आणि पानांपेक्षा जास्त धूर का होतो ?

(हा प्रश्न गोष्टीच्या वेळी आला होता पण त्याचे उत्तर मी प्रकरण संपल्यावर दिले.)

इतर कोणत्या गोष्टी धूर निर्माण करतात व कोणत्या गोष्टी जाळल्यावर धूर होत नाही याकडे लक्ष द्या. धूरामध्ये वायूंबरोबर पदार्थाचे न जळलेले किंवा अर्धवट जळलेले कण असतात. जेव्हा पदार्थाचे अर्धवट ज्वलन होते तेव्हा हे कण निर्माण होतात. जेवढे ज्वलन अर्धवट (जे लाकूड किंवा पाने ओली असताना होते) तेवढा जास्त धूर निर्माण होतो.

(२) हवा आपल्या शरीरात कशी जाते ? हवा त्वचेमधून प्रवेश करू शकते का ?

आपल्या शरीराच्या नाक, तोंड यासारख्या खुल्या मार्गाद्वारेच हवा शरीरात जाऊ शकते. उदा. श्वास घेताना, बोलताना, खाताना हवेतील ऑक्सिजन रक्ताद्वारे फुफ्फुसातून शरीराच्या सर्व भागांना पुरविला जातो. तसेच कार्बन डाय ऑक्साईड शरीराच्या सर्व भागांकडून फुफ्फुसाकडे आणला जातो व तेथून तो शरीराबाहेर सोडला जातो. आपल्या त्वचेवाटे हवा शिरू शकत नाही. पण काही निम्नस्तरीय प्राणी (उदा.गांडूळ आणि बेडूक) त्वचेमार्फत श्वसन करू शकतात.

अजब खजिना!!! (पापु पान ४४)

इडली, ढोकळा, भटुरे, ब्रेड आणि केकवर पडलेली जाळी (बारीक बारीक भोके) त्या पदार्थांमधील कार्बन-डाय-ऑक्साईडमुळे पडते.

मुलांची निरीक्षणे

सच्छिद्र अन्नपदार्थांच्या मुलांनी दिलेल्या उदाहरणांमध्ये पाठ्यपुस्तकातील उदाहरणांपेक्षा खूपच विविधता होती. ही उदाहरणे पुढीलप्रमाणे - पुरी, इडली, डोसा, इडलीचे पीठ, दहीवडा, आमलेट, पाव, आंबा शेक, आंबट दही, तळलेला किंवा भाजलेला पापड, म्हैसूर पाक. यापैकी काही पदार्थातील बुडबुडे हे नुसते हवेचे किंवा पाण्याच्या वाफेचे किंवा काही कार्बन डाय ऑक्साईडचे होते.

आमलेट किंवा मिल्कशेक बनविताना फेसण्याच्या अथवा घुसळण्याच्या क्रियेमुळे मिश्रणात हवा मिसळली जाते. अनेकदा शिजवण्याच्या प्रक्रियेत अन्नातील पाण्याची वाफ होते म्हणूनही बुडबुडे

तयार होतात. जेव्हा घनरुप अन्नपदार्थातील पाण्याची वाफ होते तेव्हा त्या अन्नपदार्थात बुडबुडे निर्माण होतात. फुलके, पापड भाजताना, पुरी किंवा इतर पदार्थ तळताना नेमकी हीच क्रिया होते. तेलामधूनही बुडबुडे येताना दिसतात.

केक बनविण्याच्या मिश्रणात घातलेली बेकिंग पावडर ही उष्णता दिल्यावर कार्बन डाय ऑक्साईड मुक्त करते. शिजल्यानंतर केक घट्ट होतो व कार्बन डाय ऑक्साईडचे बुडबुडे त्याच्या आत अडकून बसतात.

पाव, नान व भटूरा बनविताना कणकेत किण्व (यीस्ट) घालतात व ती उष्ण व दमट ठिकाणी ठेवतात. किण्व हे सूक्ष्म आकाराचे सजीव आहेत. ते कणकेतील अन्नपदार्थावर वाढतात व श्वसनक्रियेत कार्बन डाय ऑक्साईड मुक्त करतात. या क्रियेलाच 'आंबवणे' म्हणतात. भाजताना किण्वपेशी मरतात पण कार्बन डाय ऑक्साईडचे बुडबुडे राहतात. इडली, डोसा, ढोकळा, आंबोळी व आंबट दही हे सर्व पदार्थ विशिष्ट सूक्ष्मजीवाद्वारे घडवून आणलेल्या आंबवण्याच्या क्रियेनेच बनविले जातात. या पदार्थातील छिद्रे ही कार्बन डाय ऑक्साईडचेच बुडबुडे आहेत.

हवेत वर वर जाणाऱ्या फुग्यांमध्ये अतिशय हलका असा हायड्रोजन वायू भरलेला असतो.

अनेक मुलांनी हायड्रोजनचा फुगा पाहिला होता.

आकाशात उंचउंच जाणारे खेळण्यातील गॅसचे फुगे हे जत्रेत अथवा शहरांतील सार्वजनिक उद्यानाबाहेर विकले जातात त्यात सहसा हायड्रोजन वायू भरलेला असतो. हा वायू हा अत्यंत ज्वलनशील व हाताळण्यास धोकादायक असूनही त्याचा वापर सुरूच आहे.

वायूच्या टाकीच्या तळाशी अॅल्युमिनीअमची पूड, कॉस्टिक सोडा व पाणी यांचे मिश्रण करून हा वायू बनविता येतो. कॉस्टिक सोडा व पाण्यामुळे अॅल्युमिनीअमवरील ऑक्साईडचा थर विरघळतो व सोडीअम अॅल्युमिनेट तयार होते. ऑक्साईड निघून गेल्यावर अॅल्युमिनीअमची पाणी व कॉस्टिक सोड्याबरोबर अभिक्रिया होऊन हायड्रोजन वायू तयार होतो.हायड्रोजनपेक्षा दुप्पट जड असूनही हेलियम हा तसा हलका वायू आहे. तो हाताळणे सुरक्षित आहे कारण

कारण हायड्रोजनप्रमाणे त्याची हवेशी अभिक्रिया होऊन स्फोट होत नाही. पण हेलियम हा दुर्मिळ व खूप महाग असल्याने, हाताळणाऱ्या व्यक्तींना धोका संभवत असला तरी भारतामध्ये खेळण्याच्या गॅसच्या फुग्यात हायड्रोजनच भरला जातो. पाश्चात्य देशात मात्र हेलियमचाच वापर होतो.

स्वयंपाकाच्या गॅस सिलेंडरमध्ये एल.पी.जी. गॅस (द्रवरूप पेट्रोलिअम वायू) भरलेला असतो. सिलेंडरच्या बाहेर येताना या द्रवाचे वायूमध्ये रूपांतर होते. एल.पी.जी. गॅस जमिनीखाली खूप खोलवर असतो. तिथून तो बाहेर काढला जातो.

एल्.पी.जी. म्हणजे द्रवरूप पेट्रोलियम वायू (लिक्वीफाईड पेट्रोलियम गॅस) पृष्ठ १३३ वर चर्चिलेल्या जिवाश्म इंधनांपैकी नैसर्गिक वायूचा हा घटक आहे.भारतामध्ये एल्.पी.जी. मध्ये प्रामुख्याने ब्युटेन वायू तर इतर काही देशात प्रोपेन वायूचा समावेश असतो. प्रचंड दाबाखाली या वायूचे द्रवात रुपांतर होते यामुळे टाक्यांमध्ये भरून वाहतूक करणे सोपे होते.
एल्.पी.जी. हवेत जळतो. जळण्याच्या प्रक्रियेतील उत्पादिते (काबन डाय ऑक्साईड व पाण्याची वाफ) ही धोकादायक नाहीत पण मुळात एल्.पी.जी. वायूही विषारी आहे.
एल्.पी.जी. वायूला वास नाही ही अडचण आहे. म्हणून हा वायू बनविणाऱ्या कंपन्या त्यात अल्प प्रमाणात एथिल मरकॅप्टन मिसळतात (तीव्र वासाचा द्रव पदार्थ) यामुळे एल्.पी.जी.ची गळती होत असेल तर लोकांना त्वरित सूचना मिळते.

वर्गचर्चा

पूरक स्वाध्याय

१. सायकल अथवा स्कूटरवरून जाताना तुम्हाला वारा लागतो. तुमच्यापासून लांब अंतरावरील चालणाऱ्या माणसाला तेवढाच वारा जाणवतो का ? का किंवा का नाही ? तुम्ही चालत असताना जवळून बस गेली तर वारा लागतो पण बसमधल्या व्यक्तीला हाच अनुभव येतो का ? येत असल्यास अथवा नसल्यास कारण ?

२. हवेत जळणाऱ्या वायूंची नावे शोधून काढा. (स्वयंपाकाचा वायू, गोबरगॅस, जैव वायू, हायड्रोजन व तेलशुद्धीकरण कारखान्यातील ज्वलनशील उत्पादिते.)

भाग ३

पाणी

पाचवा धडा	खेळ खेळू या पाण्याचे!
सहावा धडा	पाणी आणि जीवन
सातवा धडा	पाणी आणि आपण

घटक ३ **पाणी**

दृष्टिक्षेप

उद्‌दीष्टे **पाण्याची संबंधित विविध गोष्टींचा अनुभव घेणे आणि जीवनासाठी पाण्याचे महत्त्व समजून घेणे.**

३.१ पाण्याशी संबंधित विविध गोष्टी (पाणी उताराकडे वाहते, ते वस्तूंना हलवू शकते, काही पदार्थ पाण्यावर तरंगू शकतात, पाण्यात बुडू शकतात किंवा पाण्यात विरघळू शकतात, काही पदार्थांमधून पाणी वर चढते, त्याची वाफ होते आणि वाफेचे संघनन होत) पडताळून पाहणे.

३.२ पाण्याच्या गुणधर्मांशी संबंधित संकल्पना आणि पारिभाषिक शब्द (औपचारिक व्याख्या नाहीत) शिकणे.

३.३ पाणी हे जीवनासाठी म्हणजेच आपल्यासाठीही आवश्यक आहे हे समजणे.

३.४ पाण्याजवळ राहणाऱ्या वनस्पतींचे आणि प्राण्यांचे निरीक्षण करणे आणि सजीवांमधील वैविध्य त्यांच्या अधिवासातील (habitat) गुणधर्मांमुळे येते हे समजून घेणे.

३.५ पाण्यातील सूक्ष्मातिसूक्ष्म सजीवांमधील आकर्षक विविधतेची जाणीव असणे.

३.६ पाण्यात असणारे सूक्ष्मजीव आणि पाण्यामार्फत पसरणारे रोग यांच्यातील संबंध समजून घेणे.

३.७ पाण्याच्या वेगवेगळ्या स्रोतांचे निरीक्षण करणे आणि त्यांची माहिती करुन घेणे.

३.८ एका व्यक्तिला लागणाऱ्या पाण्याची मोजणी करणे आणि नोंदी ठेवणे.

३.९ पाणी प्रदुषित होण्याचे मार्ग समजून घेणे आणि चांगल्या आरोग्यासाठी स्वच्छ पाण्याची आवश्यकता असते याची जाणीव असणे.

३.१० पिण्यासाठी सुरक्षित पाणी मिळवण्याचे मार्ग माहीत असणे.

३.११ पाणी ही मौल्यवान साधनसंपत्ती आहे ह्याची जाण असणे आणि पाणी वाचविण्याचे उपाय शोधणे.

या घटकात नवीन काय?

तहान लागल्यावर आपण पाणी पितो हे प्रत्येक मुलाला माहीत असते. पाणी हे जीवनासाठीही अत्यावश्यक असते हे या घटकातून मुलांना समजले पाहिजे. भारतीय संस्कृती आणि जीवनामध्ये पाण्याला अनन्यसाधारण, महत्त्व आहे. विहिरी, नद्या आणि पाऊस आपल्यासाठी आर्थिकदृष्ट्या तसेच सामाजिक आणि सांस्कृतिक दृष्ट्याही अर्थपूर्ण आहेत. भारतीय अर्थकारणावर परिणाम करणारा एकमेव महत्त्वाचा घटक म्हणजे मोसमी पाऊस, आणि त्यानंतर पाण्याचे व्यवस्थापन, आपल्या जीवनातील पाण्याच्या निर्णायक भूमिकेची ओळख या घटकापासून मुलांना होईल.

नंतरच्या इयत्तामध्ये जीवन ज्यामुळे शक्य झाले असे पाण्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म मुले शिकतील- पृथ्वीचे हवामान म्हणजेच निर्मिती, वाढ आणि पुनरुत्पादनाचे चक्र नियमित राखण्याला कारणीभूत ठरणारे पाणी, शेती आणि उद्योगधंद्यांमध्ये पाण्याचे महत्त्व, मानवी वापरामुळे पाण्याचा घसरणारा दर्जा, पाण्याचे स्त्रोत वाचविण्यासाठी गरज इत्यादी. मात्र इयत्ता चौथीमध्ये आपण साध्या दैनंदिन अनुभवांवरच भर दिला आहे.

या घटकामध्ये द्रव पदार्थांचे काही सर्वसाधारण गुणधर्म, तर काही केवळ पाण्याचेच गुणधर्म मुलांसमोर येतील. पाण्याच्या भौतिक आणि जैविक बाजू एकत्रित पणे अभ्यासल्या आहेत. हवा या मागील घटकाप्रमाणेच जास्त स्पष्टीकरण न देता केवळ अनुभवांवरच भर देण्यात आला आहे. शिक्षक पुस्तकामध्ये काही स्पष्टीकरणे आढळतील मात्र त्यांचा योग्य वापर करणे सर्वस्वी शिक्षकांच्याच हातात आहे.

हलके फुलके विज्ञान, इयत्ता तिसरी या पुस्तकात आकारमान आणि क्षमता यांच्या मापनासाठी काही प्रारंभिक कृती मुलांनी केल्या. लिटर आणि मिलिलिटर या आकारमानांच्या परिमाणांची ओळख तिसरीच्या गणिताच्या पुस्तकातून झालीच आहे. आता चौथीत या संकल्पनाचा उपयोग करुन मुले पाण्याच्या वैयक्तिक वापराची मोजणी करतील. इथे शेतीचा संदर्भ आहे, मात्र दैनंदिन अनुभवांतून वगळलेल्या औद्योगिक वापराचा संदर्भ मात्र इथे नाही. पाणी वाचविणे आणि पाण्याच्या साधनसंपत्तीचे समान वाटप करण्याची सामाजिक जाणीव आणि जबाबदारीचे भान मुलांमध्ये निर्माण करणे हेच या घटकाचे उद्दिष्ट आहे.

वेळापत्रक तास (३५ मिनिटांची एक तासिका)

धडा - ५	**धडा - ६**	**धडा - ७**
तास १ ते १४ - कृती	तास २९ ते ३५ - कृती	तास ४५ ते ६० - कृती
तास १५ ते १६ - सारांश	तास ३६ - सारांश	तास ६१ ते ७२ - स्वाध्याय
तास १७ ते २८ - स्वाध्याय	तास ३७ ते ४४ - स्वाध्याय	

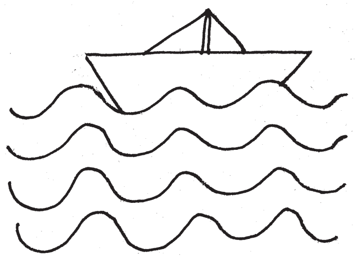
काही स्वाध्याय कृतींसोबत करायचा आहे तर काही स्वाध्याय गृहपाठ म्हणून करावा.

या घटका साठी जमवायचे साहित्य आणि माहिती

धडा ५ - मोजपट्टी, टेट्रापॅक (दोन मुलांमध्ये), कात्री, डिंक, पन्सिल, पाण्यासाठी भांडी, चमचे, ताटल्या, लाकडाचा तुकडा, बूच, मेण, धातू, प्लास्टिक, दगड यांचे तुकडे, स्वयंपाकाचे तेल, रॉकेल, दूध, इत्यादी द्रव पदार्थ, रंगीत सुती धागे/रुमाल, कापड, शाई/दौत, कोरडी माती, फळा/पाटी, अतिशय शीतपेयाची बाटली, थंडगार पाणी, एकमेकांत बसणारी दोन भांडी, प्लास्टीकचा तुकडा, दगड, दोरी, कढई आणि झाकण, विस्तव.

धडा ६ - पाने, फुले, कुंडीतील किंवा वेगळी वनस्पती, काकडी किंवा वांगे, मीठ, मोठी पारदर्शक प्लास्टीकची पिशवी, धागा, मोजपट्टी पेन्सिल, काड्यापेट्या, सेलोटेप, दोन सारखी फुले, पेले, ड्रॉपर (थेंबनळी), आरसा/खिडकीची काच/काचेचा तुकडा,पिशवी, धागा, प्लास्टीकची पिशवी, दोरा, सजीव असणारे पाण्याचे नमुने, भिंग.

धडा ७ - पाण्याचे स्रोत आणि शुद्धिकरण, शहर किंवा परिसरातील पाणीपुरवठ्या संबंधी माहिती, धारकतेच्या खूणा असलेली भांडी, एक लिटर मोजता येईल असे भांडे, सेलोटेप, दोन वेगवेगळ्या ठिकाणाहून गोळा केलेले पाणी, साबण चुरा, चमचा, थाळी, सुती कपडा.



पाचवा धडा

खेळ खेळू या पाण्याचे!

पाणी काय काय करतं? २ तास, पापु पान ४७, कृपु पान ७५

१. पाणी वाहतं!

अ. तुमच्या पट्टीच्या एका टोकाजवळ पाण्याचे काही थेंब टाका. आता ही पट्टी तिरकी करा. पाणी वाहताना दिसेल. अशी गंमत खूप वेळा करा. पाणी कमी-जास्त वेगाने वाहील अशा पद्धतीने पट्टी तिरकी करत जा.

वर्ग व्यवस्थापन

पाणी घेऊन करण्याच्या या कृती अगदी साध्या आहेत पण वर्ग व्यवस्थापनासाठी मात्र काळजीपूर्वक नियोजन करण्याची आवश्यकता आहे पुढे डॉ. कॅरेन हेडॉक यांनी विवेक हायस्कूल, चंदीगड येथे बनविलेले व उपयोगात आणलेले पाठनियोजन दिले आहे.

मुलांना त्यांची पेन्सिल व पट्टी बाहेर काढण्यास व पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ४७ व हस्तपुस्तिकेतील पृष्ठ ७५ उघडण्यास सांगा. त्यांना विचारा की सपाट व उताराच्या पृष्ठाभागावर पाणी कसे वाहते? काही प्रश्न फळ्यावर लिहा. उदाहरणार्थ,

पाण्याचा थेंब कधीतरी उतारावरून वर जाईल का ?

पाण्याचा थेंब उतारावर स्थिर राहू शकेल का ?

वाहणाऱ्या थेंबाची दिशा कशी बदलाल ?

थेंब वाहतो तेव्हा तुम्हाला पाणी थेंबाच्याच रूपात ठेवता येईल का ?

थेंबाला वेगाने वहायला कसे लावाल ?

थेंबाला हळू वहायला कसे लावाल ?

(मुलांकडून प्रश्न मिळवा. हे प्रश्न चालना देण्यासाठी व चर्चेसाठी आहेत. मुलांना प्रश्न अथवा त्यांची उत्तरे लिहिण्याची गरज नाही.)

मुलांना समजावून सांगा की हे सर्व शोधून काढण्यासाठी ते एक कृती करून पाहणार आहेत. ती करताना जर त्यांनी बाकावर किंवा जमिनीवर खूप पाणी सांडल तर काय होईल हे त्यांना विचारा. जर पाणी सांडलच तर पुसण्यासाठी दोनतीन फडकी दाखवून ठेवा. एखाद्या छोट्या कपात किंवा झाकणात थोडं पाणी कसं ओतता येईल ते दाखवा. नंतर बोटाने पाण्याचा एक थेंब घसरणार नाही अशा बेताने पट्टीवर ठेवा मुलांनी पट्टी अत्यंत काळजीपूर्वक थोडी तिरकी केल्यावर काय होते त्याचे निरीक्षण करून प्रयोग झाल्यावर कृती पुस्तिकेत सविस्तर नोंदविण्यास सांगा उरलेले पाणी वर्गात ठेवलेल्या भांड्यात मुलांनी रिकामे करावे अशी सूचना द्या. प्रत्येक मुलाला ही कृती स्वतः करून पाहायला सांगा व त्यांना सूचना द्या की पुसण्यासाठी फडके आणण्यासाठीच फक्त जागा सोडता येईल अन्यथा त्यांनी त्यांच्या बाकावरच ही कृती करायची आहे. काही प्रश्न असल्यास मुलांनी हात वर करावा. मुले काम करताना त्यांच्यामधून फिरा, प्रश्नांची उत्तरे व प्रयोगासाठी योग्य त्या सूचनाही द्या.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी पुरेसा वेळ घालविल्यानंतर त्यांना पाणी टाकून देऊन पुसून, लिखाणाचे काम पूर्ण करण्यास सांगा. नंतर मुलांचे लक्ष वेधून काय आढळले. यावर चर्चा करा.

वरील प्रयोगातून पाणी हे उताराच्या दिशेने वाहते व उतारावरून वरच्या दिशेने चढत नाही हे दाखवता आले. पण वाहण्याचा वेग व उतार कमी जास्त केल्यास वेगात होणारा बदल जाणवणे तितकेसे सोपे नव्हते. गुळगुळीत पट्ट्या वापरल्यास हा हेतू काही प्रमाणात साध्य होईल.

आ. नाला, नदी, सार्वजनिक नळ, पंप किंवा विहिरीतील पाण्याच्या प्रवाहाचे निरीक्षण करा. खूप जोरात पाऊस पडत असतो तेव्हा तुम्हाला पाण्याचे अनेक प्रवाह बघायला मिळतील.

रूंद आणि अरुंद प्रवाह, वेगाने आणि हळू वाहणारे प्रवाह, त्यांच्याकडे निरखून बघा. एका प्रवाहाचं चित्रं काढा. त्या चित्रात प्रवाहाची दिशा दाखवा. (कृतीपुस्तक पान ७५)

मुलांची निरीक्षणे

मी मुलांना त्यांच्या अवतीभवती वाहते पाणी कोठे दिसते ते पाहण्यास सांगितले. मुलांनी पुढील उदाहरणे सांगितली. नाला, गटार, नदी, पूराचे पाणी (दूरदर्शनवरील बातम्यांमध्ये पाहिलेले). डोंगरावरील झरा, कारंजे, पाऊस, नळ, फुटलेली जलवाहिनी, त्यांनी सांगितलेली न वाहणाऱ्या पाण्याची उदाहरणे - तळे, विहीर, डबकं, तलाव, तरण तलाव, पाण्याची बाटली, मडके, बादली इत्यादी.

मजेशीर प्रतिसाद - छोट्या गटारातील पाणी मोठ्या गटारात, नंतर समुद्रात व समुद्राचे पाणी वाहत महासागराला मिळते. अनेक मुले म्हणाली समुद्राचे पाणी वाहत नाही. पण एका मुलाने सांगितले की समुद्राच्या लाटा किनाऱ्याकडे व किनाऱ्यापासून दूर जाताना दिसतात पण हे पाणी समुद्रातून बाहेर पडत नाही. 'नावे द्या व रंगवा' हा स्वाध्याय यानंतर घेतला.

चालवा डोकं!

तुम्ही नदीचा प्रवाह विरुद्ध दिशेला वळवू शकाल का?

मुलांच्या मनातील विकल्प

डोंगरावरून खाली वाहणाऱ्या झऱ्याचं एका मुलाने काढलेलं चित्र वर धरून मी विचारले, 'हा झरा असा का वाहतो ? उलटा का नाही ? मुले म्हणाली की डोंगर उंच असतात व पाणी उंचावरून सपाटीकडे वाहते. पहिल्या कृतीमध्येही त्यांनी ही गोष्ट पाहिली आहे.

म्हणजेच अनेक मुलांना पाणी उंचावरून सपाटीकडे वाहते, मग ते धबधब्यातील पाणी असो, डोंगरातील झरा असो किंवा पट्टीची कृती असो ही गोष्ट उपजतच माहीत होती. **परंतु** जमिनीचा उतार जेथे स्पष्टपणे जाणवत नाही अशा सपाटीवरून झरा कसा वाहतो या नेहमीच्या निरीक्षणाशी वरील गोष्टीची सांगड घातली गेली नव्हती. त्यांच्या शाळेजवळून वाहणाऱ्या नाल्यावर चर्चा सुरू असताना ही बाब स्पष्ट झाली. हा नाला त्यांच्या शाळेकडून वाशीच्या खाडीच्या दिशेने वाहतो ते त्याना माहीत होते व तो उलटा कधीच वाहत नाही यावर ती ठाम होती. त्यांचा असा दावा होता की तो उद्या, पुढच्या महिन्यात व पुढच्या वर्षीही याचप्रकारे वाहत राहील. जेव्हा मी त्यांना विचारलं की ते एवढ्या खात्रीपूर्वक कसं सांगू शकतात ? तेव्हा अनेक 'स्पष्टीकरणे' त्यांनी दिली. 'त्यात घाण पाणी आहे', 'घाणीमुळे नाला तुंबतो व तो उलट वाहू शकत नाही', 'नाल्यातील पाणी समुद्रातच जायला पाहिजे', 'तो वाऱ्यामुळे त्या दिशेने वाहतो.......' प्रवाह उलट्या दिशेने वाहत नाही हे माहीत असूनही त्यांनी इतर कारणेच शोधण्याचा प्रयत्न केला. पुष्कळ चर्चेनंतर शेवटी एक मुलगा म्हणाला, ' हे जमिनीवर अवलंबून आहे' व उतार त्याने आपल्या हाताने दाखवला.

मी मुलांना बाथरुममधील किंवा इतर कोणत्याही नळाची जागा व तेथील मोरीचे भोक कोणत्या ठिकाणी असायला हवे याची विचारणा केली, मोरीच्या भोकाकडे जमिनीचा उतार असायला हवा नाहीतर पाणी चुकीच्या दिशेने वाहील. काही मुलांना माहीत होतं की पाण्याच्या टाक्या उंचावर बांधतात. पाणी उंचावरून येते ह्याचे जे उपजत ज्ञान आहे तेवढे सध्या पुरेसे आहे असे मला वाटले.

२. पाण्यामुळे वस्तू हलतात! (२ तास + गृहपाठ; पापु पान ४७, कृपु पान ७६)

अ. पाण्याच्या प्रवाहात एक पान सोडा. हे पान प्रवाहाबरोबर कसे वाहून जाते याचे निरीक्षण करा.

मुलांची निरीक्षणे

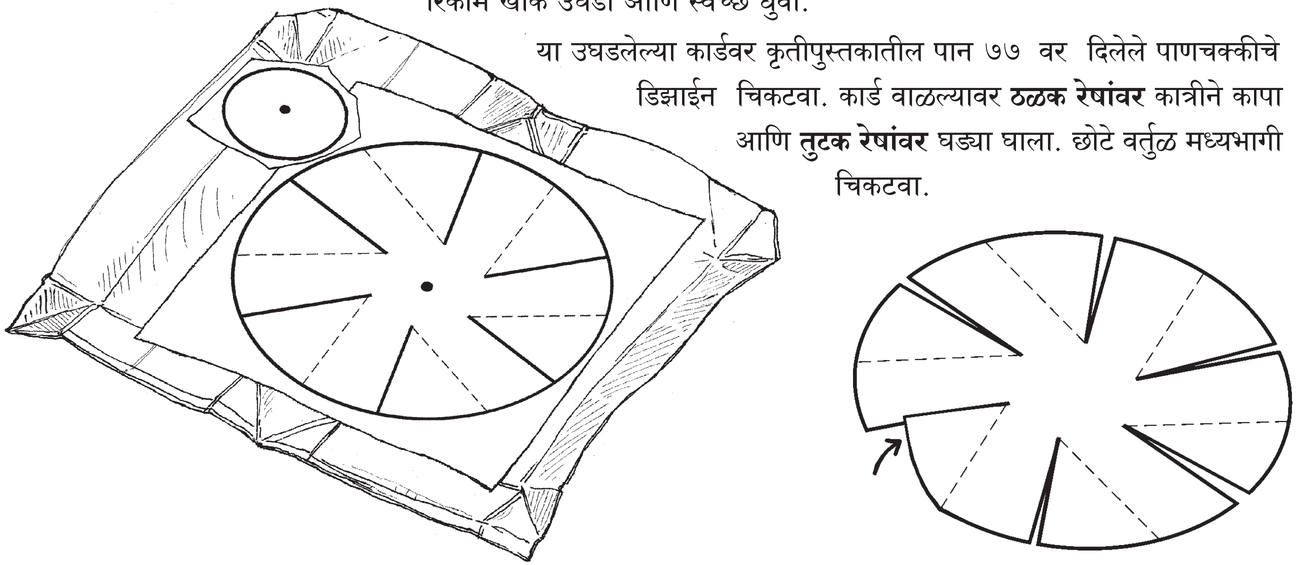
पाण्याबरोबर काही पदार्थ वाहताना पाहिल्याची दृश्ये मुलांना आठवली. (प्रश्न तुमच्या आवडीचे - १) संथ प्रवाह सुरळीतपणे वाहतो तर गतिमान प्रवाह खळाळत वाहतो व अडथळ्यामुळे पाण्यात खळखळ तयार होते.

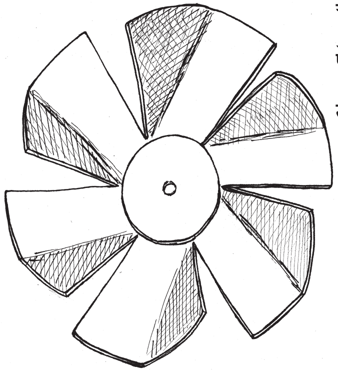
पावसाळ्यातील प्रवाहांबरोबर खूप माती वाहून आणली जाते याचेही मुलांनी निरीक्षण केले होते. वाहणाऱ्या पाण्याबरोबर जमिनीचा वरचा भाग वाहून जातो व जमिनीची धूप होते. झाडंझुडपांमुळे ही धूप रोखली जाते. वनस्पती पाणी साठ्यांच्या संरक्षणासाठी कशी मदत करतात हे पृष्ठ १७० व २३४ वर पाहा.

आ. पाणचक्की बनवा-

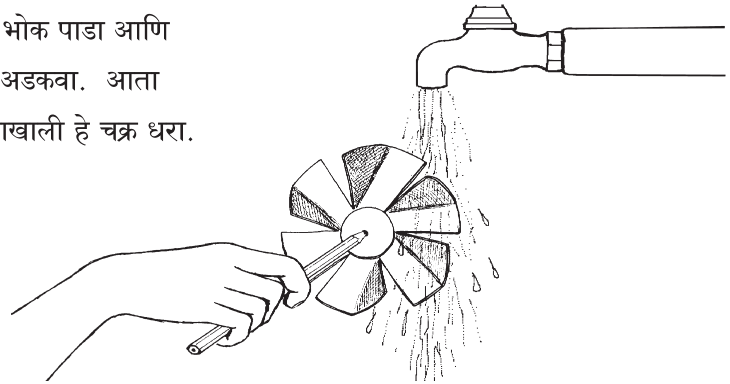
स्वयंपाकाचे तेल, दूध आणि फळांची शीतपेये हल्ली 'टेट्रापॅक' खोक्यातून विकली जातात. यापैकी एक रिकामं खोकं उघडा आणि स्वच्छ धुवा.

या उघडलेल्या कार्डवर कृतीपुस्तकातील पान ७७ वर दिलेले पाणचक्कीचे डिझाईन चिकटवा. कार्ड वाळल्यावर **ठळक रेषांवर** कात्रीने कापा आणि **तुटक रेषांवर** घड्या घाला. छोटे वर्तुळ मध्यभागी चिकटवा.





चाकाच्या मध्यभागी एक भोक पाडा आणि पेन्सिलीचे टोक त्यामध्ये अडकवा. आता नळातून वाहणाऱ्या पाण्याखाली हे चक्र धरा.



प्रयोगासाठी सूचना

जलचक्र बनविण्यासाठी आम्हाला पुरेसा टिकाऊ व कापायला आणि वाकवायला सोपा असा कागद लागला. टेट्रापॅक हा या दृष्टीने आम्हाला सोयीचा वाटला. ही कृती करण्यापूर्वी काही आठवडे मी मुलांना टेट्रापॅक जमा करायला सांगितले. केवळ टेट्रापॅकसाठी वस्तू खरेदी करू नका अशीही सूचना दिली. काही टेट्रापॅक जमा झाले. मुलांनी कार्डबोर्ड किंवा तेलकट खडू, मेण यांचा थर दिलेला कार्डपेपर किंवा प्लॅस्टिकचा मुलामा दिलेली इतर खोकीही वापरून पाहिली पण ही चक्रे दोन-तीनदा फिरल्यानंतर पाण्याने भिजून गेली. या सर्व प्रयत्नांमुळे काही पदार्थांचे गुणधर्म व त्यावर अवलंबून त्यांचे उपयोग या विषयीचे मुलांचे आकलन बरेच वाढले. (मोठी मुले पत्र्याची आवरणे किंवा तैलरंगाने रंगवलेला पाण्यात ओला होणार नाही असा कार्डपेपरही वापरू शकतील.)

मुलांनी एकमेकांना मदत करीत गटकार्य केले. काही मुलांनी कापताना चुकून तुटक रेषेवर कापले त्यामुळे सर्व काम पुन्हा करावे लागले. मधल्या सुट्टीत किंवा घरी ही चक्रे मुलांनी पाण्यात चालवून बघितली.

> टेट्रापॅकच्या खोक्याचे सहा वेगवेगळे थर असतात. सर्वात आतील थर पॉलिथिलीन जो द्रवरूप पदार्थ आतल्या आत ठेवतो. त्यावरून मजबूती करता पॉलिथिलीनचा चिकट थर, त्यावर उजेड, वास आणि ऑक्सिजनपासून रक्षण करण्यासाठी ॲल्यूमिनिअम, नंतर पुन्हा एक पॉलिथिलीनचा चिकट थर, कडकपणा आणि मजबूतीसाठी कागदी पुठ्ठा आणि शेवटचा, सर्वात बाहेरचा, आर्द्रता आणि इतर दूषकांना लांब ठेवणारा पॉलिथिलीनचा थर. हे सर्व थर औष्णिक प्रक्रियेने एकत्र सील करतात.

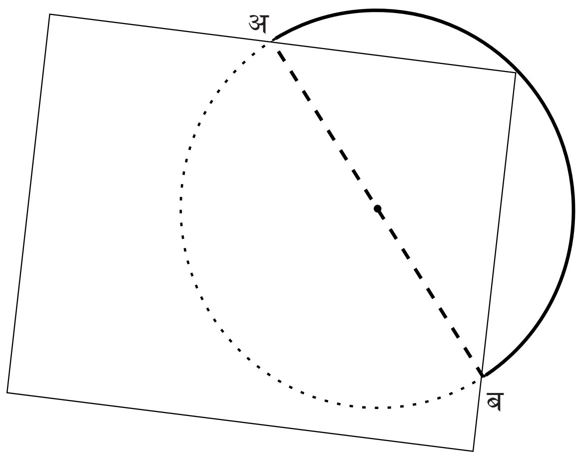
सहा पापुद्र्यांचा बनलेला हा "पुट्ठा" मजबूत, टिकाऊ होतो. कागदाचा थर हा पॉलिथीनच्या थरात घट्ट सील केला गेल्याने ओला होत नाही. टेट्रापॅक हे अन्न सुरक्षित साठविण्यास सोईचे असते. पण वापरानंतर हा टिकाऊपणा हा तोटाच ठरतो कारण ह्या खोक्यांचे विघटन सहजपणे होत नाही व आजूबाजूच्या जमिनीमध्ये काही विषारी द्रव्ये मात्र पाझरत राहतात.

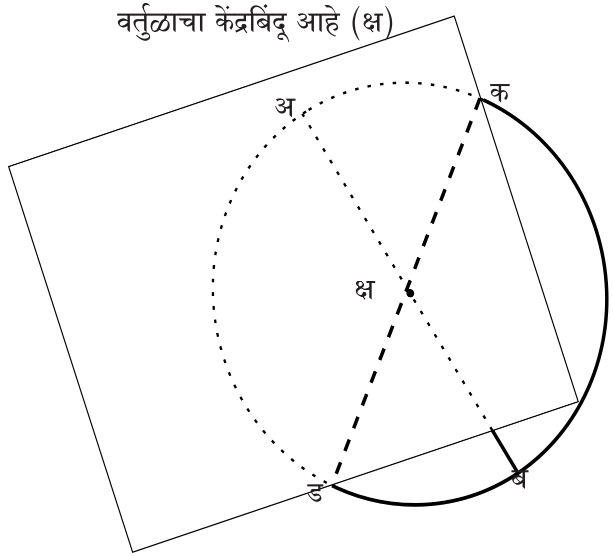
प्रयोगासाठी सूचना

चक्राचा आकार पट्टी व कंपास वापरून काढता येईल पण चौथीच्या विद्यार्थ्यांना कंपास वापरण्याचा सहसा सराव नसतो. दुसरा मार्ग म्हणजे वर्तुळाकृती झाकण व कागदाचा काटकोन चौकोनी तुकडा वापरणे. झाकणाभोवती रेषा काढून वर्तुळ काढा. या वर्तुळाचे सहा भाग कारण्यासाठी वर्तुळकेंद्र शोधणे आवश्यक आहे.

१. कागदाचा एक कोपरा वर्तुळावर कोठेही ठेवा व कागदाच्या कडा वर्तुळाला ज्या दोन बिंदूत छेदतात तिथे दोन बिंदू घ्या. (अ आणि ब) अ व ब बिंदूंना जोडणारी रेषा काढा. ही रेषा वर्तुळकेंद्रातून जाते.

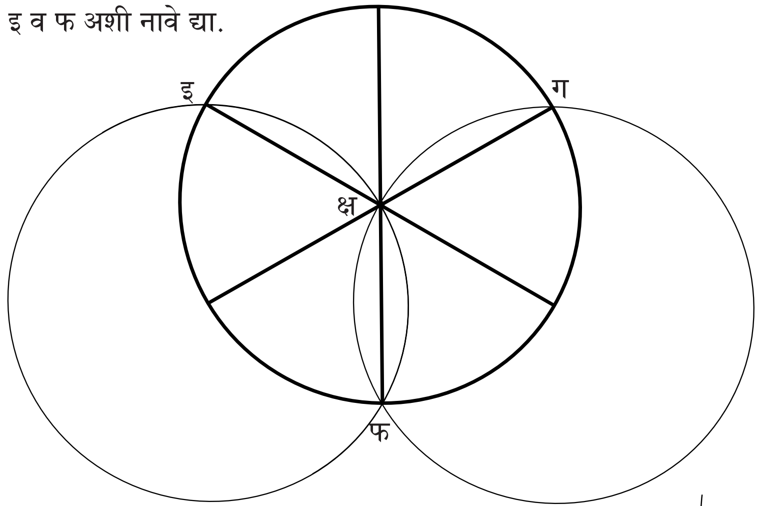
२. अशाच प्रकारे कागदाचा कोपरा वर्तुळावर अन्यत्र ठेवून क आणि ड बिंदू जोडणारी रेषा काढा. ही वर्तुळकेंद्रातून जाणारी दुसरी रेषा होय. या दोन रेषा 'अ ब' व 'क ड' परस्परांना ज्या बिंदूत छेदतात तो वर्तुळाचा केंद्रबिंदू आहे (क्ष)



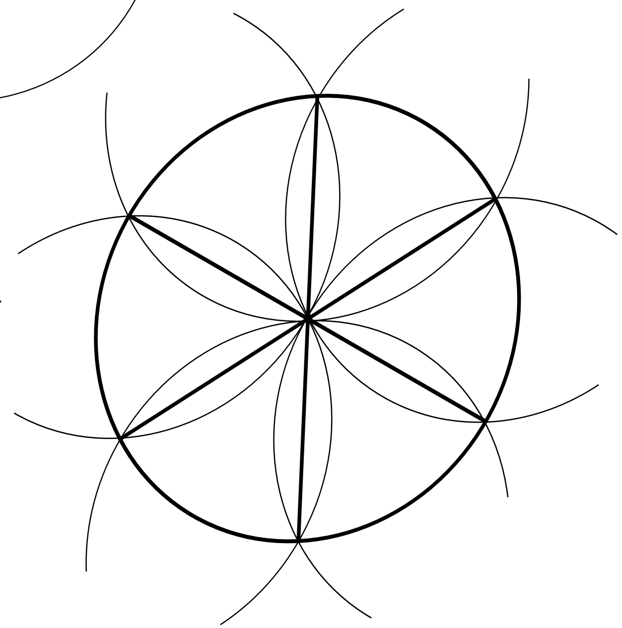


३. झाकणाचा वापर करून क्ष बिंदूतून जाणारे वर्तुळ काढा. ही दोन वर्तुळे परस्परांना ज्या बिंदूत छेदतात त्यांना इ व फ अशी नावे द्या.

४. झाकणाचा वापर करून 'क्ष' व फ मधून जाणारे व पहिल्या वर्तुळाला ग बिंदूत छेदणारे तिसरे वर्तुळ काढा.



५. इक्ष, फक्ष व गक्ष या रेषा पुढे वाढवल्यास वर्तुळ सहा समान भागात तुम्ही विभागू शकाल.



३. वस्तू तरंगेल, बुडेल की मिसळेल? २ तास + कृती ३ व ४ साठी गृहपाठ, पापु पान ४८

अ. वेगवेगळ्या भांड्यांमध्ये पाणी घ्या. लाकडाचे तुकडे, बूच, मेणाच्या, धातूच्या वस्तू, दगड, पाने, बिया, कापूस, मातीची ढेकळं, वाळू, गूळ, लोणी, मीठ अशा वेगवेगळ्या प्रकारच्या वस्तू गोळा करा.

तुमचा अंदाज काय? यापैकी कुठल्या वस्तू पाण्यावर **तरंगतील**? कुठल्या **बुडतील**? कुठल्या **मिसळतील**? आता या वस्तू हळूहळू पाण्यात सोडा. पाणी ढवळा. थोडा वेळ थांबा.

तुमचा अंदाज चुकीचा होता की बरोबर हे पडताळून पहा.

काही वस्तू आधी तरंगत होत्या, नंतर बुडाल्या. का?

तरंगणाऱ्या वस्तूंचं काळजीपूर्वक निरीक्षण करा. त्या वस्तूचा किती भाग पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या वर आणि किती भाग खाली आहे? ती वस्तू सरळ आहे की तिरकी? कृतीपुस्तकातील पान ७६ वर याचे चित्रं काढा.

वर्गातील अनुभव

कृतीतील प्रत्येक पायरी करून पाहण्यासाठी मी दोन दोन मुलांना पुढे बोलावले. माझ्याकडे काही वस्तू अशा होत्या की ज्या एकाच द्रव्यापासून बनल्या होत्या. उदा. लाकडी ठोकळा, कापसाचा बोळा, खोडरबर, टाचणी, लोखंडी खिळा, प्लॅस्टिक पट्टी, ॲल्युमिनिअमची पट्टी, मेणबत्तीचे मेण. यामुळे द्रव्य हे वस्तूपेक्षा वेगळे असते. या कल्पनेपर्यंत मुलांना आणण्याला मदत झाली.

'तरंगतात, बुडतात व विरघळतात' हे मुलांचे अंदाज अनेकदा बरोबर आले पण काही वेळा ते चुकले ही. उदा. मेण व लोणी दोन्ही बुडतील अशी मुलांना खात्री होती पण ते तरंगताना बघून त्यांना खूप आश्चर्य वाटले. वस्तूचा आकार महत्त्वाचा नसून द्रव्य महत्त्वाचे आहे याचेही त्यांना आश्चर्य वाटले.

चित्र काढण्याच्या स्वाध्यायामुळे मुलांनी खूप जवळून निरीक्षण केले. तेव्हा त्यांना समजले की तरंगणाऱ्या वस्तूची जड बाजू पाण्यात बुडते, किती भाग बुडणार हे वस्तूनुरूप बदलते (हे द्रव्याच्या घनतेवर अवलंबून राहील.)

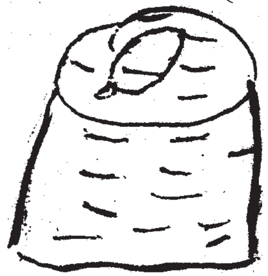
निरीक्षण व स्पष्टीकरण

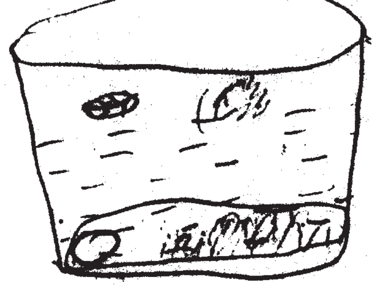
निरीक्षणे कशी नोंदवावी हे मला मुलांना शिकवायचे होते. 'लाकडाचा तुकडा तरंगला' असे मुले सांगतील अशी माझी अपेक्षा होती. पण इंग्रजी, हिंदी किंवा मराठीत मुले पूर्ण वर्तमानकाळापासून दूर जायला तयार नव्हती उदा. 'लाकडाचा तुकडा तरंगतो'. पुष्कळदा शिक्षकही पारंपारिकरित्या 'तरंगला'(निरीक्षण) या क्रियापदाऐवजी 'तरंगतो' (सामान्यीकरण) हे क्रियापद वापरतात. एकाच अनुभवावरून सामान्यीकरण करणे रास्त नाही.

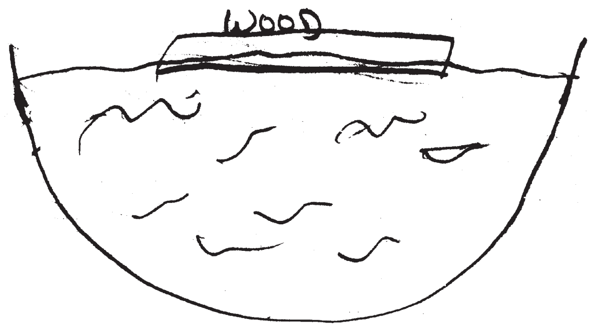
येथे ‘लाकूड तरंगते’ म्हणणे फारसे चुकीचे ठरणार नाही. (जरी काही प्रकारची लाकडे पाण्यात बुडतात - सारखे काय ? वेगळे काय ? पृष्ठ १८८ पाहा) या सर्व चर्चेच्या परिणामी मुले काही सामान्यीकरणावर आली (उदाहरणार्थ, प्रश्न तुमच्या आवडीचे ३) पण या सर्व कृतींबाबत मुलांनी निरीक्षणे नोंदवावी व अविचाराने सामान्यीकरण करू नये यावर मी भर दिला.

पाण्यावर तरंगणाऱ्या काही गोष्टी

चित्र काढताना मुलांनी सूक्ष्म निरीक्षण करावे पाण्यातील वस्तूची स्थिती व त्या वस्तूचा कोणता भाग पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या वर आहे? हे चित्रात दाखवावे. कोणता भाग पाण्यात बुडलेला आहे ते दाखवावे.







आ. आता हे द्रव पदार्थ पाण्यात घाला. स्वयंपाकाचे तेल, केरोसीन, दूध, वंगण, पाण्याचा रंग, तैल रंग, द्रवरूप साबण, मध, इत्यादी.

आधी अंदाज करा, कुठले द्रव तरंगतील, बुडतील किंवा मिसळतील? नंतर हे द्रव प्रत्यक्ष पाण्यात घालून बघा. कृतीपुस्तकातील पान ७९ वरील तक्त्यात नोंद करा. पाण्यात मिसळलेले हे द्रव आणि घन पदार्थ थोडा वेळ बाजूला ठेवा. पुढच्या प्रयोगासाठी त्याची गरज लागेल.

वर्गातील अनुभव

या कृतीचा एक जास्तीचा फायदा म्हणजे मुलांचा, त्यांनी केवळ नावेच ऐकली होती अशा अनेक द्रव पदार्थांशी जवळून परिचय झाला. (उदाहरणार्थ, रॉकेल, स्पिरीट, मशिनचे तेल) अनेक मुलांनी पाण्याशिवाय इतर द्रव पदार्थ हाताळले नव्हते, वासही घेतला नव्हता. पाण्याशिवाय इतर द्रवपदार्थांचे त्यांना आश्चर्यच वाटलं. उदाहरणार्थ, पाण्यातील मधाच्या हालचालीने तर मुले विस्मयचकीत झाली - 'हे तर पाणवनस्पतीसारखं दिसतय'.

पाण्यात न मिसळणाऱ्या ज्या द्रवपदार्थांची घनता पाण्यापेक्षा जास्त असते ते पाण्यात बुडतात व ज्यांची कमी असते ते पाण्यावर तरंगतात (काही द्रवांच्या घनतेसाठी पृष्ठ १९० पाहा)

चालवा डोकं!

एखादा दगड तुम्ही पाण्यावर तरंगवून दाखवू शकाल का? हे कसं कराल?
हवा भरलेला फुगा पाण्यामध्ये बुडवता येईल का? हे कसं कराल?

सुरुवातीला काही मुलांना वाटलं की मोठा दगड पाण्यात बुडेल पण छोटा कदाचित तरंगेलही - त्यांनी करूनही पाहिलं. दगड तरंगावा म्हणून तो कोरून पोकळ करणे, अवघड जाईल - पण मोठ्या फुगवलेल्या फुग्याला छोटा दगड चिकटवणे किंवा तरंगणाऱ्या होडीत (उदाहरणार्थ, कागदी होडीत) दगड ठेवणे सोपे आहे. फुगवलेल्या फुग्याला चिकटवलेला दगड जर मोठा असेल तर तो फुग्याला पाण्यात बुडवेल.

४. **पाण्यात वस्तू विरघळतात!** लिखाणासाठी व चर्चेसाठी १ तास, पापु पान ४९

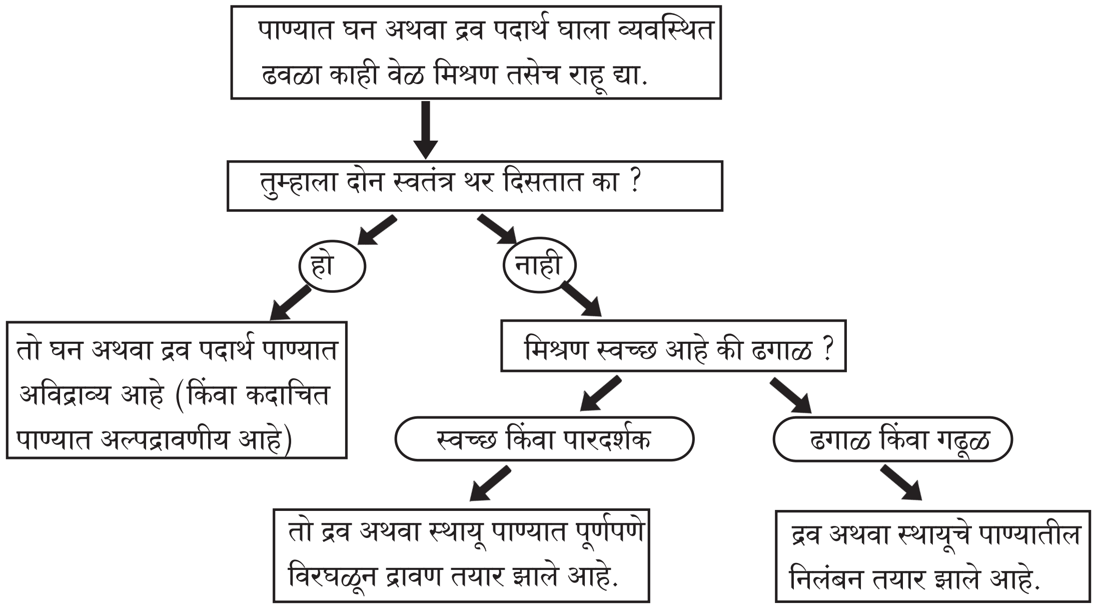
काही वस्तू पाण्यामध्ये मिसळतात हे आपण शोधून काढले. आता ही मिश्रणे ढवळा. काय घडते याचे निरीक्षण करा. (कृतीपुस्तक पान ८०)

ढवळणे थांबवल्यावर पाण्यातील घन किंवा द्रव पदार्थ पाण्यात मिसळलेलाच राहिला की पाण्यापासून वेगळा झाला?

मिश्रण नितळ आहे की गढूळ? जर मिश्रण नितळ असेल तर पाण्यात घातलेला घन किंवा द्रव पदार्थ त्यात **विरघळला** आहे. या नितळ मिश्रणालाच **द्रावण** असे म्हणतात.

यातलेच थोडेसे द्रावण छोट्या बश्यांमध्ये ओता. या बशा कोरड्या होईपर्यंत उन्हात ठेवा.

बश्यांमध्ये आता काही उरले आहे का?



कृतीपूर्व तयारी

या कृतीसाठी संभाव्य पदार्थ पुढीलप्रमाणे

१. पाण्यात विद्राव्य - मीठ, साखर, पाक, मध, स्पिरीट, अल्कोहोल, द्रवरूप साबण....

२. पाण्यातील निलंबन - चिकण माती, साबण, फिनाईल, जलरंग, पीठ, दूध, फळांचा रस....

३. पाण्यात अविद्राव्य - दगड, वाळू, रबर, काच, प्लॅस्टिक, स्टील, लोखंड, मेण, ग्रीस, तेल, रॉकेल....

मुलांची निरीक्षणे

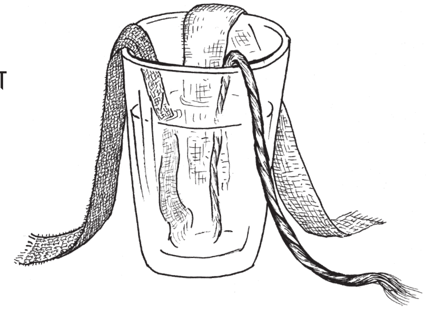
साखर पाण्यात विरघळते तेव्हा तिचे कण हळूहळू लहान होत जातात व कालांतराने दिसेनासे होतात हे मुलांनी पाहिले होते. शाईचा थेंब पाण्यात हळूहळू पसरत जातो. 'स्वच्छ किंवा पारदर्शक' व 'ढगाळ किंवा गढूळ' या शब्दांचे अर्थ निरीक्षणानेच समजतील. स्वच्छ द्रावण हे रंगीत असू शकते हे मी मुलांना समजावून सांगितले (उदा. मध, गूळ किंवा शाईचे द्रावण) एका मुलाला 'पानी रे पानी तेरा रंग कैसा, जिसमे मिलाऊ लगे उस जैसा' हे हिंदी गाणं आठवलं. आम्ही बाष्पीभवनाने या द्रावणातील द्राव्ये अवक्षेप रूपात मिळविली. अनेक पदार्थ विरघळवण्याची व अनेक पदार्थांना चिकटून राहण्याची क्षमता पाण्यामध्ये असते. तसेच कृती ५ मध्ये दिसेल की पाणी अनेक पदार्थांना चिकटते. या दोन्ही गुणधर्मांमुळे पाणी हे उत्तम निर्मलक ठरते. वर्गचर्चा ३ पृष्ठ १८७ ही पाहा.

अनेक वायूही पाण्यात विरघळतात. नैसर्गिक पाण्यात काही प्रमाणात हवा मिसळलेली असते २०°से. तापमानाला व सामान्य वातावरणीय दाबाला १ लीटर पाण्यात अंदाजे १५ मि.ली. हवा. मिसळलेली असते. जास्त दाबाला याहून जास्त हवा विरघळते. नळामधील पाणी उच्च वातावरणीय दाबाखाली असते; ते नळातून बाहेर पडते तेव्हा एवढ्या मोठ्या प्रमाणात विरघळलेल्या हवेचा दाब सहन करू शकत नाही व त्यामुळे हवेचे सूक्ष्म बुडबुडे तयार होतात व पाणी ढगाळ दिसते. इतर उदाहरणांसाठी प्रश्न तुमच्या आवडीचे ४, पृष्ठ १८४ पाहा. मी मुलांना गाळलेले पाणी व उकळून थंड केलेले तेच पाणी यांची चव घेऊन पाहण्यास सांगितली. पाणी उकळल्यावर त्यातील विरघळलेले वायू निघून जातात त्यामुळे चवीत फरक पडतो.

५. पाणी वर चढते. २ तास; पापु पान ४९, कृपु पान ८०

अ. एका काचेच्या पेल्यामध्ये पाणी घ्या. रंगीत सुती नाडीचे किंवा रंगीत रूमालाचे एक टोक पाण्यात बुडवून ठेवा. साधारणपणे अर्ध्या तासाने पुन्हा निरीक्षण करा.

आता नाडीचा किंवा रूमालाचा जो भाग पाण्याच्या बाहेर आहे, त्याला स्पर्श करून बघा. तो ओला आहे का? तो भाग ओला कसा झाला? तुम्हाला काय वाटतं?



वर्गातील अनुभव

मुलांनी अनेक प्रकारचे रुमाल आणले. प्रामुख्याने सुती तर काही पॉलिस्टर व रेशमीही होते. सुती रुमालांमध्येही खूप विविधता होती, फ्लॅनेल, टरकीश कापड व कॅशमेंट. सुती कापडाने कृत्रिम कापड किंवा तागापेक्षा वेगाने पाणी शोषून घेतले. टर्किश टॉवेल हा खूप लवकर पाणी शोषून तासाभरात पूर्ण ओला झाला तेव्हा इतर प्रकारच्या कापडांमध्ये पाणी थोड्याच उंचीपर्यंत वर चढलेले दिसले. यावरून आम्ही असा निष्कर्ष काढला की पाणी शोषून घेण्याच्या प्रमाणातील फरक हा द्रव्याचा प्रकार, कापडातील विणीचा प्रकार यामुळे ही पडतो.

पाणी बहुतेक पृष्ठभाग ओले करते. कारण पाण्याचे रेणू व पृष्ठभागाचे रेणू यामधील आकर्षण बले (आसंगीय बले) ही पाण्याच्या रेणूंमधील परस्परातील आकर्षण बलांपेक्षा (ससंगीय बले) अधिक शक्तिशाली असतात. याचाच परिणाम म्हणून पाणी भांड्याच्या भिंतीवरून वर चढते. भांडे अरुंद असेल (जसे बारीक नळी - किंवा केशनलिका) तर द्रव अधिक उंचीपर्यंत चढतो. (जर ससंगीय बले, आसंगीय बलापेक्षा प्रभावी असतील - जसे काचेच्या पेल्यातील पारा किंवा तेलकट भांड्यातील पाणी - तर अशावेळी द्रव पदार्थ भांड्यात खाली गेलेला दिसतो)

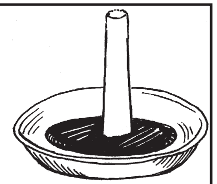
प्रत्येक कापसाचा तंतू हा वस्तूत: एक लांब, पातळ, नलिकाकार पेशी आहे व ही सेल्युलोज रेणूंच्या सर्पिलाकार रचनेनी बनलेली आहे. सेल्युलोजच्या केशनलिकामधून पाणी वर चढते व संपूर्ण कागद अथवा कापड ओले होते. कापडातील उर्ध्वगामी केषाकर्षण गुरूत्वाकर्षणाने नियंत्रित केले जाते तर आडव्या दिशेचे केषाकर्षण हे बाष्पीभवनाने नियंत्रित केले जाते. जर केषाकर्षणापेक्षा बाष्पीभवनाचा वेग जास्त असेल तर प्रवाह थांबतो.

मुलांची निरीक्षणे

द्रवपदार्थाच्या वर चढण्याच्या मुलांनी दिलेल्या उदाहरणांमध्ये स्पंज, दोरा, कार्डबोर्ड, मातीचे भांडे, वीट पावसाळ्यात भिंत, शाईपेनने शोषून घेतलेला शाईचा थेंब, पाव अथवा बिस्किटात वर चढणारा चहा इ. चा समावेश होता. पाणी शोषून घेतल्यावर बिस्किट किंवा भिंत फुगते याकडे मुलांनी लक्ष वेधले. इतर काही निरीक्षणे:-

जाड सुती दोरा जास्त पाणी शोषून घेतो. इतके की त्याच्या दुसऱ्या टोकाकडून पाणी गळू लागते. उभ्या ठेवलेल्या दोऱ्यापेक्षा आडव्या पसरलेल्या दोऱ्यातून पाणी जास्त दूरवर जाते. चुरगळलेला टिश्यू कागद पाण्यात टाकला तर त्याचा पाण्यावर असलेला भागही ओला होतो व हे भाग जेव्हा पूर्ण ओले व जड होतात तेव्हा कागद बुडतो. कागदाऐवजी चुरगळलेले कापड टाकले तर ते बुडण्यापूर्वी पाण्यावर पसरते.

आ. आता एका बशीमध्ये थोडीशी शाई ओता. या बशीमध्ये एक खडू उभा करून ठेवा. (कृतीपुस्तक पृष्ठ ८१)
शाई खडूमध्ये वर चढेल असं तुम्हांला वाटतं का? खडूमध्ये १ सें.मी., २ सें.मी., ३ सें.मी. आणि ४ सें.मी. वर चढायला शाईला किती वेळ लागेल? करून पहा.



वर्गातील अनुभव

मुलांनी खडूवरील ४ सेंमी खूणेपर्यंत पाणी चढण्यासाठी लागलेला वेळ १८० सेकंद एवढा मोजला.

इ. एका काचेच्या पेल्यामध्ये २-३ सें.मी. उंचीपर्यंत पाणी भरा. आता हा पेला कोरड्या मातीने भरा. या चिखलातून पाणी वर कसे येते याचे निरीक्षण करा. अशाच पद्धतीने जमिनीखाली खोलवर असेलेले पाणी झाडांच्या, वनस्पतींच्या मुळापर्यंत पोहचते.

वर्गातील अनुभव

माती किंचित ओली असल्यामुळे आम्ही ती उन्हात एक दिवसभर वाळवली. ती ग्लासात घातल्यावर तळातील पाणी वर चढण्यास सुरुवात आली व २० मिनिटात मातीचा सर्वात वरचा थरही ओला झाला.

जमिनीतील पाण्याचे वितरण हे प्रामुख्याने केषाकर्षणावर अवलंबून असते. मातीच्या कणांमधील जागांमुळे आडवा छेद घेतल्यावर त्रिकोणी दिसणाऱ्या केशनलिकांचे जाळे तयार होते. चिकणमातीसारख्या घट्ट मातीमध्ये या केशनलिका खूपच बारीक असतात. यामुळे खालच्या थरातील पाणी वर येते व त्याचे बाष्पीभवन होते. वनस्पतींमुळे माती मोकळी होते व हे बाष्पीभवन रोखले जाते.

६. द्रवरूप पाण्याची वाफ बनते. १ तास + रोजची निरीक्षणे पापु पान ५०, कृपु पान ८१

पाण्याचे **बाष्पीभवन** कसे होते ते पाहू या.

अ. फळा किंवा पाटी ओल्या फडक्याने पुसा. जेव्हा फळ्याचा काही भाग कोरडा होईल तेव्हा उरलेल्या भागावरचे पाणी बोटाने पसरा. पाण्याचे बाष्पीभवन कसे झाले त्याचे वर्णन करा. हे पाणी कुठे गेले?

वर्गातील अनुभव

वाळणे हा एक सामान्य अनुभव असला तरी पाणी कोठे जाते हे मुलांना लगेच सांगता आले नाही. पाणी अदृश्य होण्याच्या इतर घटना सांगण्यास मी त्यांना सांगितले. त्यांनी सांगितलेली उदाहरणे - कपडे वाळणे, आंघोळीनंतर केस वाळणे, धुतलेले धान्य वाळणे, धुतलेल्या ताटल्या व भाज्या शिजवणे. हे पाणी कोठे जाते ? (विचार करा ! मधील प्रतिसाद पाहा) येथे मी 'बाष्पन' व 'बाष्पीभवन' या शब्दांचा परिचय दिला. पसरल्यामुळे पाणी पटकन वाळते (पृष्ठभाग वाढला की बाष्पीभवनाचा वेग वाढतो) मुलांच्या असेही लक्षात आले की बाष्पीभवन हे ओल्या भागाच्या कडेवरून सुरू होते कारण कडेचा थर पातळ असण्याची शक्यता आहे, वाळण्याची क्रिया ही ओली पाटी वाऱ्याच्या झोतात धरली किंवा पुढे-मागे हलवली तर लवकर होते.

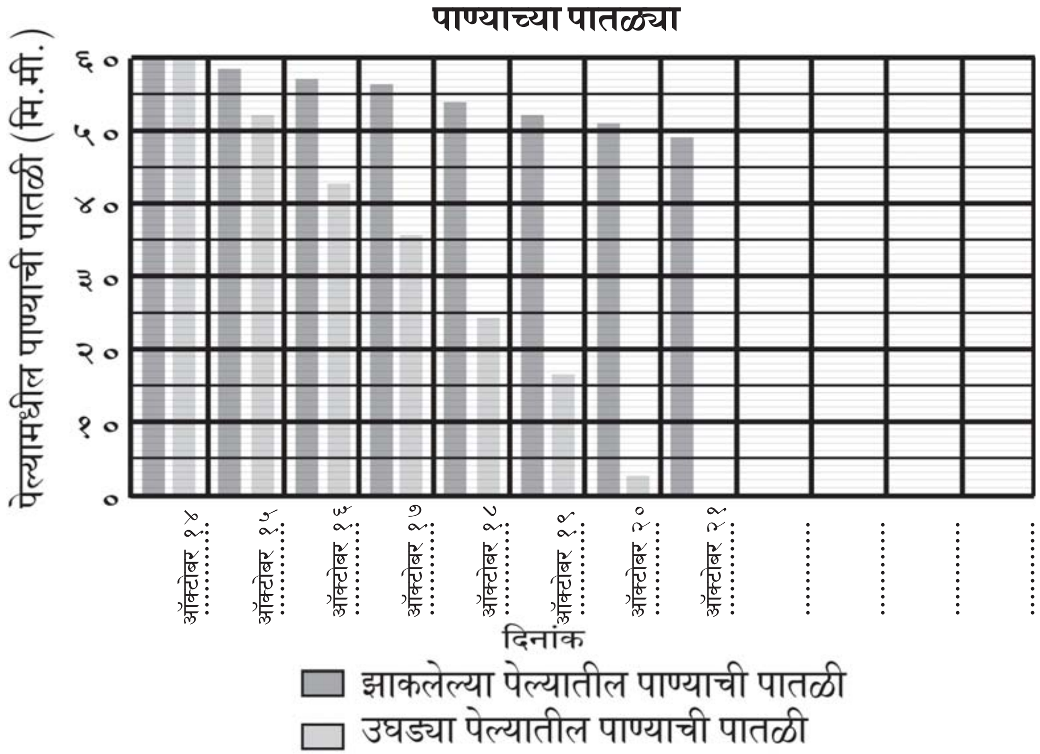
आ. दोन अगदी सारख्या आकाराच्या काचेच्या पेल्यांमध्ये ६ सें.मी. (६० मि.मी.) इतके पाणी भरा. दोन्ही पेल्यांना बाहेरून कागदाची पट्टी चिकटवा. दोन्ही पट्ट्यांवर पाण्याच्या पातळीची खूण करा.

आता एक पेला झाकून ठेवा. एक उघडाच ठेवा. रोज दोन्ही पेल्यांमधील पाण्याच्या पातळीची खूण कागदी पट्ट्यावर करा. कृतीपुस्तकातील पान ८१ वरील तक्त्यांमध्ये तुमचे मोजमाप नोंदवून ठेवा. आलेख काढा.

वर्गातील अनुभव

न झाकलेल्या पेल्यातील पाण्याची पातळी दरदिवशी काही मिलीमिटरने कमी होत होती. पण आमच्या अपेक्षेपेक्षा वेगळीही एक गोष्ट घडली. झाकलेल्या पेल्यातील पाण्याची पातळीही कमी झाली, पण मंद गतीने. आठ दिवसानंतर उघडा पेला पूर्ण कोरडा तर झाकलेला पेल्यातील पाण्याची पातळी एक सेमीने कमी झाली होती. मुलांनी अंदाज केला की झाकलेल्या पेल्यातील पाण्याच्या वाफेला बाहेर जाता येत नाही किंवा ती मंदगतीने निसटते. थोडी बाष्प सपृक्ततेची कल्पना येथे पुढे येत होती पण मी ती पुढे वाढवली नाही.

नमुना आलेख (उघड्या व झाकलेल्या पेल्यातील पाण्याची पातळी वेगळ्या रंगानी दर्शविली आहे.



७. पाण्याच्या वाफेचे द्रवरूप पाणी झाले. २ तास; पापु पान ५०, कृपु पान ८२

पाण्याच्या वाफेचे **संघनन** कसे होते ते पाहू या.

अ. अतिशय थंडगार शीतपेयाच्या बाटलीला स्पर्श करून पहा. बाटली बाहेरून ओली आहे का? आता बाटली पुसा, कोरडी करा. काही सेकंदांनंतर पुन्हा स्पर्श करून पहा.

बाटली पुन्हा ओली झाली आहे का? हे पाणी शीतपेयासारखे रंगीत आणि गोड आहे का? हे पाणी कुठून आले असेल? तुम्हाला तसे का वाटते?

निरीक्षण व स्पष्टीकरण

मुलांच्या लक्षात आले की शीतपेयाची बाटली बाहेरून ओली होते. त्यांनी बाटली पुसल्यावर काही मिनिटांनी ती पुन्हा ओली झाली. हे पाणी कोठून आले हे त्यांना सांगता आले नाही. अनेक मुले म्हणाली, '(ती ओली आहे)' कारण ती थंड आहे. त्यांनी इतरही अनुभव सांगितले की कुल्फीचे कोन, आईस्कीमचे कप बाहेरून ओले होतात. काहींना वाटले की ते पाणी कुल्फीमधूनच येत असेल. इतर जण सहमत नव्हते. मी मुलांना त्यांचा जो अंदाज होता त्याची कारणे देण्यास सांगितले. त्यांची स्पष्टीकरणे-

'बाहेरचे पाणी हे शीतपेयासारखे चिकट नव्हते'

'आईस्क्रीमच्या कपाला भोके नाहीत, तो गळका नाही'

'बाटलीत जर कोमट पाणी असते तर ते बाहेर येत नाही मग थंड पाणीच का बाहेर येते ?'

अशा प्रकारे काही मुलांना जरी त्यांच्या मतांचे स्पष्टीकरण देता आले तरी काही इतर मुलांना असे वाटत होते की कदाचित ते पाणी हे शीतपेयासारखे रंगीत व गोडही असेल. चर्चेनंतर त्यांनाही बहुसंख्यांचा दृष्टिकोन पटला. मी त्यांना सांगितले की हवेतील पाण्याची वाफ जेव्हा काचेच्या संपर्कात येते तेव्हा थंड होते व तिचे पाण्यात रुपांतर होते.

पाठ्यांशामधील संबंध

खोलीमध्ये पाण्याची वाफ कशी आली असेल यावर थोडी चर्चा झाली. काही म्हणाले की वातावरणातून आली. मी त्यांना अधिक स्पष्टपणे सांगण्यास सांगितले तेव्हा अशी उत्तरे आली - समुद्राच्या पाण्याच्या बाष्पीभवनातून; आधीच्या कृतीमधील फळ्यावरच बाष्पीभवन झालेलं पाणी अजून खोलीतच असेल; पाण्याची वाफ आपल्या उच्छवासातून आली असेल !

हवेतील वाफ तुम्हा जाणवते का? असे मी मुलांना विचारलं आणि 'आर्द्रता' यावर केलेल्या चर्चेची आठवण करून दिली (प्रकरण १ मधील कृती ८- पान ४६ पहा) काही मुलांच्या लक्षात आलं की आर्द्रता म्हणजे हवेतील पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण.

मग मी मुलांना बाष्पीभवन आणि संघनन या विरूद्धार्थी शब्दांची ओळख करून दिली.

आ. दोन पेले घ्या. एका पेल्याभोवती एक कोरडं फडकं घट्ट गुंडाळा. दोन्ही पेल्यांमध्ये बर्फाचं थंडगार पाणी ओता. विचार करा - दोन्ही पेले बाहेरून ओले होतील का? एका मिनिटानंतर दोन्ही पेल्यांना बाहेरून स्पर्श करून बघा.

दोन्ही पेले ओले आहेत का? कापडाचं फडकं ओलं झालंय का? आता तुम्हाला काय वाटतं, पाणी पेल्याच्या आतून आलं की बाहेरून? तुम्हाला तसं का वाटतं? (कृतीपुस्तक पान ८२)

निरीक्षण व स्पष्टीकरण

या प्रयोगातून काय दिसले याविषयी मी मुलांना अंदाज करायला सांगितला. त्यांनी एकमताने सांगितलं की दोन्ही पेले बाहेरून ओले होतील आणि कापडाचा जो भाग ग्लासला चिकटला आहे तो ही ओला होईल. कापड कोरडे राहिले तेव्हा त्यांना आश्चर्य वाटले. मी मुलांना काय घडलं असेल ते स्पष्ट करायला सांगितलं. त्यांची उत्तरे : ‘कापड खूपच घट्ट बांधले होते’ ‘कापडाला भोकं नव्हती त्यामुळे पाणी बाहेर येऊ शकलं नाही.’ प्रयोगाच्या अनपेक्षित निकालाचे स्पष्टीकरण देताना मुले त्यांच्या पहिल्या चुकीच्या कल्पनेकडे पुन्हा वळली, की पाणी पेल्यामधूनच बाहेर येत असले पाहिजे, बाहेरून नाही. चार महिने या नव्या संकल्पनांचा परिचय करून झाल्यावर अजूनही हवा / वायू / पाण्याची वाफ हे ‘पदार्थ’ आपल्या आजूबाजूला सगळीकडे आहेत, ही कल्पना कदाचित मुलांना पचली नव्हती.

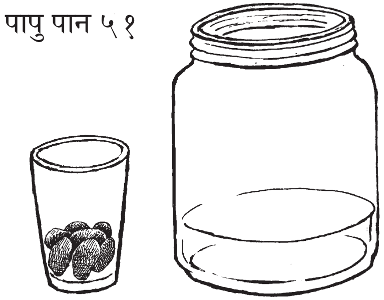
मग आम्ही पायरीपायरीने सर्व मुद्यांकडे पुन्हा वळलो.

पेला ओला का होतो ? (पाण्याची वाफ थंड पेल्याला स्पर्श करते व तिचे पाण्यात रूपातंर होते) पाण्याची वाफ कोठे होती ? (पेल्याच्या बाहेर) पाण्याची वाफ कापडातून पेल्यापर्यंत पोहोचू शकते का ? जर ती पोहोचलीच नाही तर थंड होईल का ? थंड झाली नाहीतर तिचे पाण्यात रूपांतर होऊन पेल्याभोवती जमेल का ? जर ग्लासावर पुरेसे पाणी नसेल तर कापड ओले होईल का ?

या मुद्यांमधील माझ्यादृष्टीने निसटलेला भाग म्हणजे कापडाची कमी उष्माधारकता. पेल्याबाहेरील हवा इतकी थंड होऊ शकत नाही की त्यातील वाफेचे सांद्रन हे कापडाबाहेरही घडून येईल. (सर्व मुलांना प्रथम कापडाचा आतला भाग ओला होईल अशी अपेक्षा होती) ही सर्व चर्चा काही मुलांसाठी फारच वरच्या स्तरावर जात आहे हे लक्षात आल्याने मला अधिक खोलात जाणे योग्य वाटले नाही. पण या प्रयोगाने मला दाखवून दिले की एखाद्या साध्या विधानालाही अनेक पदर असू शकतात. निष्कर्ष जर आपल्या उपजत आकलनापेक्षा वेगळा असेल तर ती गोष्ट समजून घेणे (जसे या प्रयोगात झाले तसे) अवघड जाते.

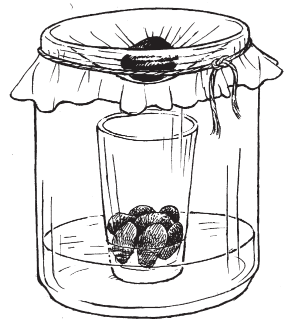
८. पाण्याची होते वाफ (आणि वाफेचे परत होते पाणी) २ तास; पापु पान ५१

अ. एक छोटा काचेचा पेला आणि एक मोठी काचेची बरणी घ्या.



बरणीमध्ये थोडेसे पाणी घाला आणि पेल्यामध्ये थोडे दगड घाला.
आता पेला बरणीमध्ये ठेवा.
बरणीच्या तोंडावर प्लास्टिक घट्ट बांधा. प्लास्टिकच्या मध्यावर एक दगड ठेवा, म्हणजे प्लास्टिक आतल्या पेल्यावर उतरते राहील.

आता ही भांडी उन्हात नेऊन ठेवा. संध्याकाळी उघडून बघा.



प्लास्टिक अजूनही कोरडेच आहे का? आतल्या पेल्यामधील दगडही अजून कोरडेच आहेत का? असं का बरं झालं असेल? तुम्ही अंदाज करा (कृतीपुस्तक पान ८३).

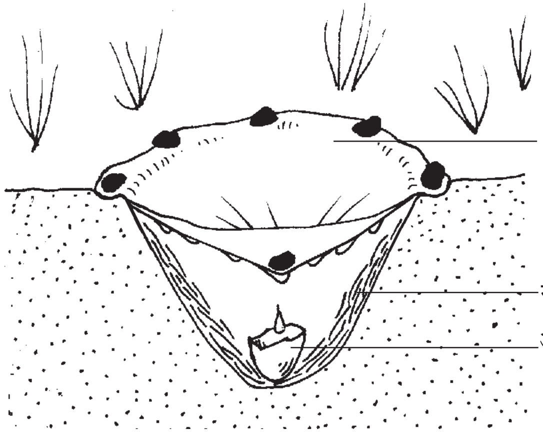
मुलांची निरीक्षणे

आम्हाला असे आढळले की उन्हाळ्याच्या दिवशी भांडी तीन तास बाहेर ठेवल्यावर आतल्या भांड्यातील दगड बऱ्यापैकी ओले झाले होते. दुसऱ्या दिवशी आतल्या भांड्यात आणखी जास्त पाणी जमा झाले. पण दमट हवामान (पावसाळ्यातील) असलेल्या काळात दोन दिवसानंतरही पाणी जमा झाले नाही. कारण बहुदा बाष्पीभवन फारच कमी प्रमाणात झाले.

निरीक्षण व स्पष्टीकरण

आतल्या भांड्यात पाणी कसे जमा झाले हे काहींना लगेच समजले नाही. प्रश्न विचारल्यानंतर माझ्या लक्षात आले की त्यांना वाटतं होते पाण्याची वाफ प्लॅस्टिकच्या आवरणातून बाहेर निघून जाईल तर काहींना वाटले की जादूने बाहेरच्या भांड्यातील पाणी आतील भांड्यात जाईल. ह्या मुद्यांचे स्पष्टीकरण केल्यानंतर मला वाटले की कदाचित या प्रयोगामुळे 'बाष्पीभवन'व 'संघनन' ह्या कल्पना मुलांना अधिक खऱ्या वाटू लागल्या.

दक्षिणमध्ये आफ्रिकेतील कलहारी वाळवंटातील बसरवा जमातींमध्ये हे तंत्र वनस्पतीद्वारे बाहेर टाकल्या गेलेल्या वाफेपासून पिण्यायोग्य पाणी मिळविण्यासाठी वापरले जाते. ते वाळूमध्ये खड्डा खणून त्यात ओले गवत ठेवतात. खड्ड्याच्या मध्यात ऑस्ट्रीचच्या अंड्याचे अर्धे टरफल ठेवतात. या टरफलात पाणी जमा व्हावे अशी कल्पना. नंतर हा खड्डा पारदर्शक प्राणीज पटलाने, त्याचा उतार अंड्याच्या टरफलाच्या आत जाईल अशा रीतीने, झाकून टाकीत. सकाळच्या वेळात सूर्यकिरणे या पारदर्शक पटलातून आत प्रवेश करून बाष्पीभवनच्या प्रक्रियेला सहाय्य करतात. रात्री वाळवंटातील थंड हवेमुळे पटल थंड होऊन वाफेचे पाणी अंड्याच्या कवचात साठून राहते. द्रवाचे वाफेत रूपांतर करून नंतर त्या वाफांचे संघननाने द्रवात रूपांतर करण्याच्या क्रियेला 'उर्ध्वपातन' म्हणतात. सहसा बाष्पीभवन वेगाने घडून येण्यासाठी उष्णतेचा वापर होतो म्हणून उर्ध्वपतित जल हे महाग पडते. पण या बसरवा पद्धतीमध्ये सूर्यापासून मिळणाऱ्या मोफत उष्णतेचा वापर केला जातो. ही पद्धत गढूळ किंवा अशुद्ध पाण्यापासून शुद्ध पाणी मिळविण्यासाठीही वापरली जाते.



आ. मोठ्या माणसांच्या मदतीने पाणी चुलीवर ठेवून उकळा. या उकळत्या पाण्यावर एक झाकणी धरा. या झाकणीवर पाणी कुठून आले?

भांड्यातले पाणी अजूनही तेवढेच आहे? की कमी झाले? की वाढले? (कृतीपुस्तक पान ८३)

वर्गातील अनुभव

मुलांनी शिजवण्याच्या भांड्यांच्या झाकणावर संघननामुळे जमा झालेले पाण्याचे थेंब पाहिले होते. आता असं म्हणता येईल की उष्णतेमुळे भांड्यातील पाण्याचे बाष्पीभवन झाले व त्या वाफेचे संघनन होऊन झाकणावर पाण्याचे थेंब जमा झाले. (काहींनी या थेंबाना बुडबुडे म्हटले पण इतरांनी त्याला विरोध केला.) मी मुलांना आठवण करून दिली की पाण्याचे बाष्प अदृश्य असते. वाफेमध्ये पाण्याचे सूक्ष्म थेंब असतात म्हणून ती आपल्याला दिसते. ढगांतही पाण्याचे बारीक थेंब असतात. उष्णता दिल्यावर आता भांड्यातील पाणी पूर्वीपेक्षा कमी झाले का ? हे पाहण्यासाठी मुलांनी सुचविले की पूर्वीची पातळी भांड्यावर एका खुणेने दाखवू व पातळी खाली गेली का ते तपासून पाहू.

आम्ही जेव्हा भांड्यातले पाणी तापवतो तेव्हा सुरुवातीला त्यातून छोटे छोटे बुडबुडे वर येताना दिसतात. हे थंड पाण्यात विरघळेलेल्या हवेचे बुडबुडे असतात. पाणी कोमट होते तेव्हा ते या विरघळलेल्या हवेला सामावून ठेवू शकत नाही. ती हवा बुडबुड्यांच्या रूपाने बाहेर पडते. पाणी गरम करणे सुरूच ठेवल्यास आता पाण्याच्या वाफेचे बुडबुडे बनू लागतात. पाणी उकळण्यास सुरुवात होण्यापूर्वी या बुडबुड्यांमधील वाफेचा दाब हा वातावरणीय दाबापेक्षा कमी असतो. हे सुरुवातीचे बुडबुडे फुटतात व त्यांच्यातील वाफेचे पुन्हा पाण्यात रूपांतर होते. ज्या तापमानाला बुडबुड्याच्या आतील वाफेचा दाब व वातावरणीय दाब समान होता ते तापमान म्हणजे उत्कलन बिंदू. आता हे बुडबुडे पाण्याच्या आत फुटत नाहीत, ते पृष्ठभागावर येतात व तेथे फुटतात. वातावरणीय दाबाला पाण्याचा उत्कलन बिंदू १०० °C आहे.

चालवा डोकं!

पाण्याचे वाफेत रूपांतर होते तेव्हा ती वाफ कुठे जाते?

मुलांच्या मनातील विकल्प

बाष्पीभवन झालेल्या पाण्याचे ढग बनतात हे मुलांना माहीत होतं. तरीही काहींना असं वाटत होते की कोठेही पाण्याचे बाष्पीभवन झाले की ते सरळ आकाशात जाते व त्याचे ढग बनतात. मी त्यांना आर्द्रतेवरील निरीक्षणे (प्रकरण १), पाण्याच्या रेणूंवर (बाष्प) व हवेतील पाण्याच्या सूक्ष्म थेंबावर केलेली चर्चा (प्रकरण ४) यांची आठवण करून दिली. सहाव्या प्रकरणातही मुले वनस्पतींद्वारा बाहेर सोडली जाणारी पाण्याचे बाष्प याविषयी शिकणार आहेत. हे सर्व अनुभव पाणी आणि पाण्याचे बाष्प सदैव आपल्याभोवतीच असते केवळ आकाशातील उंच ढगातच नाही हे कळण्यासाठी निश्चित मदतरूप ठरतील.

जेव्हा एखादा महासागर सूर्याच्या उष्णतेमुळे तापतो तेव्हा जवळजवळ १0,000,000,000,000,000 लिटर पाण्याचे वाफेत रूपांतर होते. जर ही वाफ गार झाली आणि तिचे पुन्हा पाण्यात रूपांतर झाले, तर काय होईल?

महासागरातून दरवर्षी (५×१०^{१६} लिटर पाण्याचे) बाष्पीभवन होते असा ढोबळ अंदाज आहे. यापैकी बरेचसे पाणी पाऊस अथवा बर्फाच्या रूपाने पुन्हा समुद्राला मिळते. यापैकी एक दशांश

जमिनीच्या दिशेने येते व तेथे पाऊस होऊन पडते - आपल्या मोसमी पावसाप्रमाणे. संपूर्ण पृथ्वीचा विचार केला तर जमिनीवर पडणारा पाऊस हा जमिनीवरच्याच पाण्याच्या बाष्पीभवनातून आलेला असतो, किंवा वनस्पतींनी शोषलेले पावसाचे पाणीच वातावरणात परत जाते.

पाण्याचे चक्र २ तास; पापु पान ५२

वरील चित्रातील पाण्याच्या रेणूच्या प्रवासाचे वर्णन करा. (कृतीपुस्तक पान ८४)

क्रमांक २२ नंतर चित्रात दाखवलेल्या पाण्याच्या रेणूचे काय होऊ शकेल त्याबद्दल एक छानशी गोष्ट लिहा.

कुठल्या ठिकाणी हा पाण्याचा रेणू वाफेचा भाग आहे?

कुठल्या ठिकाणी हा पाण्याचा रेणू द्रवाचा भाग आहे?

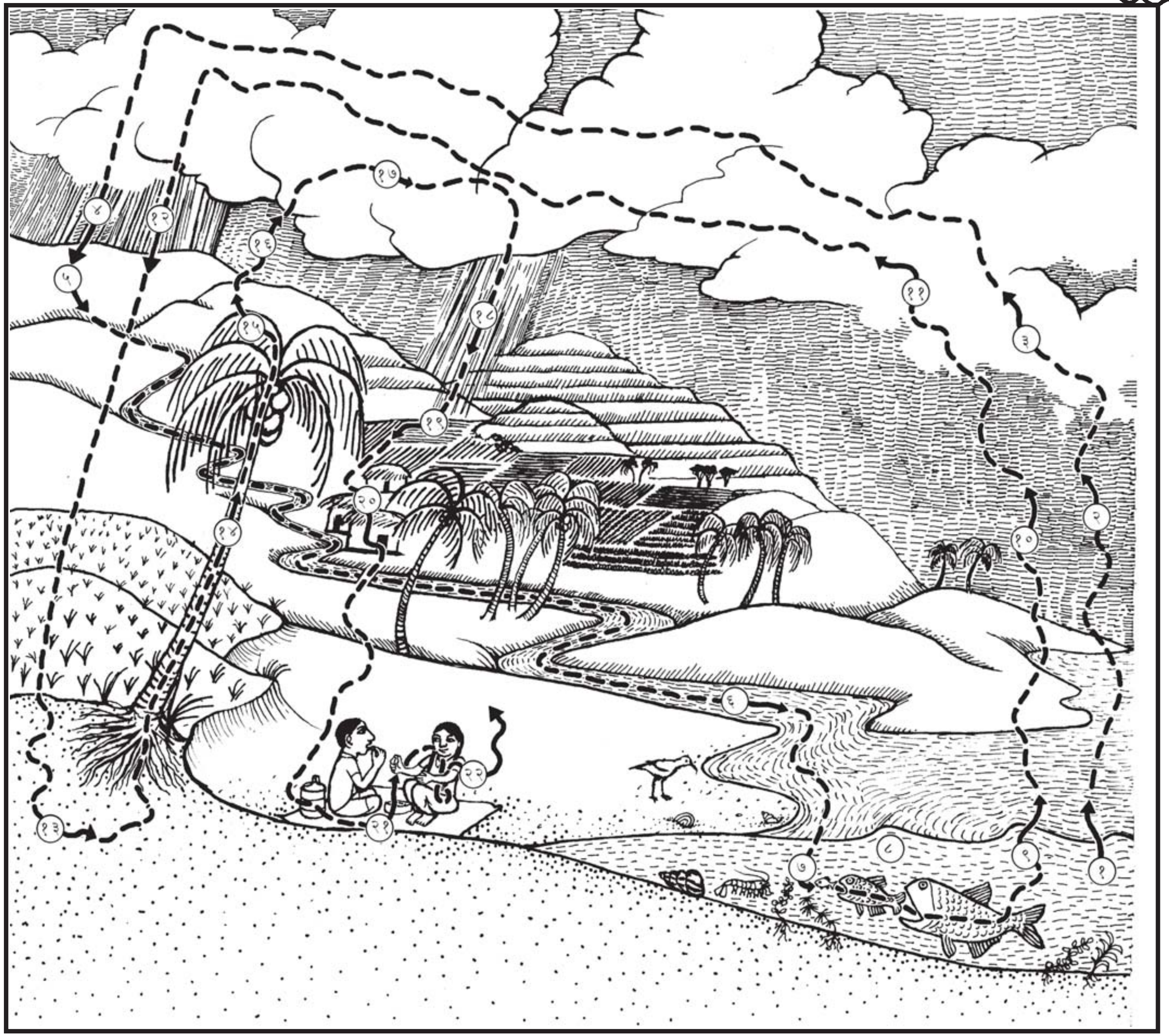
वर्गातील अनुभव

जलचक्राचे चित्र व त्यासंबंधित गोष्ट (पुढे दिली आहे) ही कॅरेनने तयार केली आहे. मी ती गोष्ट वाचली. ऐकताना मुलांना खूप मजा आली व त्यापैकी अनेक जण ही गोष्ट त्यांच्या कृती पुस्तिकेत पुढे लिहायची आहे या कल्पनेने उत्साहात होते. बाष्पीभवन, सांद्रन व पाऊस यावर आधारित कृती व त्यानंतर सांगितलेली ही गोष्ट यामुळे जलचक्र समजायला खूपच मदत झाली असे मला वाटले. यानंतर त्यांनी दाखवा व सांगा हा स्वाध्याय सोडवला.

गोल गोल चक्रात सतत फिरणारी गोष्ट

फार फार वर्षांपूर्वी एक होता पाण्याचा रेणू. तो समुद्रात उसळत होता, खेळत होता, 'उसळ, उसळ उसळ' (१) त्याची वाफ झाली आणि तो हवेत उंच उंच जाऊ लागला, 'वर, वर, वर' (२) इतर रेणूंबरोबर मिसळून त्यांनी ढग बनविले. (३) वाऱ्यांनी ढगांना ढकलत ढकलत खूप वर नेलं, डोंगरांच्याही वर. 'हव्वा, हव्वा' - जिथे त्या पाण्याच्या रेणूंना खूप थंडी वाजली 'हू हू हू हू'- इतकी की ते एकत्र आले, त्यांचे पाण्याचे थेंब बनले आणि पाऊस बनून खाली आले 'टप्, टप्, टप्, टप्' (४) पाण्याचा रेणू जमिनीत शिरला. मातीत खोल खोल शोषला गेला. 'आत, आत, आत' (५) त्या पाण्याच्या रेणूला खूप पाण्याचे रेणू भेटले, आणखी खूप रेणू

क छानशी गोष्ट लिहा.



भेटले आणि नदी बनून वाहू लागले. 'खळ, खळ, खळ'(६) दूर दूर वाहत वाहत ते परत छान उबदार समुद्रात येऊन पडले, 'उसळ, उसळ, ध प' (७) त्याला एका माशाने गिळले (८) त्या माशाला दुसऱ्या माशाने आणि त्याला आणखी एका माशाने गिळले आणि तो मासा मेला ! 'म रा, म रा, म रा,' त्यामुळे तो रेणू पुन्हा समुद्रात आला 'उसळ, उसळ, उसळ' (९) नंतर पुन्हा त्याची वाफ झाली आणि वर गेली. 'व र, व र' (१०) आता तो पुन्हा ढगाचा एक भाग झाला, वारा त्यांना ढकलू लागला 'हवा, ह वा' (११) आणि त्या रेणूंना थंडी लागली 'हू, हू हू हू' म्हणून त्यांनी पाण्याचे थेंब बनविले व पाऊस म्हणून खाली आले. 'टप टप टप' (१२) पाण्याचा रेणू जमिनीत शिरला. हव्वा हव्वा आत आत आत मातीत खूप आत आत शोषला गेला, मुळात, झाडाच्या खोडात (१४) झाडाच्या पानात (१५) पानाने त्याला खाऊन टाकले पण तो निसटला, त्याची वाफ आली. हवेत वरवर जाऊ लागली 'व र, व र, व र' (१६) इतर रेणूंबरोबर बनवले ढग (१७) ढग उंच गेले आणि रेणू पाण्याच्या थेंबातून खाली आला 'टप, टप, टप' (१८) या वेळी पाण्याचा रेणू भाताच्या शेतात गेला. (१९) आणि भाताच्या एका दाण्याच्या आत चिकटून बसला. भात वाळल्यानंतरही तो अशा काही रेणूंमध्ये होता जे संख्येने खूप कमी होते व ज्यांची वाफ झाली नाही. तो तांदूळाच्या आतच राहिला. भात शिजवताना पाणी उकळले, बुडबुडे निर्माण झाले 'बुडबुडे, बुड बुडे, बुड बुडे' (२०) आणि जेवणांच्या डब्ब्यासाठी भात तयार झाला. एका मुलाने तो तांदूळाचा दाणा खाल्ला 'खा, खा, खा, गुळक' (२१) आता त्याचा प्रवास मोठाच होता. अन्ननलिकेतून, जठरातून आणि छोट्या आतड्यातून आणि मोठ्या आतड्यातून - 'ललला, लललला' तो रक्तात शिरला, रक्तातून गोल - गोल, इकडे-तिकडे फिरत राहिला व एका क्षणी त्वचेच्या पृष्ठभागाखाली येऊन स्थिरावला. मग खूप गरम होऊ लागलं, खूप गरम, खूपच गरम की इतर पाण्याच्या रेणूंबरोबर त्याचा घाम बनला व वाफ होऊन हवेत शिरला. हवेत वर वर जाऊ लागला. 'वर, व र, व र' (२२) आणि नंतर ...

शब्द शिका

वाहणे तरंगणे बुडणे मिसळणे विरघळणे गाळणे गढूळ नितळ

पाणी हे **द्रव** आहे. वाहणाऱ्या पदार्थांना द्रव पदार्थ म्हणतात.

द्रवरूपाचे वाफेत रूपांतर होण्याच्या क्रियेला **बाष्पीभवन** म्हणतात.

पाणी गरम केल्यावर त्याचे **बाष्पीभवन** लवकर होते.

पाण्याची वाफ म्हणजे एक **वायू** आहे. हवेतील इतर वायूंमध्ये ती मिसळते.

पाण्याची वाफ थंड केल्यावर तिचे **द्रव** रूप पाणी बनते.

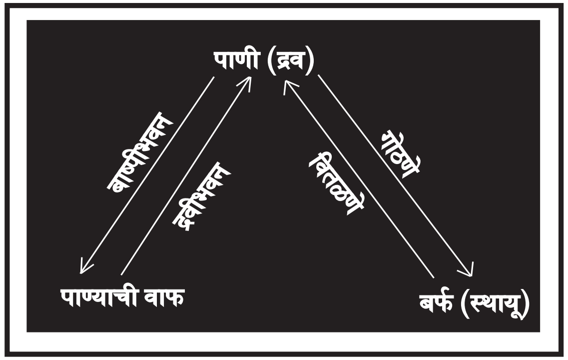
वाफेचे द्रवात रूपांतर होण्याच्या क्रियेला **संघनन** असे म्हणतात.

पाणी अतिशय थंड केले की त्याचे बर्फ बनते. बर्फ हा **घन पदार्थ** आहे. घन पदार्थ वाहत नाहीत.

वर्गातील अनुभव

मी हे नवीन शब्द फळ्यावर आकृतीच्या सहाय्याने दाखविले.

फळ्यावरील काम



अभ्यास १२ तास + गृहपाठ; कृपु पान ८५

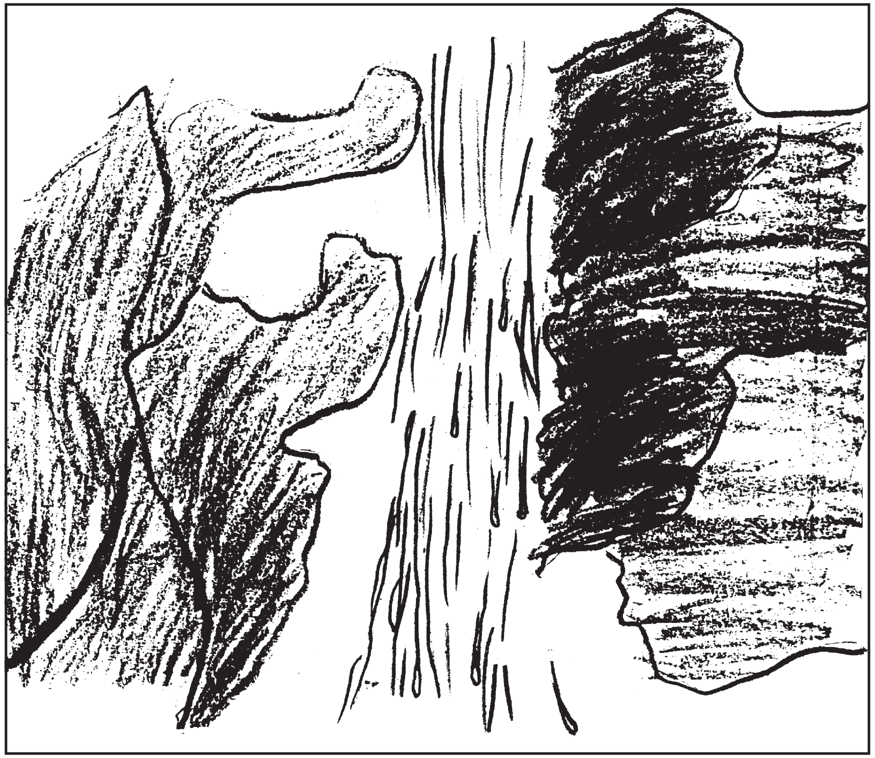
नावे सांगा आणि चित्रे काढा.

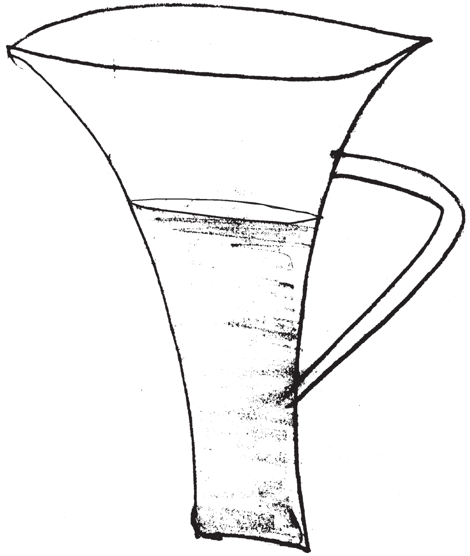
१. वाहते पाणी

२. वाहत नसलेले पाणी

निरीक्षणावर आधारित

स्वाध्याय



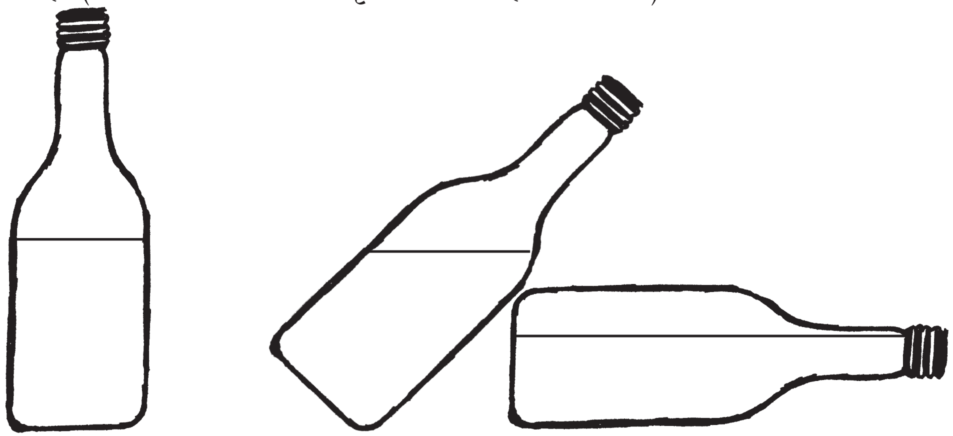


कृती १ बरोबर मुलांनी चित्रे काढली. सुरुवातीला त्यांच्या चित्रात पाण्याची गती ही आजूबाजूच्या संदर्भावरून किंवा त्यांनी दिलेल्या नावांमधूनच केवळ सूचित होत होती. उदा. गतीमान पाणी हे कागदावर लांबच्या लांब प्रवाहाच्या रूपात व स्थिर पाणी छोट्या जागेत दाखविले होते. मी त्यांना विचारले की नुसतं पाण्याकडे पाहून त्यांना कसं सांगता येईल की पाणी पाहत आहे की स्थिर आहे ? मग त्यांनी वाहत्या पाण्यात लाटा, भोवरे काढले व स्थिर पाण्याला साध्या रेघांनी शेंडींग केलं. अशा चित्र काढण्याच्या स्वाध्यायामुळे मुले बारकाईने निरीक्षण करण्यास, व डोंगरावरून वाहणारे ओहोळ, पुरातील नद्यांचे पाणी वेगाने का वाहते असे प्रश्न विचारण्यास, संथ व खळाळणारे पाणी यातील फरक शोधण्यास, प्रवृत्त झाली.

काही मुलांनी भूगोलात शिकलेले आठवून डोंगरावरून वाहणारा झरा नदीला मिळतो, नदी समुद्राला मिळते हे सर्व चित्रात दाखवलं, नदीचे मुख व त्रिभुजप्रदेशासह. पण आश्चर्याची गोष्ट जी मला चर्चेदरम्यान जाणवली (पान १५९) ती म्हणजे मुलांना भूप्रदेशाचा उतार व पाण्याचा प्रवाह यातील संबंध लक्षात आला नव्हता.

३. कृतीपुस्तकामधील बाटल्यांमध्ये पाण्याची पातळी दाखवा. (पान ८६)

हा स्वाध्याय काही मुलांना फारच अवघड वाटला. मुलांकडून अपेक्षित असलेली योग्य कृती पुढील आकृत्यांमध्ये दाखविली आहे. (पाण्याचे प्रमाण व आडवा पृष्ठभाग या दोन्हीची नोंद घ्या)



१ २ ३

प्रश्न तुमच्या आवडीचे! कृपु पान ८७

१. पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वाहणाऱ्या काही गोष्टी तुम्ही पाहिल्या असतील. त्यांची नावे सांगा.

कृती २ बरोबर झाले आहे.

२. पाण्याबरोबर तुम्ही कुठले खेळ खेळता?

मुलांनी पाणी उडवणे, पाण्यात खेळणे हे प्रकार केलेले असतात. त्यांनी पोहणे, पाण्यातील कुस्ती, पाण्यातील फूटबॉल याची उदाहरणे दिली. काही जणांनी 'वॉटर पार्क' मधील पाण्याच्या घसरगुंडीचा अनुभव घेतला होता. तसेच सर्फींग, पाण्यातील स्कीईंग हे दूरदर्शवर पाहिले होते. 'विचारा व शोधून काढा' या अंतर्गत काही सांघिक खेळांची चर्चा केली आहे.

३. पाण्यावर तरंगणाऱ्या तीन वस्तूंची आणि पाण्यामध्ये बुडणाऱ्या तीन वस्तूंची नावे लिहा.

तरंगणारे - फुगवलेला फुगा, लाकडी पेन्सिल, मेणबत्ती, थर्माकॉल, लोणी, मेण....

बुडणारे - स्टीलचा चमचा, खोडरबर, दगड, वीट, काच. ..

आम्ही काही अशाही वस्तू शोधल्या ज्या आधी तरंगल्या व नंतर बुडल्या... दाढीचे ब्लेड, सुई (कापूस - पण वेगळ्या कारणामुळे) तसेच काही बिया तरंगल्या व काही बुडल्या.

४. पाण्यात विरघळणाऱ्या घन, द्रव आणि वायूरूप पदार्थांची नावे लिहा.

घन पदार्थ - मीठ, साखर, गूळ; द्रवपदार्थ - दूध, लिंबूरस (थोडे द्रावण व थोडे निलंबन), स्पिरीट, अल्कोहोल, अनेक आम्ले, वायू - ऑक्सिजन, क्लोरीन, कार्बनडाय ऑक्साईड, सल्फर डायॉक्साईड, नायट्रोजन डायॉक्साईड (यापैकी ऑक्सिजनाशिवाय सर्व वायूंची पाण्याबरोबर अभिक्रिया होते व आम्ल तयार होते. क्लोरीन वायू पाण्यात विरघळून त्याचे शुद्धीकरण घडवून आणतो; शेवटचे तीन वायू हे जिवाश्म इंधनाच्या (केरोसीन, डीझेल वगैरे) ज्वलनातून तयार होणाऱ्या उत्पादितांपैकी आहेत. (पृष्ठ १३३-१३४ पाहा). सल्फर डाय ऑक्साईड पाण्यात अती सहजतेने विरघळतो व त्यामुळे आम्ली पर्जन्याची समस्या निर्माण होते.

५. पाण्यात **न** विरघणाऱ्या घन आणि द्रव पदार्थांची नावे लिहा.

घन पदार्थ - खडू, वाळू, काच, स्टील, रबर, प्लॅस्टिक

द्रव पदार्थ - रॉकेल, पेट्रोल, खाण्याचे तेल

६. तुम्ही पाणी उकळण्यासाठी चुलीवर ठेवले. थोडा वेळ उकळल्यावर पाणी कमी दिसते. हे पाणी कुठे जाते?

कृती ६ - ८ पाहा.

७. तुम्ही धुकं कुठे पाहिलं आहे? ते कशाचं बनलं होतं?

धुके ही ढगांप्रमाणेच हवेत तरंगणाऱ्या पाण्याच्या सूक्ष्म कणांनी बनते. तुम्ही धुके उकळणाऱ्या पाण्याच्या आजूबाजूला, धबधब्याभोवती, समुद्राच्या अजस्त्र लाटांभोवती किंवा हिवाळ्यातील थंड पहाटे पाहू शकता. एका मुलाने धबधब्याच्या आजूबाजूला असलेल्या धुक्यात इंद्रधनुष्य पाहिल्याचेही सांगितले.

८. ओले कपडे सुकतात तेव्हा त्यातलं पाणी कुठे जातं?

९. तुम्ही तीन ओले शर्ट उन्हात ठेवले आहेत. पहिला शर्ट घडी करून ठेवला आहे. दुसरा शर्ट पसरून ठेवला आहे आणि तिसरा शर्ट प्लास्टिकच्या पिशवीमध्ये ठेवला आहे. कुठला शर्ट सगळ्यात आधी वाळेल?

(१) पसरलेला शर्ट (२) घडी घातलेला शर्ट (३) प्लॅस्टिकच्या बॅगेत ठेवलेला शर्ट (शेवटच्या शर्टाला कदाचित कवके व जिवाणू यांच्या वाढीमुळे घाणेरडा वास येईल. येथे हवेच्या अनुपस्थितीत वाढणारे सूक्ष्मजीव आढळतात.)

१०. पुढीलपैकी कशाचे बाष्पीभवन सगळ्यात लवकर होईल याचा अंदाज बांधा.

अ. गरम पाणी की थंड पाणी?

आ. कपमधील पाणी की बशीत ओतलेले पाणी?

इ. झाकलेल्या बशीतील पाणी की उघड्या बशीतील पाणी?

ई. हवेशीर ठिकाणी ठेवलेले पाणी की वारा वाहत नाही अशा शांत ठिकाणी ठेवलेले पाणी?

प्रश्न ९ व १० ची उत्तरे अनुभवातून देता येतील, कारणमीमांसा देता येईल किंवा त्यांच्यामुळे मुले घरच्या घरी सहजपणे या कृती करून पाहण्यास उद्युक्त होतील.

११. पाण्याचे थेंब कशावर दिसतील? कोमट सोड्याच्या बाटलीवर की थंड सोड्याच्या बाटलीवर?

१२. आणखी काही द्रवपदार्थांची नावे सांगा.

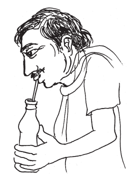
कृती ७ व ३ ब पाहा.

१ ३. अतिरिक्त प्रश्न - कोणाचे बाष्पीभवन जलद होईल. पाणी, तेल की रॉकेल ?

सर्व द्रवांचे बाष्पीभवन होते. मिथीलेटेड स्पिरीट (इंजेक्शन देण्यापूर्वी त्वचा स्वच्छ करण्यासाठी डॉक्टर वापरतात ते) लावल्यास त्वचेला गार वाटतं. बाष्पीभवनासाठी शरीराची उष्णता वापरली जाते. स्पिरीट हे पाण्यापेक्षा थंड वाटते कारण त्याचे बाष्पीभवन पाण्यापेक्षा वेगाने होते व ते पाण्यापेक्षा शरीरातून लवकर उष्णता खेचून घेते. अल्कोहोल व रॉकेलचे बाष्पीभवन पाण्यापेक्षा वेगाने होते तर तेलाचे सर्वात मंदपणे होते. व्यवहारात तेलाचे बाष्पीभवन पाहणे कठीण आहे. वनस्पती तेल हे अनेक घटकांचे मिश्रण आहे. त्यापैकी काही घटक बाष्पशील असतात, म्हणूनच तेलाचा वास येतो. अनेक कार्बनी तेले ही हवेत उघडी राहिल्यास त्यांचे पूर्ण बाष्पीभवन होण्याआधी ऑक्सिडीकरण होते किंवा त्यांच्यात काही रासायनिक बदल होतात व पूर्ण बाष्पीभवन न होता चिकट घट्ट अवक्षेप उरतो.

वर्गातील चर्चा कृपु पान ८८

१. पाणी कधी कधी खालच्या पातळीकडून वरच्या पातळीकडे वाहतं का? हे पाणी कुठून कुठे वाहतंय? खालच्या पातळीकडून वरच्या पातळीकडे वाहतंय की वरच्या पातळीकडून खालच्या पातळीकडे? धबधबा, नदी, बाष्पीभवन, पाऊस, कारंजं, नळ, विहिरीतून पंपाने बाहेर काढलेले पाणी, उंचावरील टाकीत पंपाने चढवलेले पाणी. खालील चित्रांमधील पाण्याबद्दल काय सांगता येईल?



पृष्ठ क्र. १५८ - १५९ वरील चर्चा पाहा.

२. वारा नसता तर पाऊस पडला असता?

हवा व हवामान ही प्रकरणे पूर्ण झाल्यामुळे या प्रश्नासाठी मुलांची तयारी होती. त्यांनी उत्तर दिले की ढग वाऱ्याबरोबर वाहतात. जर वाराच नसेल तर पावसाळी ढग येणारच नाहीत – मान्सून पर्जन्यासाठी हे पूर्णतः खरे आहे. पण एखाद्या मोठ्या तळ्यातील अथवा समुद्रातील पाण्याचे बाष्पीभवन झाले व ती वाफ वर जाऊन ढग बनले तर वारा नसतानाही त्या भागात पाऊस पडण्याची शक्यता आहे. विस्तीर्ण विषुववृत्तीय जंगले मोठ्या प्रमाणावर पाण्याची वाफ त्यांच्या पानांमधून बाहेर टाकतात त्यामुळे तेथे त्या क्षेत्रापुरता पाऊस पडतो.

३. आपण वस्तू स्वच्छ करण्यासाठी, धुण्यासाठी पाणी वापरतो. दुसरा कुठला द्रव पदार्थ वस्तू स्वच्छ करण्यासाठी वापरता येईल का? का वापरता येईल किंवा का नाही वापरता येणार?

पाणी हे उत्तम द्रावक आहे – ते अनेक प्रकारच्या घाणीला विरघळवू शकते. ते अनेक पृष्ठभागांना चिकटून राहू शकते, त्यामुळे घाण खेचून काढते. साबणाचे पाण्याबरोबर मिश्रण केल्यास ते तेलालाही चिकटते. पाणी हे सुरक्षित, स्वस्त व पृथ्वीवर विपुल प्रमाणात उपलब्ध आहे. 'ड्रायक्लिनींग' मध्ये कपडे स्वच्छ करण्यासाठी पाण्याव्यतिरिक्त इतर द्रावके वापरली जातात. रेशमी अशवा लोकरी धागे हे पाण्यात फुगतात व वाळविल्यानंतर आक्रसतात. अशा धाग्यांसाठी रॉकेल हे पाण्यापेक्षा अधिक उपयोगी ठरते. शिवाय रॉकेलमुळे असे काही डाग निघतात जे पाण्याने निघू शकत नाहीत. आजकाल ड्रायक्लिनींगच्या क्रियेत रॉकेलपेक्षा कमी ज्वलनशील द्रावके वापरली जातात. अल्कोहोल, ॲसीटोन व कार्बनटेट्रा क्लोराइड हे प्रयोगशाळेत कार्बनी पदार्थ विरघळवण्यासाठी वापरतात.

काय सारखे? काय वेगळे? कृपु पान ८९

१. खाली दिलेल्या गोष्टींमध्ये दोन सारखेपणाचे व दोन फरकाचे मुद्दे लिहा.

अ. पाणी आणि पाण्याची वाफ

दोन्ही पाण्याचीच रूपे आहेत. दोघांमुळेही वस्तू ओल्या होतात. ते रंगहीन आहेत. पाण्याचे एकत्र झालेले छोटे छोटे थेंब पांढऱ्या ढगासारखे दिसतात. पाणी द्रवरूप आहे, पाण्याची वाफ वायूरूप आहे.

आ. बर्फ आणि पाणी

पाण्याची वाफ पाण्यापेक्षा हलकी असते – ती हवेत मिसळते तर पाणी खाली वाहते. (छोटे बुडबुडे असलेला किंवा भेगा असलेला बर्फ पांढरा दिसतो) दोन्ही पाण्याचीच रूपे आहेत. ती दोन्ही रंगहीन आहेत. बर्फ घनरूप तर पाणी द्रवरूप आहे. बर्फ पाण्यापेक्षा हलका आहे (बर्फ पाण्यावर तरंगतो या निरीक्षणातून तुम्हाला हे माहीतच आहे).

२. या गटात वेगळे कोण?

अ. पाणी, मीठ, डिझेल, मध   आ. दगड, काच, प्लास्टिक, साखर

इ. लाकूड, लोखंड, लोणी, तेल

काही संभाव्य उत्तरे

अ . मीठ कारण ते द्रवरूप नाही.

आ. साखर, कारण ती पाण्यात विरघळते.

इ . लोखंड कारण ते पाण्यात बुडतं.

लोखंडाचा गोळा पाण्यात बुडतो पण लोखंडाची बोट मात्र पाण्यावर तरंगते. विविध प्रकारच्या लाकडांची घनता ही अंदाजे ०.२ ग्रॅ./घसेमी ते १.४ ग्रॅ./घसेमी या दरम्यान असते. अनेक प्रकारच्या लाकडांची घनता ही १ पेक्षा कमी असल्याने ती पाण्यावर तरंगतात पण काही प्रकार उदा. जंगली, डोंगरी महागोनी, टेंबुरणी हे पाण्यापेक्षा जड आहेत म्हणून पाण्यात बुडतात. दुसरे उदाहरणं म्हणजे ‘अंजन’ हे भारतात आढळणारे सर्वात जड लाकूड आहे.

भाषेवर आधारित स्वाध्याय

सांगा आणि लिहा. कृपु पान ९०

१. जेव्हा मी पावसात खूप खेळले / खेळलो.

चला शब्दांशी खेळू या!

१. इथे काही कृतीदर्शक शब्द दिले आहेत. ते पाण्याचं वर्णन करतात, की हवेचं की दोघांचही?

शिंतोडे उडवणे   वाहणे   गळणे   शिंपडणे   फुंकणे   पडणे   सांडणे   प्रवाह   झोत

पाणी – वाहणे, टिपटिपणे, झुळझुळणे, तुषार उडणे ...... याशिवाय गळणे, झिरपणे

हवा – वाहणे

२. खालील कृतीदर्शक शब्द वापरून वाक्ये बनवा. तुमच्या वाक्यांमध्ये जमीन, पाणी का हवेमध्ये चालणाऱ्या वस्तूंचे वर्णन आहे?

गडगडणे घसरणे तरंगणे विहरणे सूर मारणे उडणे पोहणे वल्हवणे

सामान्यपणे हालचाली या पुढीलप्रमाणे असतात.

जमिनीवर - घसरणे, घरंगळणे

पाण्यात / पाण्यावर - तरंगणे, सूर मारणे, वल्हवणे

हवेत - तरंगणे, उडणे, सूर मारणे, विहरणे

विचारा आणि शोधून काढा कृपु पान ९१

१. **पाण्यातील खेळ** म्हणजे काय? तुम्ही कधी पाण्यातील खेळ पाहिले किंवा खेळले आहेत का? भारतातल्या वेगवेगळ्या भागात खेळल्या जाणाऱ्या पाण्यातील खेळांची माहिती मिळवा.

सांघिक जलक्रीडा या भारतात कमी प्रमाणात पाहायला मिळतात. एक उदाहरण म्हणजे भारताच्या ईशान्य भागात व दक्षिणेत केरळमधील किनारपट्टीवर होणाऱ्या होड्यांच्या शर्यती. या भागात अंतर्गत जलमार्ग व खाड्यांचे जाळे हेच अनेक ठिकाणी दळणवळण व व्यापाराचे मुख्य माध्यम आहे. मुले काही ठिकाणी होड्यांमधून शाळेत जातात.

केरळमध्ये होड्यांच्या शर्यती या ऑगस्ट - सप्टेंबर महिन्यात होतात. सर्वात मोठी बोट ही जवळजवळ १३० फूट लांब असते व तिच्यात १०० वल्हेदार बसू शकतात. ते सर्वजण एका लयीत गाणे गात वल्ही मारतात. लाकडी बोटींना माशाचे तेल लावलेले असते ज्यामुळे पाणी कापणे सोपे व जलद होते.

२. कुठले सण साजरे करताना पाणी वापरतात ते शोधून काढा.

अनेक धार्मिक व सांस्कृतिक कार्यामध्ये पाणी हा अनिवार्य घटक आहे. याची काही उदाहरणे मुलांना माहीत होती जशी होळी, ईद, गंगाजलाचा वापर, बाप्तीस्मा देताना पवित्र पाण्याचा उपयोग, इत्यादी.

शोधा म्हणजे सापडेल! कृपु पान ९१

१. द्रवाचे प्रमाण, म्हणजे ते किती जागा व्यापते, याला **आकारमान** म्हणतात. पाणी, दूध, रॉकेल आणि डिझेल यांचे आकारमान **लिटर**मध्ये मोजतात. एक लिटर द्रव सामावणारं भांडं शोधून काढा.

संकल्पनेविषयी अडचण

हलके फुलके विज्ञान इ.३ री मध्ये आकारमानाच्या अनौपचारिक मापनाचा परिचय मुलांनी करून घेतला आहे. द्रवाचे आकारमान म्हणजे तो द्रव पदार्थ किती जागा व्यापतो. ज्या भांड्यात १ लिटर पाणी मावते त्यात कोणत्याही द्रव पदार्थाचे तेवढेच आकारमान मावेल. वरवर साधी वाटणारी ही वस्तुस्थिती अनेक मुलांना फारशी स्पष्ट झाली नाही. तसेच हे ही पटले नाही की इतर कोणताही १ लिटर द्रवपदार्थ हा वजनाला १ लिटर पाण्यापेक्षा कमी किंवा जास्त वजनाचा असू शकेल. पण या चर्चेमुळे ज्या गोष्टींमध्ये आकारमानाचा संबंध आहे, त्यांच्याकडे मुलांनी अधिक काळजीपूर्वक लक्ष द्यायला सुरूवात केली. (यादी पान क्र. २२५ - २२७, प्रकरण ७, कृती ४ मध्ये आहे.)

२. एक लिटर पाण्याचे वजन किलोग्रॅममध्ये किती होईल ते शोधून काढा.

चौथीच्या वर्गात घनतेची संकल्पना सांगणे जरा घाईचे ठरेल. कारण (जसं आपण वर पाहिलं) मुले अजूनही ‘आकारमान’ व ‘वजन’ यात गडबड करतात. पण यासंबंधी काही वस्तुस्थिती व अनुभव यांचा परिचय त्यांना करून घेता येईल. १ लिटर पाण्याचे वजन अंदाजे १ किलो भरते व इतर द्रव पदार्थ पाण्यापेक्षा हलके किंवा जड असू शकतात हे त्यांना माहीत असायला हवे.

पाण्याची घनता तापमानानुसार बदलते. पाण्याची घनता ही ३.९८° से तापमानाला सर्वाधिक म्हणजे १.००००० ग्रॅ/घसेंमी (किंवा किग्रॅ / लिटर) आहे. २५° से तापमानाला ती न्यूनतम म्हणजे ०.९९७०७ किग्रॅ/लिटर व १००° से तापमानााल ती न्यूनतम म्हणजे ०.९५८३८ किग्रॅ/लिटर आहे. रॉकेल, इथाईल अल्कोहोल व ॲसिटोन पाण्यापेक्षा हलके आहेत. यापैकी कोणताही १ लिटर द्रव २०° से तापमानाला वजनाने जवळपास ०.८ किग्रॅ, तर १ लिटर ग्लिसरीन २०° से तापमानाला १.२६१३ किग्रॅ व १ लिटर पाऱ्याचे वजन २५° से तापमानाला १३.५३४ किग्रॅ. भरते !

३. मिनीने पाण्यात थोडी माती मिसळली. चांगले ढवळून ते मिश्रण बाजूला ठेवले. थोड्या वेळाने पाण्यातला चिखल खाली बसला होता आणि पालापाचोळा पाण्यावर तरंगत होता. मिनीला वाटलं, ''मातीचा काही भाग पाण्यात विरघळला असेल का?'' या प्रश्नाचं उत्तर शोधून काढायला तुम्ही मिनीला मदत करा.

थोडी माती जर पाण्यात तरंगत राहिली तर मिश्रण गढूळ दिसते. जर थोडा अधिक काळ ते स्थिर ठेवले तर माती खाली बसेल किंवा यासाठी तुरटीचा वापर करता येईल. पाण्यात काहीही विरघळवले तर बाष्पीभवनानंतर अवक्षेप शिल्लक राहतो. त्यामुळे तो अवक्षेप म्हणजे मातीचा पाण्यात विरघळलेला भाग आहे की पाण्यात तो प्रथमपासूनच होता की हा तुरटीचा विरघळलेला भाग आहे हे मिनीला कसं कळेल ?

दाखवा आणि सांगा.

१. वर्गात पाणी कुठे आहे ते शोधून काढा. कल्पना करा आणि हे पाणी पाण्याच्या चक्राचा भाग कसा असेल याची एक छान गोष्ट तयार करा. (हे पाणी कुठून आलं असेल? कुठे जाईल?)

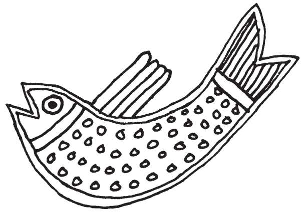
बाटलीतील अथवा माठातील पाणी किंवा आपल्या शरीरातील पाणी (आहारात आपण जे अन्न खातो, पाणी पितो त्यातून बनलेले) हे या वर्णनाचा आरंभबिंदू ठरू शकेल. हे करताना मुलांच्या लक्षात आले की त्यांच्या घरातील पाणी नेमकं कोठून येतं हे त्यांना नक्की माहीत नाही. यामुळे त्यांना प्रश्न विचारण्याची चालना मिळाली व ह्याचा ७ व्या प्रकरणातील पाण्याचे स्रोत यावरील चर्चेत उपयोग झाला.

विचारा प्रश्न! कृपु पान ९२

१. पाण्याबद्दल प्रश्न विचारा आणि या प्रश्नांची उत्तरे कशी शोधता येतील याचा विचार करा.

मुलांचे प्रश्न

वाफ वर का जाते ? (गरम हवा हलकी असल्यामुळे म्हणजेच 'कमी दाट', वर जाते व वाफ तिच्याबरोबर वर जाते) हेच सूर्याच्या उष्णतेने होणारी पाण्याची वाफ व धुरांड्यातून बाहेर पडून जाणारा धूर यांनाही लागू पडते.



सहावा धडा

पाणी आणि जीवन

गोष्ट (२ तास, पापु पान ५६)

जळात नाही मासोळ्या

मिनी-अप्पूने पाळलेले दोन मासे मेले तेव्हा त्यांना खूप वाईट वाटले. मासे त्यांनी बागेत पुरले पण खिडकीत ठेवलेली माशांची टाकी मात्र त्यांना सारखी माशांची आठवण करून देत असे. एक महिन्यानंतर त्या टाकीमध्ये हिरव्या रंगाचे लांब तंतू बघून दोघांनाही आश्चर्य वाटलं. पाण्यामध्ये काही कीटकसुद्धा वळवळत होते.

''या पाण्यातल्या वनस्पती आणि हे किडे या पाण्यात आले तरी कुठून?'' मिनीने विचारले.

''काही दिवसांपूर्वी या वनस्पती इतक्या लहान होत्या की आपल्याला दिसल्याच नाहीत,'' आई म्हणाली.

''या वनस्पती लहान असतानाच मासे खात असत. आता टाकीत मासे नाहीत म्हणून या वनस्पतींची वाढ झाली आहे.

''आणि ते किडे? ते कुठून आले?'' अप्पूने आश्चर्याने विचारले. ''डासांनी आपली अंडी त्या पाण्यात घातली आहेत. या अंड्यांमधून एक अळी बाहेर येते. अळीचा कोष बनतो आणि मग त्या कोषाचे डासात रूपांतर होते. पाण्यात तुम्हांला जे छोटे कीटक दिसत आहेत त्या अळ्या आणि त्यांचे कोष आहेत.''

''नक्कीच मासे त्यांना खात असणार, म्हणूनच मासे होते तेव्हा अळ्या आणि कोष अजिबात दिसत नव्हते.'' मिनी म्हणाली.

''आपल्याला चावायला, आजार पसरवायला डास तेवढेच कमी!'' अप्पू म्हणाला. ''खरं तर मासे आपल्याला किती मदत करत होते!''

मिनीला एकदम काहीतरी आठवले, ''आई, तू एकदा म्हणाली होतीस की जिथे पाणी असतं तिथे कोणत्या ना कोणत्या प्रकारची सजीव सृष्टी असतेच, हो ना?''

''हो, आपल्याला पावसाळ्यात किती वेगवेगळ्या प्रकारचे सजीव सापडले होते!'' अप्पू म्हणाला.

वर्गातील अनुभव

या गोष्टीतील कल्पना काहीशा कठीण होत्या. मासे मेल्यानंतर इतर सजीव कसे निर्माण झाले हे कळण्यासाठी मुलांना थोडीतरी जीवनचक्रांविषयीची कल्पना हवी. ज्या काही मुलांनी मासे पाळले होते त्यांना या गोष्टीचा बराच संदर्भ समजू शकला. मी त्यांना इयत्ता ३ री च्या 'हलके फुलके विज्ञान' पुस्तकातील हिरव्या वाटाण्यातील अळीच्या गोष्टीची आठवण करून दिली व सांगितले की जशी फुलपाखरे किंवा पतंगांच्या अंड्यातून डींभ बाहेर येतो त्याचप्रमाणे डासांच्या अंड्यातून डींभ बाहेर येतो.

आले आले काळे ढग
ओले झाले सारे जग
रस्त्यावरच्या चिखलाभोवती
पहा किती हे चतुर नाचती!

नवीन कोंब अंकुरती,
पण या माश्या किती छळती!
बेडूक पिल्ले पहा पोहती
बेडूकदादा कसे ओरडती!

शेवाळं जमलं अवतीभवती
गांडूळे तर कितीतरी
निसर्गाचा हा न्यारा खेळ
जीवन-पाणी यांचा मेळ

पावसाळा हा अनेक प्राण्यांचा प्रजननकाल आहे. बेडकाची मादी पाण्यात अंडी घालते त्यांचे फलन नर बेडूक घडवून आणतो. अंड्यातून बाहेर पडणारे डींभ (मैकर) हे प्रौढामध्ये रुपांतरीत होईपर्यंत पाण्यातच जगतात. चतुरांमध्येही पाण्यावर उडता उडताच मिलन घडून येते आणि खाली झेप घेऊन पाण्यातच फलित अंडी ते घालतात.
त्यांचेही डींभ पाण्यामध्ये राहतात व प्रौढामध्ये रुपांतरीत होण्याची वेळ येताच सरपटत पाण्याबाहेर येतात. शेवाळामधील पुनरुत्पादनालाही पाण्याची गरज असते.
गांडुळांचे कोष कोरड्या जमिनीत असतात. पाऊस पडल्यानंतर त्यातून गांडूळ बाहेर येतात. उष्ण हवामातील पाण्याचा ऱ्हास टाळण्यासाठी जमिनीत खोलवर स्वतःला पुरून घेतलेली गांडुळेही पाऊस आल्यावर जमिनीच्या वरच्या थरात दिसू लागतात. साधारणतः रात्रीच्या वेळी गांडूळे बाहेर पडतात. पण खूप पाऊस झाल्याने जर त्यांची बिळेही पाण्याने भरली तर ती दिवसाही बाहेर फिरताना दिसतात.

पाणी–जगण्यासाठी! पापु पान ५७, कृपु पान ९३

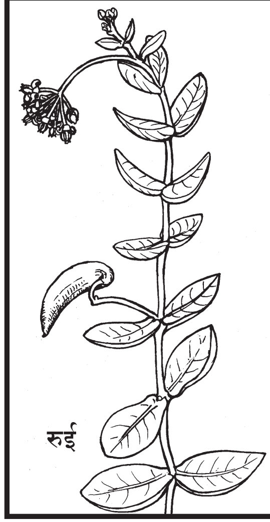
१. सजीवांमधील पाणी १ अ – १ ई साठी जोडतात, १ उ – १ ऊसाठी जोडतात

मुलांनी अनेक प्रकारची फुले व पाने आणली होती. वर्ग सुरू होण्यापूर्वी फुलापानांचा एक संच वर्गाबाहेर सूर्यप्रकाशात ठेवला व वेगवेगळ्या प्रकारची पाने वेगवेगळ्या प्लॅस्टिकच्या पिशवीत बांधली.
चर्चेला सुरुवात करण्यापूर्वी मी दोन मुलांना काकडी व वांग्याचे तुकडे करायला सांगितले. वर्गात मुलांना सुरी हाताळण्यास देणे मला योग्य वाटले नाही म्हणून कापण्याचे काम पाठ्यपुस्तकात दाखविल्याप्रमाणे मुलांनी चमचे वापरूनच केले. (स्टीलच्या पातळ पत्र्यापासून बनणारे स्वस्तातील चमचे वापरल्यास चांगले)

मुलांची निरीक्षणे

वनस्पती पाणी मुळाद्वारे घेतात याची मी आठवण करून दिली व विचारले, हे पाणी कोठे जाते ? हे वनस्पतीच्या बाहेर जाते का ? की वनस्पतीच्या आतच राहते ? राहत असेल तर कोणत्या भागात ? यात (या भागात) पाणी आहे का ? मुले म्हणाली की मुळांमध्ये पाणी असलेच पाहिजे कारण मुळेच मातीतून पाणी शोषून घेतात. एका मुलाने या मुद्याला हरकत घेतली. तो म्हणाला की मुळे तर कोरडी दिसतात.
या क्षणी एक मुलगा उठला व उत्तेजित स्वरात म्हणाला 'तुम्ही मुळांमधून पाणी मिळवू शकता जर एखादे छोटे झाड उपटले त्याची मुळे फडक्यात गुंडाळली व दगडाने चेचली तर फडके ओले होते.' या उत्तराने सर्वच आश्चर्यचकीत झाले. कारण हा मुलगा तरतरीत होता पण वर्गात क्वचितच बोलत असे. तो अनुभवाने बोलत होता हे स्पष्ट होते. नंतर अनेक मुलांनी यात भर घातली की खोड, पाने, फुले या वनस्पतींच्या भागातही पाणी असते. त्यांना चुरडल्यास चिकट द्रवपदार्थ मिळतो. आम्ही अशी कल्पना केली की यात पाणी व त्यात विरघळलेल्या अवस्थेतील काही पदार्थ असावेत.

अ. झाडाचे पान किंवा फुलाची एक पाकळी खुडा. बोटांनी ती चुरगळा. काय दिसलं? काय जाणवलं? पानांमध्ये आणि पाकळीमध्ये पाणी असेल? तुम्हाला काय वाटतं? (कृतीपुस्तक पान ९३)

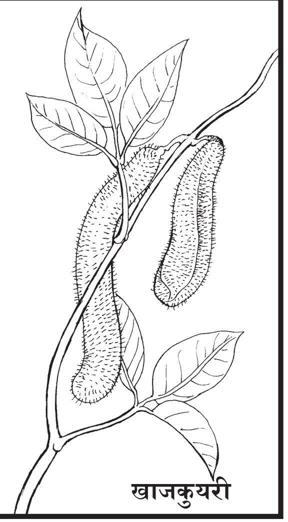


रुई

सांभाळा!

फुले किंवा पाने अतिशय काळजीपूर्वक तोडा. पाने, फुले तोडताना तशी आणखी भरपूर पाने, फुले झाडावर आहेत याची खात्री करून घ्या. बागेची नासाडी करू नका किंवा एखादे झाड मारू नका.

अनोळखी जंगली वनस्पती किंवा फुले तोडू नका. त्यापैकी काही वनस्पती अपायकारकही असू शकतील. रूईच्या झाडातून,पानांतून येणारा रस विषारी असतो. खाजकुयरीच्या पानांना स्पर्श केला की खाज सुटते.



खाजकुयरी

चुरडण्याच्या कृतीसाठी बागेतील व खाण्यायोग्य वनस्पती चांगली उपयोगी पडतात. अनोळखी वनस्पती हाताळताना जागरुक राहणे आवश्यक आहे. रुईच्या झाडाचा चीक विषारी असतो. खाजकुयरी ही वर्षातून एकदा फळणारी वनस्पती आहे. ह्या वेलीला लांब, बाकदार शेंगा येतात व खारीच्या शेपटीसारख्या दिसतात. या शेंगावरच्या तंतूंचा स्पर्श त्वचेला झाला तर प्रचंड प्रमाणात खाज येते. यातील बिया विषारी असल्या तरी औषधी म्हणून अमूल्य आहेत. भारतीय खाजकुयरीवरील केसांमुळेही खाज सुटते.

वर्गातील अनुभव

ही कृती गटाने मिळून केली. पानं अथवा फुलाचा छोटा तुकडा त्यातील पाण्याचे प्रमाण तपासण्यासाठी पुरेसा होता. सदाफुली किंवा जास्वंदीची पाने किंवा पालक, कोथिंबीर अशा भाज्यांची पाने अशा मऊ पानांमधून खूप पाणी बाहेर आले. पण चाफा, थुजा अशा वनस्पतींची पाने जाड व कठीण असतात ती चिरडल्यावर फारच थोडे पाणी बाहेर आले. शुल्क झुडपांवरील फुलांपेक्षा मऊ मुलायम पाकळ्यांमधून उदा. गुलाबातून जास्त पाणी बाहेर पडले. मजेची गोष्ट अशी की आपल्याप्रमाणेच गायी किंवा सुरवंट हेही मऊ व रसदार पानेच पसंत करतात.

आ. वांग्याचा किंवा काकडीचा आतला गर चमच्याने काढा आणि एक खाच तयार करा. या खाचेमध्ये चिमूटभर मीठ चोळून लावा. १० मिनिटांनी पुन्हा निरीक्षण करा. काय दिसले? काही तासांनंतर पुन्हा बघा.

मुलांची निरीक्षणे

काकडीवर मीठ टाकले की तिला पाणी सुटतं हे मुलांना माहीत होतं. पण हे पाणी येतं कोठून याचा त्यांनी विचार केला नव्हता. काहींना सांगितले की ते हवेतून येत असेल जसे शीतपेयाच्या बाटलीच्या बाह्यभागावर दिसतं. काही म्हणाली की साधे मीठ हवेत उघडे ठेवले तरी ओलसर होते. म्हणून आम्ही हे करून पाहिले. पण तासाच्या शेवटी मीठ जसच्या तसं कोरडं होतं. (मीठातील अशुद्धी काही वेळा हवेतील पाणी शोषून घेतात म्हणून समुद्राच्या पाण्यापासून बनवलेले मीठ खूप काळ उघडे राहिले तर ओले होते.) नंतर एका मुलाने सांगितले की काकडी किंवा मुळा कापल्यावर सुरी ओली होते म्हणजे हे पाणी भाजीमध्येच असले पाहिजे. तासाच्या अखेरी सर्व मुलांच्या काकडीतील खाच पाण्याने जवळजवळ अर्धी भरली व दुसऱ्या दिवशी तर पूर्ण भरली. एका मुलाने सुचवले की आपण काही भाज्यांवर मीठ घालून पाहू या, ज्या फारश्या पाणीदार दिसत नाहीत. उदा. फरसबी व इतर वेगवेगळी पाने व फुले यांच्यावर, त्यांनी हे घरी करून पाहिले. पालेभाज्यांवर मीठ चोळले असता काही मिनिटांनंतर पाण्याचे थेंब दिसले. (साखरेमुळे असा परिणाम दिसत नाही.) ज्या इतर भाज्या व पानांवर वरवर पाहता तेलकट किंवा मेणचट थर असतो त्यांनी फारसे पाणी बाहेर टाकले नाही.

आपण जे अन्न खातो त्यात प्रामुख्याने पाणी असते. काही नेहमीच्या अन्नघटकातील अंदाजे पाण्याचे प्रमाण खाली दिले आहे. पालकातील पाण्याचे प्रमाण दूधापेक्षाही जास्त असते हे लक्षात घ्या. ज्यात आपण शिजताना जास्त पाणी घालतो त्या अन्नघटकात पाण्याचे प्रमाण कमी असते.

अन्नघटक	आर्द्रतेची टक्केवारी (वजनातील)	अन्नघटक	आर्द्रतेची टक्केवारी (वजनातील)
पालक	९२.१	गव्हाचे पीठ	१२.२
गाईचे दूध	८७.५	जिरे	११.९
कांदा	८६.८	तूरडाळ	९.९
गाजर	८६.०	शेंगदाणे	७.९
केळं	७३.४	भाजलेले शेंगदाणे	४.०
तांदूळ	१३.५		

इ. नुकतीच खुडलेली फुले आणि काही पाने उन्हामध्ये काही तास ठेवा आणि नंतर त्यांचे निरीक्षण करा. ती कशी दिसतात? ती आता वेगळी का दिसत असतील?

वर्गातील अनुभव

उन्हात ठेवलेली फुले व पाने सुरकुतलेली दिसली व चुरल्यावर त्यातून कमी पाणी बाहेर आले. मी मुलांना विचारले की यांच्या वजनात काही फरक पडला असेल का ?

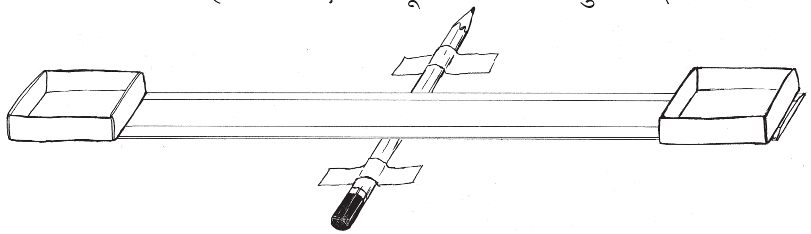
ई. एका झाडाच्या काही पानांभोवती एक प्लास्टिकची पिशवी गुंडाळून ठेवा. दोरीने तिचे तोंड बांधा. काही तासांनंतर तिचे निरीक्षण करा.

वर्गातील अनुभव

या कृतीतून सजीव वनस्पतीतूनही सातत्याने पाणी बाहेर टाकले जाते हे लक्षात आले. तास संपेपर्यंत पिशव्यांमध्ये थोडे पाणी जमा झाले तर दिवसअखेर खूप पाणी जमा झाले होते. गंमतीची गोष्ट अशी की चाफा व थुजा यांची पाने जाड असून चुरगळल्यावर त्यातून फारसे पाणी येत नाही अशा वनस्पतींनी सर्वात जास्त पाणी गोळा केले. कॅक्टस्ला बांधलेली पिशवी कोरडी होती. दोन दिवसानंतरही या पिशवीत थेंबबरही पाणी दिसले नाही. काही झाडांच्या पिशव्या आम्ही रात्रभर तशाच ठेवल्या तेव्हा आम्हाला असे आढळले की रात्री जमा झालेले पाणी दिवसा जमा झालेल्या पाण्यापेक्षा कमी होते.

पानांवर असलेल्या छिद्रातून ज्यांना पर्णरंध्रे म्हणतात त्यातून पाण्याची वाफ बाहेर पडते. ही पर्णरंध्रे रात्री बंद असल्यामुळे खूप कमी पाणी बाहेर सोडले जाते. सदाहरीत जंगलातील झाडांची पाने रुंद व मोठी असतात व पर्णरंध्रांची संख्याही जास्त असते. त्यामुळे ती खूप पाणी बाहेर टाकतात. ज्या भागात पाण्याची कमतरता असते तेथील वनस्पतींची पाने छोटी असतात. काटे हीच कॅक्टस्ची पाने आहेत. त्यामुळे ती खूप कमी पाणी बाहेर टाकतात. जास्त पाण्याच्या भागातील कॅक्टस्ना रुंद पाने येतात. यामुळे त्यांना जास्तीचे पाणी बाहेर टाकता येते.

उ. आपण मागच्या वर्षी तयार केला होता तसा एक तराजू तयार करा. पापु पान ५८



दोन सारखी फुले तोडून आणा. तराजूच्या दोन्ही भांड्यांमध्ये ती ठेवा. त्या दोघांचेही वजन सारखे करण्यासाठी जे फूल जड असेल त्याच्या देठाचा थोडा भाग कापा.

आता एक फूल, त्याचा देठ पाण्यात राहिल अशा रितीने ग्लासमध्ये ठेवा आणि दुसरे फूल पाण्याच्या बाहेर ठेवा. दुसऱ्या दिवशी पाण्यात ठेवलेल्या फुलाच्या देठावरील पाणी पुसा. दोन्ही फुले तराजूच्या दोन पारड्यांमध्ये ठेवा. आता त्यांचे वजन सारखे आहे का? हा फरक कशामुळे पडला असेल?

आता तराजूच्या दोन्ही बाजू समतोल होण्यासाठी कमी वजनाच्या बाजूमध्ये ड्रॉपरने हलक्या हातांनी पाण्याचे थेंब घाला. एका दिवसात फुलातून किती पाणी बाहेर टाकले गेले याचा अंदाज तुम्हाला आता करता येईल का? (कृतीपुस्तक पान ९४)

निरीक्षण व स्पष्टीकरण

या प्रयोगातून असे आढळले की कोरड्या फुलाचे वजन पाण्यात ठेवलेल्या फुलापेक्षा कमी आहे. दोन्ही फुलांचे वजन समान होण्यासाठी आठ थेंब पाणी कोरड्या फुलात घालावे लागले. यावरून कोरड्या फुलांमधून किती पाणी निघून गेले असावे याची आम्हाला साधारण कल्पना आली.

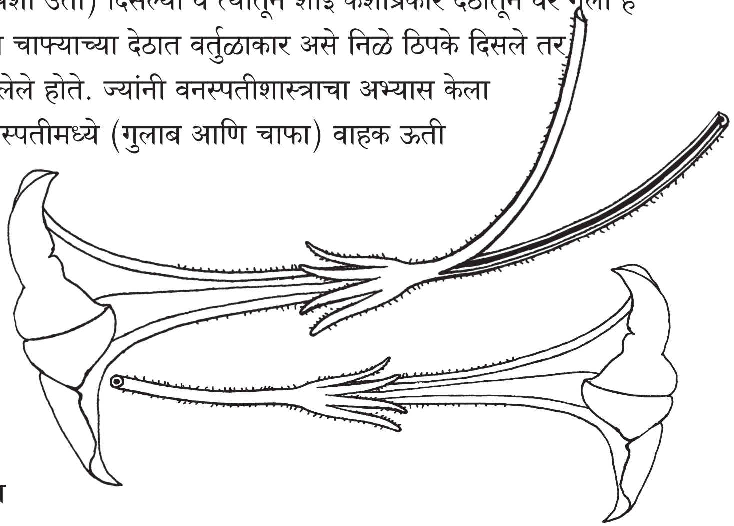
पण या निष्कर्षाबाबत काही शंका होत्या. त्या दुसऱ्या फुलातूनही थोडे पाणी बाहेर टाकले गेलेच असेल ज्याची भरपाई देठातून शोषल्या गेलेल्या पाण्याने झाली. ते फुल ताजे असताना जसे दिसत होते तसेच दिसत राहिल्याने आम्ही असे गृहीत धरले (आम्हाला खात्री नव्हतीच) की बाहेर टाकले गेलेले पाणी व शोषलेले पाणी यांची बेरीज शून्य आहे व यामुळेच आम्ही असा निष्कर्ष काढू शकलो की वाळण्याच्या प्रक्रियेत आठ थेंब पाणी बाहेर टाकले गेले. खात्रीशीर निष्कर्शासाठी आम्हाला फुलांचे प्रयोगापूर्वी व नंतर अचुक वजनकाट्याने वजन घेणे आवश्यक होते.

माझ्या मनात इतरही काही प्रश्न होते जे मी वर्गात उपस्थित केले नाहीत. वाळण्याच्या प्रक्रियेत नक्कीच काही भौतिक व रासायनिक बदल घडून येत असणार - फुलांचे रंग व वास बदलतात. वजनातील तूट केवळ पाण्याच्या ऱ्हासामुळे येत असेल का ? असा मला प्रश्न पडला.

ऊ. चार-पाच चमचे भरून शाई एका ग्लासमध्ये ओता. त्यात तेवढेच पाणी सुद्धा घाला.
एखादे देठ असलेले पांढरे किंवा फिकट रंगाचे फूल घ्या. फुलाचा देठ त्या मिश्रणात ठेवा. तासाभरानंतर त्या फुलाचे निरीक्षण करा.
आता फुलाचा देठ आडवा कापा किंवा त्याला उभी चीर द्या. देठातून शाई फुलापर्यंत कशी गेली हे बघा.
(कृतीपुस्तक पान ९४)

वर्गातील अनुभव

आम्ही हा प्रयोग करण्यासाठी पाण्यात विरघळणारी निळी शाई वापरली. आधी मी न विरघळणारी शाई वापरली व ती उपयोगी नाही असे माझ्या लक्षात आले. शाई व पाणी समप्रमाणात घेतल्याने प्रयोग चांगला झाला. द्रावण फारच फिकट झाले तर रंग दिसणे अवघड झाले असते.
आम्ही तीन प्रकारची फुले (गुलाब, सोनटक्का, चाफा) शाईच्या द्रावणात दिवसाच्या सुरुवातीला ठेवली. यानंतर मुले त्यांच्या वेगळ्या कामाला लागली. गुलाबाच्या फुलात आम्हाला सव्वा तासानी रंग दिसला सोनटक्क्याला पावणेदोन तर चाफ्याला दोन तास लागले.
आम्ही देठ उभा व आडवा असा दोन्हीप्रकारे कापून पाहिला. (खाली दाखविल्याप्रमाणे. उभ्या छेदामध्ये देठाजवळून जाणाऱ्या बारीक निळ्या रेषा (श्रशा उती) दिसल्या व त्यातून शाई कशाप्रकारे देठातून वर गेली हे दिसत होते. आडव्या छेदामध्ये गुलाबाच्या व चाफ्याच्या देठात वर्तुळाकार असे निळे ठिपके दिसले तर सोनटक्क्याच्या देठात ते ठिपके कसेही पसरलेले होते. ज्यांनी वनस्पतीशास्त्राचा अभ्यास केला आहे त्यांना आठवतच असेल की, द्विदल वनस्पतीमध्ये (गुलाब आणि चाफा) वाहक ऊती असणाऱ्या वाहिन्यांची रचना चक्राकार असते तर एकदल वनस्पतींमध्ये (सोनटक्का) या ऊती देठामध्ये विखुरलेल्या असतात.
चौथ्या इयत्तेत मुलांना एवढे सांगणे पुरेसे आहे की जमिनीतील पाणी व क्षार वनस्पतीच्या वेगवेगळ्या भागांना नळ्यांमधून पोहोचविले जातात व या नळ्या आपल्या शरीरातील रक्तवाहिन्यांसारख्या असतात.



ए. प्राण्यांच्या शरीरात पाणी असतं असं तुम्हाला वाटतं का? काही अनुभव आठवून तुमचे म्हणणे स्पष्ट करून सांगा. (कृतीपुस्तक पान ९४)

जिवंत व मेलेल्या प्राण्यांच्या निरीक्षणावरून त्यांच्यात द्रवरूप पदार्थ असतात हे सहज लक्षात येते. यावरून हे पाणीच आहे असा अंदाज आपण करू शकतो.

२. **पाणी आपल्या शरीराच्या आतले!** (१ तास, पापु पान ५९, कृपु पान ९५)

अ. एखादा आरसा, खिडकीची काच किंवा काचेच्या तुकड्याच्या अगदी जवळ तुमचे तोंड न्या. आता हलकेच तोंडाने श्वास बाहेर सोडा. काचेवर काय दिसले?

थंडीच्या दिवसात कधी कधी तुम्हाला श्वासाबरोबर धुक्यासारखे पाण्याचे कण दिसतील. हे पाणी कुठून आलं?

वर्गातील अनुभव

उच्छवासातील वाफेचा अनुभव जवळजवळ सर्वच मुलांना होता. चष्म्याच्या काचा तोंडातील वाफेने स्वच्छ करतात हे त्यांना माहीत होते. थंड हवेत आपल्या उच्छवासातील वाफेचे पाण्याच्या छोट्या थेंबात रूपांतर होऊन छोटा ढगच बनतो. थंड काचेच्या पृष्ठभागावर पाण्याचे थेंब स्पष्टपणे दिसतात.

आ. तुमच्या हाताला एक कोरडी प्लास्टिकची पिशवी हलकेच बांधा. १० मिनिटांनी ती काढा. पिशवीत तुम्हांला काय दिसलं? (कृतीपुस्तक पान ९५)

वर्गातील अनुभव

हा प्रयोग अगदी चित्तवेधक आणि आश्चर्यकारक ठरला. पाचच मिनिटात पिशवीच्या आतील पृष्ठभागावर पाण्याचे थेंब जमा झालेले मला दिसले. त्या दिवशीचे तापमान व आर्द्रता यानुसार थेंब दिसण्यासाठी थोडा कमी किंवा जास्त वेळ लागू शकतो.

जिवंत पेशीच्या वजनाच्या ७०-९०% भाग पाणी असते. वनस्पती आणि प्राण्यांच्या पेशी पाण्याचे प्रमाण जास्त असणाऱ्या द्रवामध्ये बुडलेल्या असतात. वेगवेगळ्या प्रकारच्या उतींसाठी (पेशींचा समूह) हे प्रमाण बदलतं परंतू हाडांमध्येही जवळजवळ ३०% पाणी असते. विविध प्रकारच्या कामांसाठी वेगवेगळ्या प्रकारच्या शेकडो, हजारो रेणूंच्या पेशीअंतर्गत व पेशीदरम्यान होणाऱ्या प्रवासातून आपले शरीरे कार्य करीत असतात. पचन झालेले अन्न, क्षार, कार्बनडायऑक्साईड व इतर कार्बनी संयुगांचे रेणू पाण्यात विरघळतात व आपल्या शरीराच्या विविध भागांकडे वाहून नेले जातात. आपण जर खूप जास्त किंवा खूप कमी पाणी प्यालो तर

ही रसायने एकतर खूपच विरल किंवा खूपच तीव्र होतात. मूत्राचे प्रमाण कमी अधिक करून आपले शरीर या परिस्थितीशी जुळवून घेते. साधारणतः आपण जेवढे पाणी पितो तेवढेच पाणी शरीराबाहेर टाकतो खूप उन्हाळ्याच्या दिवशी, ताप किंवा जुलाब झाल्यावर आपल्याला जास्तीचा ऱ्हास भरून काढण्यासाठी खूप पाणी (क्षारांसह) प्यावे लागते फार घाम येत नसेल तेव्हा आपले पाण्याचे दैनंदिन अंतःग्रहण पुढे दिले आहे.

पाण्याचे अंतःग्रहण

१५०० मिली पिणे

३०० मिली अन्नपदार्थातील पाणी

७०० मिली अन्नपदार्थाच्या विघटनातून

बाहेर टाकले जाणारे पाणी

१४०० मिली मूत्र

१०० मिली शौचातील पाणी

९०० मिली फुफ्फुसाद्वारे (उच्छ्वासाद्वारे) व त्वचेद्वारे बाहेर टाकले जाणारे पाणी

चालवा डोकं!

सर्व सजीवांच्या शरीरामध्ये पाणी असते. जगण्यासाठी त्यांना पाण्याची गरज असते. पण सगळे सजीव पाणी पीत नाहीत. मुंग्या पाणी पीत नाहीत. धान्यामधले पोरकिडेसुद्धा पाणी पीत नाहीत. त्यांना पाणी कुठून मिळत असेल?

काही किटक हे फुलातील मधासारख्या द्रवरूप अन्नावर (फुलपाखरे, पतंग), तसेच रक्त शोषून जगतात (डास, ढेकूण, पिसवा, उवा, इत्यादी). पण अनेक किटक वरवर पाहता कोरडे अन्न खातात अशांनाही त्यांच्या अन्नातून काही प्रमाणात पाणी मिळतेच. कोरड्या धान्यातही त्यांच्या वजनाच्या १०% पाणी असते. त्यांच्या शरीरातील अन्नाच्या रेणूंचे चयापचयाच्या क्रियेत विघटन होते व त्यातूनही त्यांना पाणी मिळते. जेव्हा त्यांच्या शरीरातील पेशींमध्ये पिष्ट, प्रथिने व स्निग्ध पदार्थांचे विघटन होते तेव्हा पाणी मुक्त होते.

कृतीचा हेतू ३ व ४ या कृतींच्या माध्यमातून मुलांना खूप नवीन माहिती चित्रांच्या स्वरूपात किंवा क्षेत्रभेटीद्वारा मिळते. चित्रांचा हेतू प्रामुख्याने मुलांमध्ये कुतूहल जागृत करणे, काही सर्वसामान्य मुद्दे सांगणे व पुढील अध्ययनासाठी पार्श्वभूमी तयार करणे हा असतो. (उद्दिष्टे पृष्ठ १५४ वर पाहा. विशेषत्वाने ३.४, ३.५, ३.६)

कृती व चित्रांच्या आधारे मुलांनी गोडे पाणी, खारे पाणी यांची क्षेत्रे व जेथे पाणी कमी असते व विशिष्ट गुणधर्माचे सजीव आढळतात अशा जागा काढायला हव्यात. कमी किंवा जास्त पाण्यात जगता यावे यासाठी मदतरूप ठरणाऱ्या काही अनुकुलनांचा जाता जाता उल्लेख केला आहे (तुम्हाला माहीत आहे का ?) पुढच्या इयत्तांमध्ये मुले तापमान, जमिनीची स्थिती यांसारखे इतर घटक, काही विशिष्ट अनुकूलता व त्यांचे उत्क्रांतीमधील स्थान याविषयी अधिक माहिती मिळवतील. पण सध्यापुरता मुख्य हेतू असा की त्यांनी विविध प्रकारच्या पर्यावरणातील सजीवांच्या विविधतेचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करावे.

जमिनीचा जो भाग नेहमी किंवा बहुतेक वेळा उथळ पाण्याने आच्छादलेला असतो त्याला दलदलद म्हणतात. अशा जागांची उदाहरणे म्हणजे पाणथळ, नद्यांची पाणलोट क्षेत्रे, तळी, तलाव यांच्या आजूबाजूचे क्षेत्र, खाजणे व खाड्या. त्यांच्यात गोडे अथवा खारे पाणी असते अशा जागी अनेक असाधारण प्राणी व वनस्पती आढळतात. पाणथळी वनस्पती जमिनीची धूप रोखतात. पाण्यामधील प्रदूषके शोषून घेतात व पाण्यात पोषकद्रव्यांची भर घालतात. पाण्याच्या इतर मोठ्या साठ्यांप्रमाणेच पाणथळींमुळे हवामानामध्ये स्थिरता येते व वातावरणातील कार्बनडायऑक्साईड शोषला जातो. ह्यांच्यामुळे किनारी प्रदेशांचे वादळ, चक्रीवादळ यापासून संरक्षण होते. आपल्या देशातील अनेक पाणथळींचे अस्तित्व शहरीकरणामुळे धोक्यात येत आहे पण नुकत्याच आलेल्या वादळातील विध्वंसामुळे किनारी प्रदेशातील पाणथळींच्या महत्त्वाविषयी लोकांची जागरुकता वाढीस लागली आहे.

३. **पाण्यातले सर्व सजीव!** (२ तास + क्षेत्रभेट / निरीक्षणे; पापु पान ५९)

क्षेत्रभेट क्षेत्रभेटीचे पुढील वर्णन डॉ. कॅरेन हायडॉक यांच्या अनुभवावर आधारित आहे.

जलीय वनस्पती व प्राणी हे कोरड्या जागीही पावसाळ्यामध्ये दिसू शकतात. ही क्षेत्रभेट शाळेजवळील एका दलदलीच्या जागी होती. मुले रिकाम्या बाटल्या घेऊन तयारीने आली होती. बाहेर जाण्यापूर्वी मी पुढील सूचना दिल्या. (१) डबकी असलेल्या दलदलीच्या जागी कोणत्या प्रकारच्या वनस्पती, प्राणी तुम्हाला अपेक्षित आहेत

त्याची यादी (कृती पुस्तिकेत) करा. (२) तिथे गेल्यानंतर या यादीत भर घाला किंवा खोडून टाका. (३) आपण ४५ मिनिटे बाहेर असणार आहोत त्यामुळे चित्र काढणे, नावे देणे, जे दिसेल ते लिहून काढणे या कामांना लगेच सुरुवात करा. (४) जर तुम्हांला कोणत्या गोष्टीचे नाव माहीत नसेल तर वर्णन करा. (५) तुमच्या कामाचे मूल्यांकन केले जाईल. ज्यांनी जास्त चित्रे, रेखाटने, वर्णने केली असतात व आपली निरीक्षणे काटेकोरपणे नोंदवली असतील त्यांना अधिक गुण मिळतील. (६) सर्वात शेवटी विविध ठिकाणच्या पाण्याचे नमुने. त्यातील वस्पतींसकट - बाटल्यांमध्ये गोळा करा. (७) परत आल्यानंतर ताबडतोब हात व बाटलीची बाहेरील बाजू स्वच्छ धुवा.

मी मुलांना आवर्जून विचारले की तुम्ही कोणती काळजी घ्याल ? त्यांनी सांगितले की त्यांनी एकत्र राहायला हवे, शिस्त पाळायला हवी, मोठ्या वाढलेल्या गवतापासून जपून राहायला हवे कारण त्यात साप व इतर छोटे प्राणी असू शकतात, कुत्र्यांपासून सावध राहावे, पाण्यात पडणार नाही याची काळजी घ्यावी इ. (मुख्य मुद्दे मी फळ्यावर लिहिले.)

नंतर माझ्या लक्षात आलं की या शहरी उच्च मध्यमवर्गीय मुलांच्या गटासाठी चिखलात धावू नका ह्या सूचनेची गरजच नव्हती. जवळजवळ सर्वच मुले कोठेही जाणे, कशालाही स्पर्श करणे याला घाबरूनच होती. त्यापैकी अनेकांना बघत राहा अशी सूचना सारखीच द्यावी लागत होती. मला सारखे फिरत राहून प्रश्न विचारणे, निरीक्षण व रेखाटने अधिक काळजीपूर्वक करण्याची आठवण करणे हे करावे लागत होते. आमच्यापैकी कोणालाच त्यातील गोष्टींची नावे माहीत नव्हती आणि हे ठीकच होते. कारण जर मला किंवा दुसऱ्या शिक्षकाला नावे माहीत असती तर मुले निरीक्षणांपेक्षा नावे उतरवून घेण्यातच मग्न झाली असती.

पाण्याखालील वनस्पती या प्रामुख्याने शैवाले (२ ते ३ प्रकारची) होती आणि काही सूक्ष्म वनस्पती पाण्यावर तरंगत होत्या, (त्यांना तीन गोल पाने होती त्यांचा व्यास अंदाजे २ मिमी. होता व १-२ सेंमी लांबीची मुळे खाली लटकत होती.) काही अर्धवट पाण्यात बुडलेल्या वनस्पती म्हणजे गवताचे वेगवेगळे प्रकार, बोरू एक दोन सपुष्प वनस्पती, इत्यादी.

प्राण्यांमध्ये तीन प्रकारचे पतंग, फुलपाखरे, काहीतरी जो मासा किंवा बेडूक मासा असावा किंवा कोणत्यातरी प्रकारचा जलीय किटक, डासांच्या अळ्या, पाण्याच्या पृष्ठभागावर फिरणारे वेगवेगळे किटक, काही प्रकारची अंडी, इत्यादी.

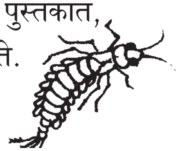
पाणी, वनस्पती आणि प्राण्यांची मुलांनी काढलेली चित्रे

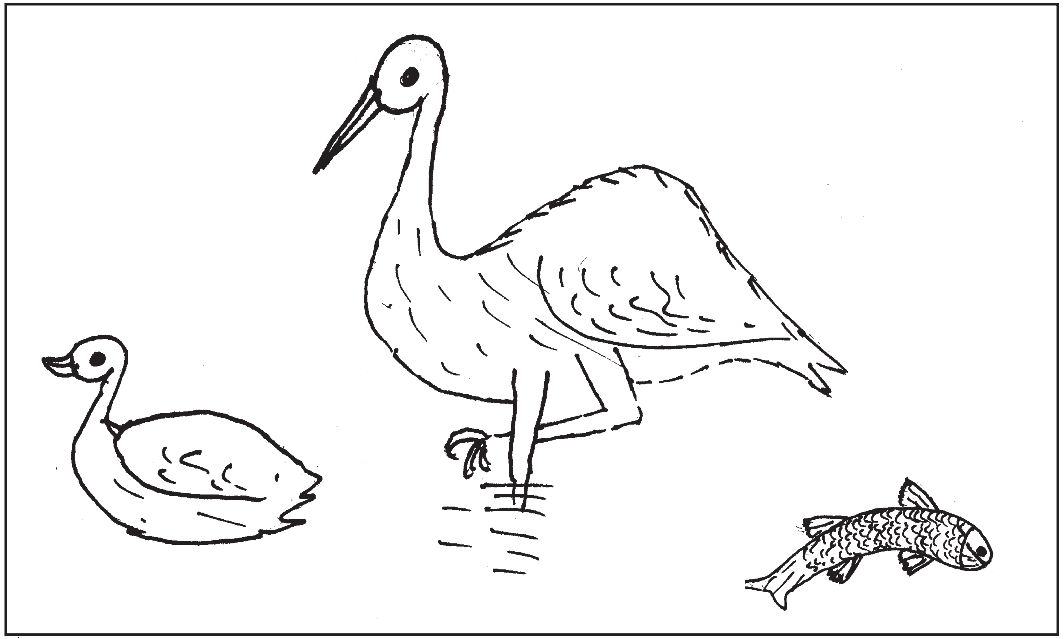
खाली अ व ब मध्ये काही सामान्यपणे आढळणाऱ्या जलीय प्राणी व वनस्पतींची चित्रे दिली आहेत. ही चित्रे ओळख पटवण्यासाठी आहेत. त्यामुळे मुले काढतात तशा अनौपचारिक किंवा त्यांच्या मतानुसार काढलेल्या चित्रांपेक्षा वेगळी आहेत. मुलांनी मात्र चित्र काढताना त्यांच्या स्वतःच्या निरीक्षणावरून काढावी व ही चित्रे जशीच्या तशी उतरवणे टाळावे यासाठी त्यांना उत्तेजना द्यावी.

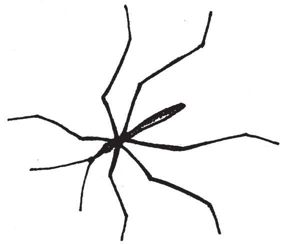
अ. पाण्यात राहणाऱ्या काही प्राण्यांची नावे लिहा.

मुलांची निरीक्षणे

क्षेत्रभेटींतील निरीक्षणांव्यतिरिक्त मुलांनी Waterboatman (पाण्यावर तरंगणारा किटक), छोटे मासे, डासांसारखे उडणारे किटक, बेडूक, पाणकोंबड्या, बदके, खंड्या व बगळा यांसारखे प्राणी व जलपर्णी, मॉस यासारख्या काही वनस्पती पाहिल्या होत्या. या सर्वांसाठी त्यांची स्वतःची अशी नावे होती. पुस्तकात, दूरदर्शनवर त्यांनी पाण्यातील इतर प्राणी उदा. पाणघोडा, देवमासा, शार्क हे ही पाहिले होते.

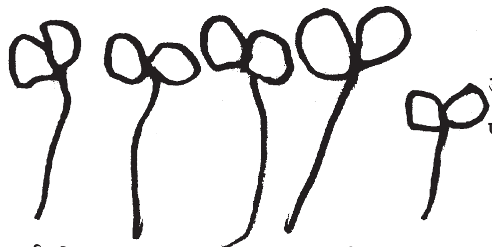






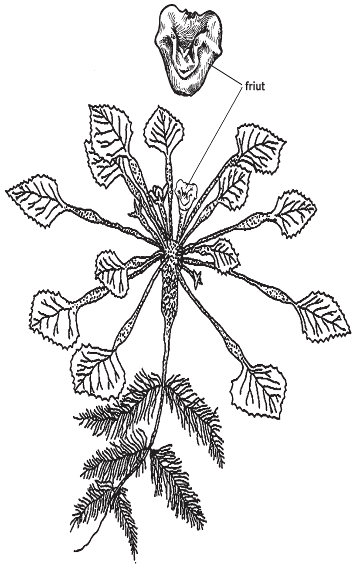
आ. पाण्यात वाढणाऱ्या वनस्पती शोधा. पूर्णपणे पाण्याखाली असणारी एखादी वनस्पती आणि काही भाग पाण्याखाली, काही भाग पाण्याच्या वर असणारी एखादी वनस्पती शोधण्याचा प्रयत्न करा.

तुम्हाला सापडलेल्या वनस्पतींचे वर्णन करा आणि त्यांची चित्रे काढा. या वनस्पतींची नावे शोधण्याचा प्रयत्न करा. (कृतीपुस्तक पान ९५-९६)



अशाप्रकारच्या हजारो वनस्पती डबक्यातील पाण्यावर तरंगत होत्या.

शिंगाडा



पूर्णपणे पाण्यात राहणाऱ्या वनस्पती.
शैवाल ही साधी वनस्पती आहे. अतीसूक्ष्म एकपेशीय जलचर वनस्पती पासून ते वर्षभरात ६० मी. उंच वाढणारे समुद्रशैवाल इतका या वनस्पतींचा आवाका असतो. पाण्याखाली तर जास्त गुंतागुंतीची रचना असणाऱ्या वनस्पतीसुद्धा आढळतात. बरेचदा त्यांना डबक्यातील तण असंच संबोधलं जातं.
अंशतः पाण्यावर तरंगणाऱ्या वनस्पती
शिंगाडा, जलपर्णी या सामान्यपणे सर्वत्र आढळणाऱ्या जलवनस्पतीला तरंगणारी पाने असतात व मुळे पाण्यामध्ये लटकती राहतात (काही प्रकार मात्र तळाच्या मातीत रुतलेले असतात) पानाच्या तळाशी असलेल्या स्पंजासारख्या फुग्यामुळे पाने सहजपणे तरंगतात. ही वनस्पती तिला येणाऱ्या सुंदर जांभळ्या रंगाच्या फुलांमुळे १९व्या शतकात भारतात आणण्यात आली. खूप उशिरा लोकांच्या हे लक्षात आले की ही अती वेगाने वाढते व लवकरच नदी अथवा तळ्याचा खूप मोठा भाग व्यापून टाकते.
काही वनस्पती मात्र पाण्याची पातळी जास्त असेल तरच तरंगतात पण पाणी कमी झाले तर ओल्या मातीत रुतून बसतात. काही वेळा एकाच वनस्पतीला तरंगणारी व पूर्णपणे पाण्यात बुडलेली अशी दोन प्रकारची पाने असतात.

मुळे मातीत रुतलेली व वरचा भाग पाण्याच्या वर असतो अशा वनस्पती - कमळे, जलकमळे, खारफुटी

इ. पाण्यातले छोटे सजीव शोधा. एका काचेच्या बरणीमध्ये एखाद्या तलाव, डबकं किंवा नदीच्या काठाजवळचं पाणी भरा. या पाण्यामध्ये काही वनस्पती व जीव-जंतू असतीलच. या सजीवांचं निरीक्षण करा, वर्णन करा आणि तुम्हाला काय दिसलं त्यांची कृतीपुस्तकातील पान ९६ वर चित्रे काढा. भिंग असेल तर त्यामधून निरीक्षण करा. अस्वच्छ पाणी हाताळून झाल्यानंतर हात स्वच्छ धुवा.

वेगवेगळ्या ठिकाणांहून साठवलेले पाणी गोळा करा आणि त्यांतील सजीवांची तुलना करा.

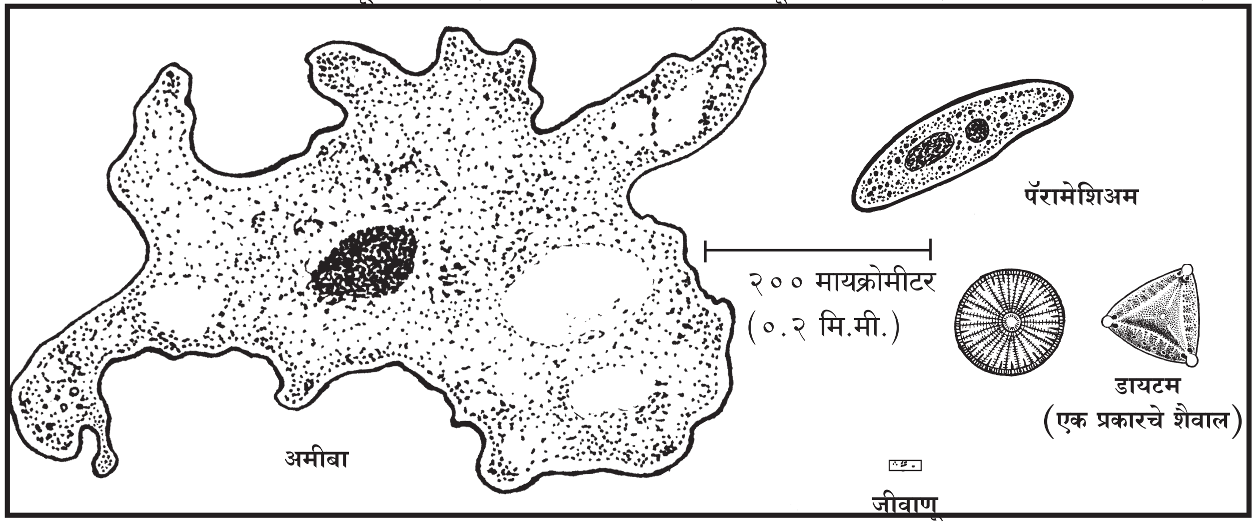
हे पाणी एक आठवडाभर तसेच ठेवा. रोज त्याचे निरीक्षण करा आणि होणाऱ्या बदलांच्या नोंदी ठेवा. (कृतीपुस्तक पान ९७)

क्षेत्रभेटीचा अहवाल पृष्ठे २०२ - २०३ वर पाहा.

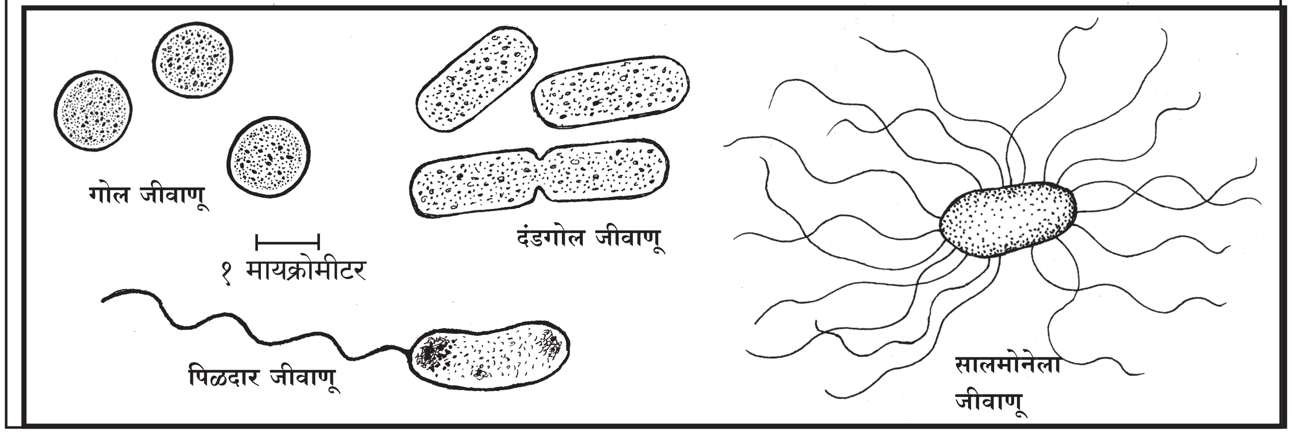
याचे निष्कर्श, या प्रकरणाच्या सुरुवातीच्या गोष्टीतील मिनी व अप्पूच्या गोष्टीतील अनुभवाशी मिळतेजुळते आहेत. डबक्यातील किंवा तळ्याच्या काठावरील पाणी गोळा करणे अधिक उपयोगी राहील. कुजलेली पाने व मृत वनस्पती यांच्या आजूबाजूच्या पाण्यात सूक्ष्मजीव असण्याची शक्यता असते. हे सूक्ष्मजीव नंतर भांड्यांमध्ये द्विगुणीत होतात. दोन दिवसानंतर काचेचा आतील पृष्ठभाग चिकट वाटू शकतो. भांड्याच्या आतील चिकट पदार्थात शैवाल व मॉस सारख्या सूक्ष्म वनस्पती असतात. जर हे पाणी तळ्यातच राहिले असते तर यापैकी बरेचसे मॉस, शैवाल, सूक्ष्मजीव व अळ्या या तळ्यातील मासे व बेडूकमाश्यांसारख्या नैसर्गिक भक्षकांनी खाऊन टाकल्या असत्या.

हीच कृती नळातील पाणी वापरून फारशी यशस्वी होत नाही कारण या पाण्यात विरघळलेल्या क्लोरीनमुळे सूक्ष्मजीवांच्या वाढीला आळा बसतो. कृती ३ ड मध्ये वर्णिल्याप्रमाणे मोठ्या प्रमाणात सूक्ष्मजीव मिळण्यासाठी काही वाळकी अथवा कुजलेली पाने पाण्यात एक आठवडा ठेवावी.

इ. डबक्यातले पाणी तुम्ही सूक्ष्मदर्शिकेखाली पाहिले तर तुम्हाला डोळ्यांना दिसत नाही एवढे बारीक सूक्ष्म सजीव दिसतील. त्यांना **सूक्ष्मजीव** म्हणतात. पाण्यात राहणाऱ्या सूक्ष्मजीवांची काही चित्रे इथे दाखविली आहेत.



वरील चित्रामधील अगदी छोट्या आयतामध्ये दाखवलेल्या जीवाणूचे हे जास्त जवळून काढलेले चित्र



सूक्ष्मजीवांना जगण्यासाठी पाण्याची गरज असते. कोरड्या जागेमध्ये सूक्ष्मजीवांचे प्रमाण अतिशय कमी असते. उन्हामध्ये वस्तू वाळवल्या की सूक्ष्मजीव मरतात.

१७व्या शतकाच्या मध्यावर अ‍ॅटोनी व्हॅन ल्युवेनहॉक या डच कापड व्यापाऱ्याने पाऊस, विहीर, समुद्र व वितळणारे हिम यांच्या पाण्याचा एक थेंब सुक्ष्मदर्शकाखाली पाहिला. त्या सर्वांमध्ये ज्यांना त्याने 'सूक्ष्म प्राणी' असे नाव दिले, ते प्राणी पाहून तो आश्चर्यचकीत झाला. मागील पानाच्या वरच्या भागात दिलेली चित्रे, जी पाठ्यपुस्तकातही पृष्ठ ६० वर दिली आहेत, त्यात काही छोटे सजीव दाखविले आहेत जे शालेय सुक्ष्मदर्शकाखाली दिसण्याची शक्यता आहे. जिवाणू हे यापेक्षाही सूक्ष्म असतात, या चित्रातील छोट्याशा चौकोनात सूक्ष्म टिंबांनी दाखविले आहेत. अनेक प्रकारचे अमिबा, पॅरॅमॅशिअम, डायाटोम जिवाणू ओल्या मातीत, तळ्याच्या पाण्यात व समुद्राच्या पाण्यात सापडतात.

अमिबा - हा एखाद्या रंगहीन पाणीदार जेलीच्या ठिबक्यासारखा दिसतो व सातत्याने हालचाल करतो, आकार बदलत असतो. आत एक गडद ठिपका (केंद्रक) असतो. अमिबा हालचाल करतो म्हणजे त्याचे द्रवरूप शरीर घरंगळते. अमिबा अन्नाभोवती फिरतो. त्याला शरीराने वेढतो व अन्नग्रहण करतो. हा चंचल डायाटोम, अमिबा हा, सर्वसाधारणतः वाहणाऱ्या पाण्याच्या खालच्या बाजूला सापडतो व सूक्ष्म पॅरामेशियम, डायाटोम व जिवाणू अशा सूक्ष्मजीवांवर जगतो. एक प्रकारचा अमिबा (एंटामिना कोली) आपल्या आतड्यात निरुपद्रवी प्रकारे राहतो व अन्नग्रहण करतो तर एंटामिबा हिस्टोलिटीका हा विष्ठेमुळे दुषित झालेल्या पाण्यात असतो. पाण्यामार्फत आतड्यात प्रवेश करतो व जुलाब होतात. अमिबा हा लांबीला साधारणतः अर्धा मिलीमीटर असतो.

पॅरामेशीअम - हा एक चप्पलच्या आकाराचा, वेगाने हालचाल करणारा सूक्ष्मजीव आहे. तो केसांसारख्या रोमकांच्या साहाय्याने पोहतो व रोमकांचा उपयोग त्याला अन्न, उदाहरणार्थ, जिवाणू पकडण्यासाठी होतो.

डायाटोम - एकपेशीय शैवालाचा हा प्रकार आहे व अत्यंत निम्नस्तरीय वनस्पती आहे. पाण्यात असलेल्या शैवालाच्या प्रचंड प्रमाणामुळे समुद्र अथवा तळ्याचे पाणी हिरवे दिसते. मोठ्या शैवालाचे नेहमीचे उदाहरण म्हणजे स्पायरोगायरा. या बुळबुळीत तंतूंचा समूह पाण्यावर तरंगताना दिसतो. इतर वनस्पतींप्रमाणे शैवालही सूर्यप्रकाश व कार्बनडायऑक्साईडच्या मदतीने स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करतात. या प्रक्रियेत त्यांनी निर्माण केलेला ऑक्सिजन सूक्ष्म

बुडबुडणाऱ्या रूपात त्या बुळबुळीत तंतूच्या गुंत्यात अडकलेला दिसतो. शैवाले ही बऱ्याच जलीय प्राण्यांचे अन्न आहेत.

जिवाणू दर्शविलेला चौकोन हा अधिक मोठा करून २०७ क्रमांकाच्या पृष्ठावर खालच्या बाजूस दाखवला आहे. (पा.पु. पृष्ठ ६०) पाण्यात राहणाऱ्या जिवाणूंच्या असंख्य प्रकारांपैकी मानवाच्या दृष्टीने महत्त्वाचे किंवा उपद्रवी जिवाणूच या चित्रात दाखविले आहेत. (आरोग्यावर होणाऱ्या परिणामांसाठी पृष्ठे २३१-२३२ व ३२६-३२७ पाहा.)

स्टॅफिलोकॉकस - हा गोलाकार जिवाणू हवा, धूळ, पाणी व अनेक अन्नपदार्थ उदा. मांस, दूध व अंडी यामध्ये सापडतो. हे जिवाणू असलेले अन्न बराच काळ उबदार तापमानात राहिले तर जिवाणूंची वाढ होते व ते उष्णतेनेही नाश पावणार नाहीत अशा प्रकारची विषारी द्रव्ये निर्माण करतात. हे अन्न खाल्ल्यास पोटात पेटके, उलट्या व गंभीर स्वरूपाच्या आजारात मृत्यूही संभवतो.

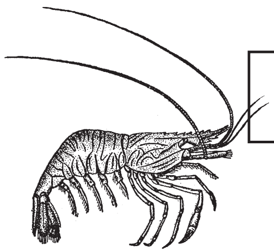
इ. कोली - (इश्चेरिचीया कोलीचे या नावाचे हे छोटे संक्षिप्त रूप आहे) पाणी, अन्न व प्राण्यांच्या शरीरावर आढळणारा हा एक प्रकारचा जिवाणू आहे. मोठ्या आतड्यात राहणाऱ्या जिवाणूंपैकी हा एक सामान्य जिवाणू आहे. (पाठ्यपुस्तकातील प्रकरण १० पृष्ट १००) इ. कोली अन्नपचनास मदत करतात व आपल्याला आवश्यक अशा के जीवनसत्त्व व ब जीवनसत्त्व समूहाची निर्मिती करतात. तरीही इ. कोली जिवाणूंचे काही प्रकार (आपल्या आतड्यात आढळणाऱ्या इ. कोलींपेक्षा (भिन्न) विषारी द्रव्ये निर्माण करतात ज्यांच्यामुळे जुलाब व अंतर्गत रक्तस्त्राव होतो.

कॉलरा जिवाणू - व्हिब्रीओ कॉलरा या जिवाणूंमुळे पाण्यासारखे तीव्र जुलाब होतात.

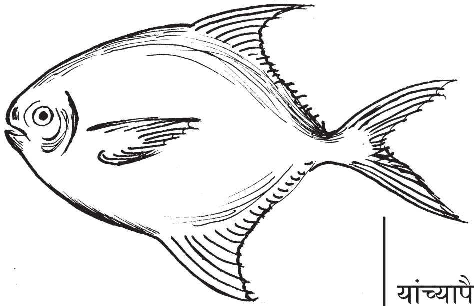
सॅलमोनेला जिवाणू - आतड्यांमध्ये आढळणारा आणखी एक जिवाणूंचा प्रकार जो पाणी व अन्नावाटे पसरतो. काही जाती मानवाला उपद्रवी ठरतात कारण त्यांच्यामुळे हिवताप सदृश्य लक्षणे दिसू लागतात.

४. **काही सजीवांना जास्त पाणी लागते तर काहींना कमी!** पापु पान ६०, कृपु पान ९७

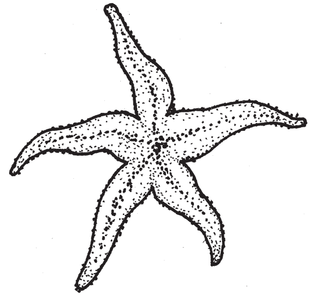
सागरातले सजीव -



कोळंबी / झिंगा - कठीण कवच असणाऱ्या जलचरांपैकी एक म्हणजे कोळंबी / झिंगा : खेकडे, शेवंड (lobster) आणि नदीतील मासे - खारट आणि गोड्या पाण्यातही आढळतात.

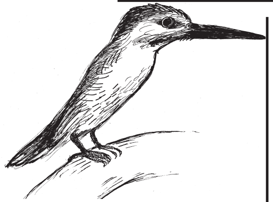


पापलेट - हा सागरी मासा खाण्यासाठी वापरतात. तारामासा हाचांदणीच्या आकाराचा काटेरी प्राणी समुद्रकिनाऱ्याजवळ ओहोटीच्या वेळेस आढळतो. ह्याला पुढची किंवा मागची अशा बाजू नसल्याने न वळता कोणत्याही दिशेने पोहू शकतात.



समुद्र तण - हे एक प्रकारचे सागरी शैवाल आहे. यांच्यापैकी काही जातींचे अन्न, खत किंवा उपयोगी रसायनांचे निष्कर्षण यासाठी संवर्धन करतात. काही समुद्र तणांमध्ये हवेच्या पिशव्या असतात त्यामुळे त्यांना तरंगणे सोपे जाते.

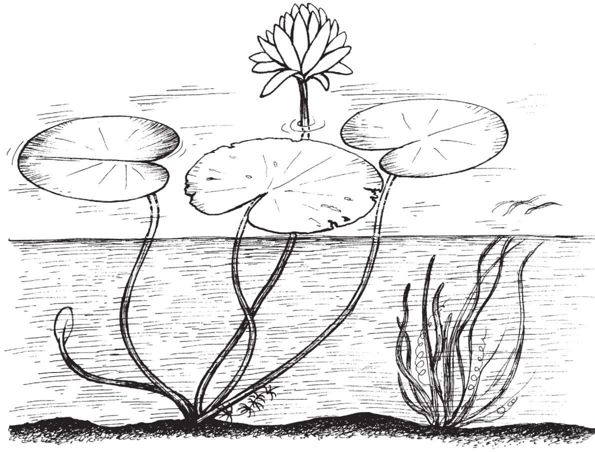
वाहत्या पाण्यातले किंवा डबक्यातले किंवा डबक्याच्या आसपास आढळणारे सजीव



खंड्या- निळसर हिरव्या रंगाचा पक्षी, पोट मातकट रंगाचे, आखूड व जाड शेपटी व लांब तपकिरी चोच. पाण्यावरील फांद्यांवर बसून पाण्यात उत्तम सूर मारतो व छोटे मासे, छोटे बेडूक व किटक पकडतो.

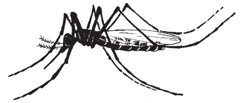
सारस पक्षी - लाल डोक्याचा, उंच मानेचा, करड्या रंगाचा, उंच पक्षी लाल लांब पाय, उत्तर व मध्य भारतात आढळतो. सहसा जोडीने आढळतात. नर व मादी पक्ष्यांतील परस्पर निष्ठा व पिलांची जोडीने घेतलेली काळजी यासाठी वाखाणले जातात. ते धान्य, कोंब, कीटक, सरपटणारे प्राणी यावर आपली उपजिवीका करतात.

बेडूक - हा उभयचर (पाणी व जमीन दोन्हीकडे जगू शकणारा) गटात मोडतो. इतर उभयचर प्राणी म्हणजे टोड, सॅलॅमॅडर, पाणसरडे, बेडकाची मादी काळ्या पांढऱ्या रंगाचा अंड्यांचा समूह पाण्यात सोडते. या अंड्यातून बाहेर येणाऱ्या बेडूक माशाला कल्ले असतात. त्यामुळे तो छोट्या माशासारखा दिसतो. बेडकात रूपांतर होईपर्यंत तो शैवालांवर उपजिवीका करतो. प्रौढ बेडूक आपल्या लांब, चिकट जिभेने किटक पकडून खातो.



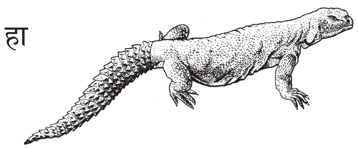
कमळ - प्राचीन काळापासून पवित्र समजली जाणारी लोकप्रिय वनस्पती फुले गुलाबी, पांढरी किंवा पिवळी असतात व सुवासिक असतात. फुले रात्री मिटतात. याची मुळे, देठ, पाने व फुले इत्यादी खाण्यायोग्य वापरतात. कमळाच्या वाळलेल्या बिया हजारो वर्षे जिवंत राहू शकतात.

डास - डासाचे जीवनचक्र या प्रकरणात सुरुवातीला दिलेल्या गोष्टीत वर्णिले आहे. (पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ५६) अंडी पक्व होण्यासाठी डासाच्या मादीला रक्त पिणे आवश्यक असते. आपले रक्त शोषून घेतानाच ते मलेरिया, हत्तीपाय, पीतज्वर, डेंग्यु यासारख्या भयंकर रोगांचा प्रसार करतात.

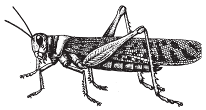


वाळवंटाच्या आसपास आढळणारे सजीव -

जंगली कोल्हा - याचे शरीर करड्या तपकिरी रंगाचे, झुपकेदार व पांढरे टोक असलेली शेपटी व मोठे कान यामुळे उष्णतेचा ऱ्हास होण्यास मदत होते. पायाचे तळवे लांब केसांनी आच्छादलेले असतात.



काटेरी शेपूट असलेली पाल - हा निरुपद्रवी प्राणी आहे. याच्या शरीरातील तेलामध्ये जादुई गुणधर्म असतात. अशा समाजापोटी यांची शिकार केली जाते. शरीर मऊ शल्कांनी तर शेपटी काटेरी (शृंगी) शल्कांनी आच्छादलेली असते, त्यांचा चिलखतासारखा उपयोग होतो. तसेच शरीरातून होणारा पाण्याचा ऱ्हास टळतो. दिवसाच्या अती उष्ण कालावधीत तो स्वतःला वाळुखाली पुरून घेतो. कोल्हा अथवा सापाने याचा माग काढल्यास तो बिळात शिरतो बिळाचे तोंड शेपटीने झाकून टाकतो.



टोळ - हे विनाशकारी किटक आहेत. दर काही वर्षांनी त्यांची संख्या अचानकपणे वाढते व ते प्रचंड संख्येने थरच्या वाळवंटातून बाहेर पडतात. दिवसाला ते शेकडो मैलांचा प्रवास करतात. ज्या ठिकाणी ते उतरतात तेथील सर्व पीक फस्त करतात. एक चौरस मीटर क्षेत्रात एकावेळी

जवळजवळ ३,००,०००,००० टोळ असू शकतात व त्यांचे एकत्रित वजन ५०० टन भरते. प्रत्येक टोळ स्वतःच्या वजनाइतके धान्य फस्त करतो. यालाच टोळधाड म्हणतात.

वाळवंटातील वनस्पतींना अतिशय लहान व काटेरी पाने असतात. यामुळे बाष्पीभवनातून होणाऱ्या पाण्याच्या ऱ्हासाला आळा बसतो. काही वनस्पतींमध्ये उदा. निवडूंग पाणी धरून ठेवण्यासाठी याचे खोड जाड व मांसल बनते. थरच्या वाळवंटातील प्रमुख वनस्पती म्हणजे बाभूळ व खेजरीची काटेरी झुडूपे, खुरटे गवत व काही प्रकारची बोरे. काही मोठे प्राणी (चित्रात दाखविलेल्या प्राण्यांव्यतिरिक्त) म्हणजे रानटी गाढव. काळवीट, बोकड, चिंकारा, हरणे व सांबर. उंट हा वाळवंटातील पाळीव प्राणी आहे.

खेजरीच्या झाडाबद्दल मजेदार कथा

पाचशे वर्षांपूर्वी गुरू महाराज जांबाजी नावाचा एक माणूस मारवाडात भर वाळवंटात राहत होता. आपल्या आजूबाजूच्या झाडांची व प्राण्यांची देखभाल कशी करावी हे त्यांनी तेथील माणसांना शिकवले. त्याच्या २९ सिद्धांताच्या अनुयायांना बिश्णोई (याचा अर्थ २९ होतो) म्हणतात. हिरव्या वनस्पतींची तोड व जंगली प्राण्यांची हत्त्या रोखण्यासाठी त्यांनी प्रसंगी आपले जीवन बलिदान केले.

खेजरी हे बिष्णोईंचे अत्यंत पवित्र झाड. जे आता राजस्थान प्रांताचे राज्यीय झाड आहे. एका आख्यायिकेनुसार १७३१ मध्ये जोधपूरच्या राजाने स्वतःचा महाल बांधण्यासाठी खेजडाली या बिष्णोई खेड्यातील खेजरीचे वन तोडण्याची आज्ञा दिली. त्यावेळी अमृतादेवी या महिलेच्या नेतृत्वाखाली गावकऱ्यांनी त्या झाडांना संरक्षणार्थ मिठी मारली. राज्याच्या सैन्याबरोबर झालेल्या युद्धात अमृतादेवीसह ३६३ बिष्णोई मारले गेले. त्यांच्या शौर्याची कथा समजल्यावर राजा अत्यंत आश्चर्यचकीत झाला. त्याने आज्ञा दिली की यापुढे त्याच्या राज्यात बिष्णोईंच्या मतांचा आदर केला जाईल व कोणत्याही बिष्णोई गावाला राजासाठी लाकूड किंवा जंगलीसंपत्तीचा वाटा द्यावा लागणार नाही.

सर्व सजीवांना जगण्यासाठी पाण्याची गरज आहे.

सर्व सजीवांच्या शरीरात पाणी असते. त्यांना जगण्यासाठी आणि वाढीसाठी पाण्याची गरज असते.

आपली त्वचा, स्नायू, रक्त, हाडं आणि दातांमध्येसुद्धा पाणी असते.

शब्द शिका

जलवनस्पती

तंतू

जलचर प्राणी

पाणथळ जागा

दलदल

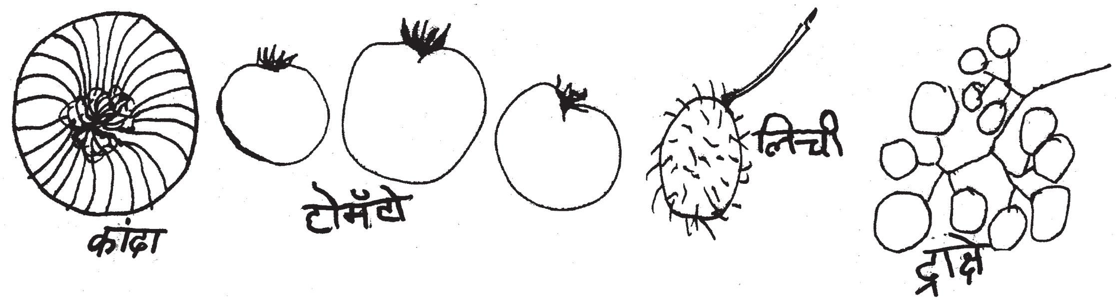
निरीक्षणावर आधारित स्वाध्याय

अभ्यास ८ तास + गृहपाठ; कृपु पान ९७

नावे सांगा आणि चित्रे काढा

१. रसदार फळे आणि भाज्या

जवळजवळ सर्वच फळे व भाज्या रसदार असतात पण मुलांनी कलिंगड, पपई, द्राक्षे, मोसंबी व इतर लिंबूवर्गीय फळे, टॉमेटो इ. ही नावे सांगितली.



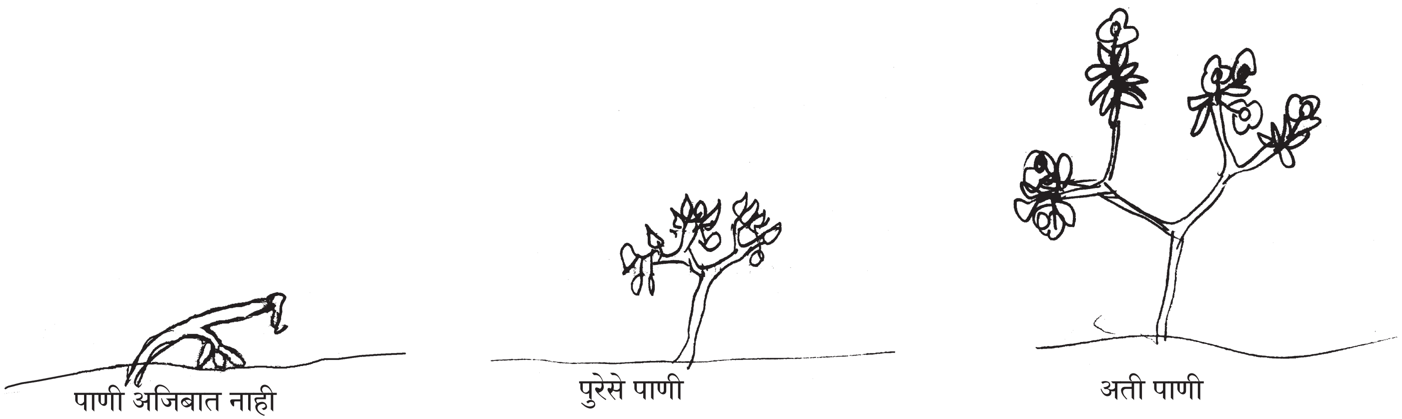
२. एक वनस्पती जिला

अ. पाणी अजिबात घातले नाही

आ. पुरेसे पाणी घातले आहे

इ. गरजेपेक्षा जास्त पाणी घातले आहे

प्रदीर्घ कालावधीसाठी खूप जास्त किंवा खूप कमी पाणी वनस्पतींना हानीकारक असते. अती कोरडेपणा किंवा जास्त पाणी या दोन्हीमुळे दिसून येणारे परिणाम काहीवेळा इतके सारखे असतात की त्यांच्यात गल्लत होऊ शकते. दोन्हीमुळे झाडांची पाने पिवळी पडणे, कोमेजणे, गळणे ही लक्षणे दिसतात. पण कोरडेपणामुळे पाने व खोडामध्ये सुरकुतणे व वाळणे तर अती ओल्यामुळे पिवळेपणा व कुजणे ह्या गोष्टी आढळतात. काही वनस्पतींमध्ये मात्र अती कोरड्या किंवा अती पाण्यातही जगण्यासाठी आवश्यक अशी अनुकुलने आढळतात. (पृष्ठ २०९-२१२ व २१९ पाहा.)



प्रश्न तुमच्या आवडीचे! (कृपु पान ९९)

१. वनस्पतीभोवती मातीत तुम्ही पाणी घातले. हे पाणी वनस्पतीच्या सर्व भागांपर्यंत पोहोचते का? कसे?

२. काही पाणी वनस्पतीतून बाहेर पडते का? हे तुम्हाला कसे समजले?

३. पुढीलपैकी वनस्पतीच्या कुठल्या भागामध्ये पाणी असते? तुम्हाला तसे का वाटते?

मूळ खोड देठ फांदी पान फूल फळ बी

४. पुढीलपैकी कुठल्या वस्तूंमध्ये पाणी असते? तुम्हाला तसे का वाटते?

संत्र्याचा रस केळं शेंगदाणा पोळी तुमचे शरीर

५. गवताच्या पेंढीचं वजन कधी जास्त भरेल? गवत ताजं कापलेलं असताना की गवत सुकल्यावर? का? अंदाज करा.

६. एक पोतंभर गहू पावसाने ओले झाले. काही दिवसांनी त्या गव्हाचं काय होईल?

प्रश्न १ ते ६ हे कृती १अ ते फ बरोबर चर्चिले होते.

७. पाण्यात पोहता येणारे आणि पाण्याबाहेरही जगू शकणारे अशा काही प्राण्यांची नावे लिहा.

सर्व उभयचर प्राणी, जसे बेडूक, न्यूट, सॅलेमेंडर (या प्राण्यांची डींभ अवस्था ही पूर्णपणे पाण्यात असते.)
खेकडा, कासव, मगर, घोरपड, पाणमांजर, गेंडा, बीव्हर व काही प्रकारचे मासे. उदाहरणार्थ, निवट्या.

८. पाण्याबाहेर काढल्यावर जगू शकणार नाहीत अशा काही प्राण्यांची नावे लिहा.

सर्व प्रकारचे मासे व इतर प्राणी ज्यांना कल्ले असतात उदा. डास व पतंगाची डींभ अवस्था, उभयचर प्राण्यांची डींभ अवस्था....

वर्गातली चर्चा

१. गुलाबाचे रोपटे कमळाच्या रोपट्याप्रमाणे पाण्यात वाढू शकेल का? वाळवंटामध्ये ते रोपटे वाढू शकेल का? त्याच्यावर काय परिणाम होईल?

वर्गातील अनुभव

या सर्व चर्चेतून मुलांच्या लक्षात आलं की काही वनस्पती फक्त पाण्यातच जगू शकतात तर इतरांसाठी जास्त पाणी घातक ठरते. खूप पाण्यात गुलाबाचे झाड कुजून जाईल. त्याच्या मुळांना श्वास घेता येणार नाही तर वाळवंटात ते सुकून जाईल. (पानांद्वारे पाण्याचा मोठ्या प्रमाणात ऱ्हास झाल्याने) कृती १ड मध्ये निवडूंग/कॅक्टसच्या झाडाने उष्ण हवामानाशी कसे जुळवून घेतले आहे हे मुलांनी पाहिले आहे. मुलांनी तपासलेल्या इतर झाडांच्या तुलनेत निवडुंगाच्या झाडाने बाहेर टाकलेल्या पाण्याचे प्रमाण नगण्य होते.

भाषेवर आधारित स्वाध्याय

सांगा आणि लिहा. कृपु पान १००

१. एक दिवस मला खूप तहान लागली.

शोधा म्हणजे सापडेल!

१. एका शेतकऱ्याने ताजे कापलेले ५० किलोग्रॅम गवत खूप दिवस उन्हात ठेवले. त्या वाळलेल्या गवताचे वजन १५ किलोग्रॅम भरले. नंतर त्याने हे गवत गरम भट्टीमध्ये काही तास ठेवले. आता त्या गवताचे वजन ७ किलोग्रॅम भरले. वजन का बदलले? ताज्या गवतामध्ये किती पाणी होते?

वर्गातील अनुभव

काही मुलांना वाटले की थोडे गवत ओव्हनमध्ये जळून गेले असेल. त्यावर मी सांगितले की गवतात उरलेल्या पाण्याचे बाष्पीभवन होईल इतपतच ओव्हन गरम आहे. ५० कि.ग्रॅ. गवतात ४३ कि.ग्रॅ. पाणी होते.

२. तुमचे स्वत:चे वजन किती आहे ते मोजून पहा. आपल्या शरीराच्या एकूण वजनापैकी दोन तृतीयांश वजन हे शरीरातील पाण्याचे असते. आता तुमच्या शरीरातील पाण्याचे वजन किती असेल याचा अंदाज बांधा.

संकल्पनेविषयी अडचण

गुणोत्तरांशी संबंधित युक्तिवाद आणि अपूर्णांकांचे गणित यामुळे हे उदाहरण थोडे अवघड होते. अपूर्णांकी भागाचा परिचय करून देण्यासाठी मी चिक्कीचे उदाहरण दिले कारण चिक्की बनविण्यासाठी दाणे व गुळ हे

वेगवेगळ्या प्रमाणात घेतले जातात. मग मी मानवी शरीराची बाह्य आकृती फळ्यावर काढली व त्या आकृतीचे तीन भाग केले. ३० कि.ग्रॅ. वजन असलेल्या व्यक्तीच्या शरीरात २० कि.ग्रॅ. पाणी असेल असा अंदाज मुलांनी केला. याचप्रकारे तीनच्या पटीतील संख्या त्यांना वापरता आल्या. त्यांची इतर उत्तरेही साधारण बरोबर होती. शेवटी या कृतीतून त्यांना काहीतरी नक्कीच शिकता आले असेल असे मला वाटते.

दाखवा आणि सांगा!

१. अशी एखादी वस्तू आणा, जी जिवंत नाही, पण त्या वस्तूला व्यवस्थित काम करण्यासाठी मात्र पाणी लागते. ती वस्तू सर्वांना दाखवा आणि तिची माहिती सांगा.

मुले पंपासारखी एखादी वस्तू आणू शकतात. (शाई भरण्याचा ड्रॉपर), किंवा नळ, चहाची गाळणी किंवा पेला (कारण त्यात पाणी असल्याशिवाय पिता येत नाही) किंवा प्लास्टर, चुना किंवा सिमेंट (कारण पाणी मिसळल्याशिवाय वापरता येणार नाही.) अनेक प्रकारचे अन्नपदार्थ उदाहरणार्थ, कणीक, भात, चहापत्ती जे शिजवण्यासाठी पाणी लागतं.

विचारा प्रश्न! कृपु पान १०१

१. पाणी आणि सजीव यांच्याशी संबंधित प्रश्न विचारा आणि त्या प्रश्नांची उत्तरे कशी मिळवता येतील याचा विचार करा.

मुलांचे प्रश्न

नदीतील मासा समुद्रात जगू शकतो का ?

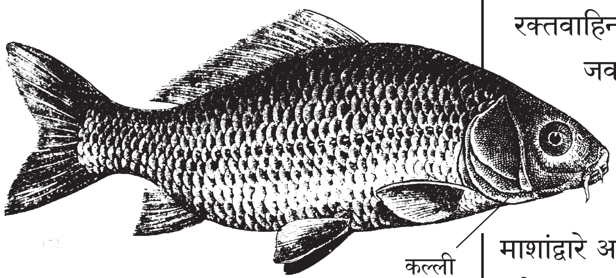
साधारणतः गोड्या पाण्यातील सजीव खाऱ्या पाण्यात जगू शकत नाहीत - त्यांच्यातील पाण्याचा अंश काढून घेतला जातो. आणि खाऱ्या पाण्यातील सजीव गोड्या पाण्यात जगू शकत नाहीत-त्यांच्या पेशी झिरपण्याच्या क्रियेने अती पाणी शोषून घेतात. काही अपवादात्मक मासे उदा. इल, सालमन हे खाऱ्या व गोड्या पाण्यात ये जा करतात - (समुद्रात राहतात व पुनरुत्पादनासाठी नद्यांमध्ये येतात.) परत येताना ते नदीच्या मुखाजवळच्या मचूळ पाण्यात काही काळ राहतात. यामुळे बदलत्या वातावरणाशी त्यांना जुळवून घेता येते.

अजब खजिना!!! पापु पान - ६४

बदके आणि बेडूक पाण्यात अन्नासाठी सूर मारण्यापूर्वी खूप खोल श्वास घेतात.

सर्व उभयचर आणि पक्षीवर्गीय प्राणी फुप्फुसाद्वारे ऑक्सिजन घेतात. याशिवाय उभयचर प्राण्यांमध्ये त्वचा व तोंडातील पोकळीमधूनही वायूंची अदलाबदल होते.

मासे पाण्यात विरघळलेला ऑक्सिजन वापरतात. मासे ऑक्सिजन असलेले पाणी तोंडावाटे आत घेतात आणि कल्ल्यांवरून पाणी बाहेर टाकतात. ऑक्सिजन कल्ल्यांच्या आत जाऊन माशांच्या रक्तामध्ये मिसळतो. रक्तातला कार्बन-डाय-ऑक्साईड कल्ल्यांवाटे बाहेर येतो आणि भोवतालच्या पाण्यामध्ये विरघळतो.



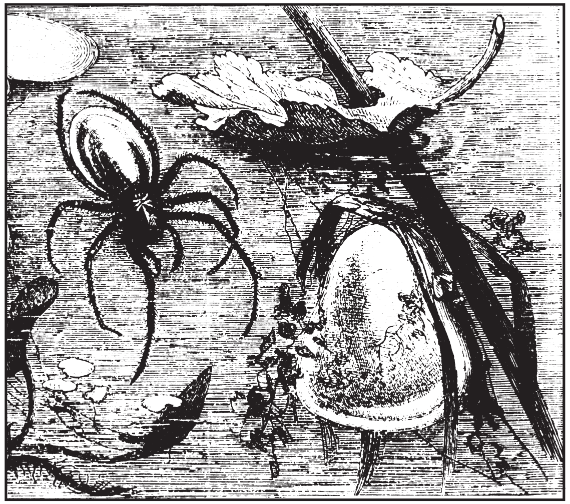
मासे पाण्यातील ऑक्सिजन कल्ल्यातील रक्तवाहिन्यांमध्ये शोषून घेतात. कल्ल्यातील रक्तवाहिन्या ह्या पृष्ठभागाच्या इतक्या जवळ असतात की बाहेरच्या पाण्याशी त्यांचा जवळजवळ थेट संपर्क होतो. पाण्यातील ऑक्सिजन सहजपणे माशाच्या रक्तात प्रवेश करतो. आपण पाण्यात श्वासोच्छवास करू शकत नाही. कारण कल्ल्यांप्रमाणे आपली फुफ्फुसे पाण्यातून हवा वेगळी करू शकत नाहीत. पाण्यात हवेच्या तुलनेने खूपच कमी (३० ते ४० पट) ऑक्सिजन असतो. हा कमी ऑक्सिजन माशांद्वारे अधिक कार्यक्षमतेने शोषला जाणे गरजेचे असते म्हणूनच माशांमधील कल्ल्यांना अनेक घड्या व त्यांच्या पृष्ठभागावर अतिशय बारीक रक्तवाहिन्यांचे प्रचंड जाळे असते. कल्ल्यांमधील रक्त हे पाण्याच्या प्रवाहाच्या दिशेच्या उलट दिशेने वाहते. यामुळे कल्ल्यांच्या बाहेरील पाण्यातील ऑक्सिजनची तीव्रता ही कल्ल्यांमधील रक्तातील ऑक्सिजनच्या तीव्रतेपेक्षा जास्त होते. त्यामुळे कल्ल्यांवरून वाहणाऱ्या पाण्यातील ८०% ऑक्सिजन मासे शोषून घेतात तर आपण मात्र फुफ्फुसात जाणाऱ्या हवेतील २५% च ऑक्सिजन शोषून घेतो. (पाहा पाने १२४-१२५, धडा ४)

उथळ आणि साचलेल्या पाण्यात राहणारा मासा हा हवा घेण्यासाठी पृष्ठभागावर येतो. ही हवा फुप्फुसासारख्या अवयवात जाते. तिथे ऑक्सिजन रक्तात शोषला जातो आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईड बाहेर टाकला जातो.

मुळांसकट वनस्पतीच्या सगळ्या भागांना श्वासोच्छ्वासाची गरज असते. खारफुटी ही दलदलीमध्ये वाढणाऱ्या वनस्पतीची एक जात आहे. या प्रकारच्या वनस्पतींची मुळे श्वासोच्छ्वास करण्यासाठी पाण्याच्या वर येतात.

दलदलीच्या प्रदेशात वाढणाऱ्या सर्व वनस्पतींमध्ये त्यांच्या पाण्यात बुडालेल्या मुळांना ऑक्सिजन पोहोचविणारी विशेष यंत्रणा असते. कमळ, पाणकमळ या वनस्पतींच्या मुळांना खोडांमध्ये असलेल्या नळ्यांद्वारे ऑक्सिजन पुरवला जातो. ज्या वनस्पती पाण्यात पूर्णपणे बुडालेल्या असतात त्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेत मुक्त झालेला ऑक्सिजन त्यांच्या शरीरातील पोकळ्यांमध्ये साठवून ठेवतात व तोच श्वसनसाठी वापरतात.

पाण्यातला कोळी डबक्यामध्ये राहतो. डबक्याच्या तळाशी तो रेशमी कापडासारखे दिसणारे जाळे विणतो. नंतर पाण्याच्या पृष्ठभागापर्यंत पोहत जातो. तिथे आपल्या पायाच्या तडाख्याने हवेचा बुडबुडा तयार करतो. तो बुडबुडा धरून खाली आणतो आणि जाळ्यामध्ये सोडून देतो. घर भरण्यासाठी तो प्रत्येकवेळी वर-खाली करून थोडी थोडी हवा आणत असतो. नंतर फक्त अन्न मिळविण्यासाठी तो घराच्या बाहेर जातो.



पाणकोळी त्याचे जाळे अन्न पकडण्यासाठी वापरीत नाही. जेव्हा जाळ्यातील हवा कार्बनडाय ऑक्साईडच्या जास्त प्रमाणामुळे शिळी होते तेव्हा तो दुसरे जाळे विणतो.

सातवा धडा

पाणी आणि आपण

पाणी मौल्यवान आहे!

१. हे पाणी येतं तरी कुठून?

अ. तुम्ही ज्या ज्या ठिकाणी पाणी बघितले आहे अशा ठिकाणांची एक यादी बनवा. यादीतल्या प्रत्येक ठिकाणाबद्दल स्वत:लाच प्रश्न विचारा, ''हे पाणी कुठून आलं असेल?'' तुम्हाला या प्रश्नाचं उत्तर माहीत नसेल तर आणखी कोणाला तरी विचारा. (कृतीपुस्तक पान १०२)

मुलांचे प्रतिसाद

मुलांनी काही जागांची यादी ह्या विभागाच्या सुरुवातीला केली होती. इतर उदाहरणे नंतर आली. प्रसंगोपात्त मुलांच्या हे लक्षात आले होते की विविध शहरातील व विविध स्रोतांपासून मिळणारे पाणी चवीला वेगळे लागते. १ - याचबरोबर प्रदेशांनुसार विविधता असणाऱ्या खडकांवरून, मातीवरून पाणी वाहते आणि पाणी हे उत्तम द्रावक आहे हे ही मुलांना समजले.

मी पाणी पाहिले आहे अशा जागा	**हे पाणी कोठून आले ?**
पेला	पाण्याचा तांब्या
पाण्याचा तांब्या	नळ
नळ	जमिनीखालील पाण्याचे पाईप्स
पाण्याचे पाईप	कुपनलिका

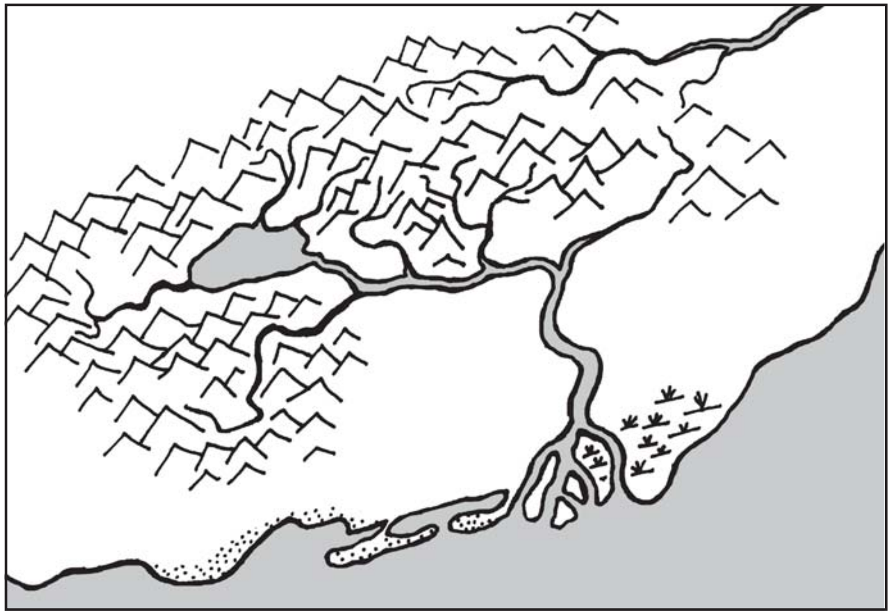
या सर्वावरून लक्षात घेण्याची महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे शुद्ध पाण्याचा आपल्याकडे एकच मुख्य स्रोत आहे, तो म्हणजे पाऊस (काही भागात बर्फ) तरी असे टप्प्या टप्प्यानी अनेक पायऱ्या मागे जाऊन पाण्याच्या स्रोतापर्यंत पोहोचणे मुलांना कठीण गेले. पण पुढच्या कृतीने याला मदत झाली.

आ. पाणी पावसाच्या रूपात जमिनीवर पडतं. आपल्या घरापर्यंत पोहचण्यासाठी या पाण्याला फार दूरचा प्रवास करावा लागतो. तुमचे शिक्षक तुम्हांला हे समजावून सांगतील. पावसाचं पाणी पिण्यायोग्य होऊन तुमच्या घरापर्यंत कसं पोहचतं याचं वर्णन करा. (कृतीपुस्तक पान १०२) कृतीपुस्तकातील पान १०८ वर चित्रं काढून दाखवा.

शिक्षकाचे काम शिक्षकांनी आजूबाजूचे स्थानिक पाण्याचे स्रोत शोधून काढले पाहिजेत यामुळे त्यांना मुलांना स्थानिक पाणीसाठ्यांची माहिती देता येईल. त्या भागात पाण्याचा मुख्य स्रोत कदाचित नदी, तलाव, विहीर किंवा कुपनलिकाही असू शकेल. ह्या भागात कदाचित स्थानिक संस्थांनी बांधलेले पाण्याचे तलाव किंवा साठवण टाक्या असू शकतात. या सर्वातील पाणी मात्र प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्षरित्या पावसाद्वारेच येते.

पृथ्वीवर जवळजवळ $१०^{९}$ घन कि.मी. पाणी आहे. यापैकी ९७.२०% महासागरात व २% पाणी हे गोठलेल्या स्वरूपात आहे. म्हणजेच पृथ्वीवर फक्त ०.६३% गोडे पाणी आहे जे आपण पिण्यासाठी वापरू शकतो.

जेव्हा पाणी पावसाच्या स्वरूपात खाली पडते तेव्हा त्याच्या काही भागाचे जमिनीवरून बाष्पीभवन होते किंवा वनस्पतींद्वारा शोषले जाते व नंतर पानावाटे वातावरणात सोडले जाते. पावसाच्या पाण्याचा (किंवा वितळलेल्या बर्फाचा) काही भाग थेट ओहोळ, नद्या, तलाव, सरोवर व इतर पृष्ठभागावरील स्त्रोतांमध्ये जातो. पण पावसाचे बरेचसे पाणी जमिनीत झिरपते व विहिरी, कुपनलिका, पाझर तलाव यांना तसेच (जमिनीखालून) झरे, नद्या, तलावांना वर्षभर हे पाणी पुरते. जर हे जमिनीखालील पाणी नसेल तर पावसाळ्यानंतर सर्व झरे, नद्या आटून जातील (पृष्ठ २४४-२४५ वरील मुलांचे प्रश्न पाहा.)



वर्गातील अनुभव

ही मुले मुंबईत राहत असल्याने ज्या तलावांमधून आम्हाला पाणी मिळते अशा विहार, तुळशी, तान्सा, वैतरणा या तलावांविषयी मी सांगितले हे तलाव सह्याद्रीच्या डोंगररांगामध्ये आहेत. डोंगरावर जेव्हा पाऊस पडतो तेव्हा पाण्याचे झरे खाली वाहत येतात व हे पाणी तलावांमध्ये गोळा होते. येथून ते अनेक नळांमधून खाली साठवण व शुद्धीकरण टाक्यांमध्ये आणले जाते. मुले नेहमी जिथे सहलीला जातात त्या हँगींग गार्डनच्या खाली असणाऱ्या पाण्याच्या प्रचंड मोठ्या साठवण टाक्यांबद्दल मी मुलांना सांगितले. शेवटी हे पाणी नळांमधून त्यांच्या घरापर्यंत येते व तेथील टाक्यांमध्ये पंपाद्वारे चढविले जाते.

समुद्रातील पाणी कोठून आले याबद्दल मला किंवा मुलांना कुणालाच खात्री नव्हती. जवळजवळ ४.६ अब्ज वर्षांपूर्वी जेव्हा पृथ्वी निर्माण झाली तेव्हा ती तप्त गोळा होती. आणि नंतर अनेक गुंतागुंतीच्या भौतिक व रासायनिक प्रक्रियांनी पृथ्वीवर पाणी तयार झाले. सुरुवातीला हे पाणी वाफेच्या स्वरुपातच होते पण जसजशी पृथ्वी थंड झाली तसतसे या वाफेचे पाणी होऊन महासागर बनले.

२. आपण पाणी कसे वापरतो? (गृहपाठ + १ तास; पापु पान ६५; कृपु पान १०३)

पुढील प्रश्नांची उत्तरे आधी तुम्ही स्वत: द्या. नंतर घरातल्या वडीलधाऱ्यांना हे प्रश्न विचारा, ते तुमच्या वयाचे असताना या गोष्टी कसे करत होते? (कृतीपुस्तक पान १०३ - १०४)

तुम्ही तुमचे दात कसे स्वच्छ करायचात? (दातवण, टूथपेस्ट आणि ब्रश ...)

तुम्ही आंघोळ कुठे करत होतात? (नदीवर, तलावात, घरी...)

अंग स्वच्छ करण्यासाठी काय वापरत होतात? (डाळीच पीठ, साबण ...)

केस कशाने धुवत होतात? (शिकेकाई, रिठा, शॅम्पू ...)

तुमचा पाण्याचा स्रोत कुठला होता? (नदी, सार्वजनिक विहीर, घरातली विहीर, सार्वजनिक नळ, घरातला नळ ...)

पाण्याचा स्रोत घराच्या आत होता की बाहेर? किती लांब होता?

पाणी कोण भरायचं?

कपडे कुठे धुतले जायचे? कपडे धुण्यासाठी काय वापरलं जायचं? (सोडा, साबण, बार, डिटर्जंट...)

कुठल्या प्रकारची शौचालय तुम्ही वापरत होतात? (शेतात, कोरडे संडास, टोपलीचे संडास, कमोड ...)

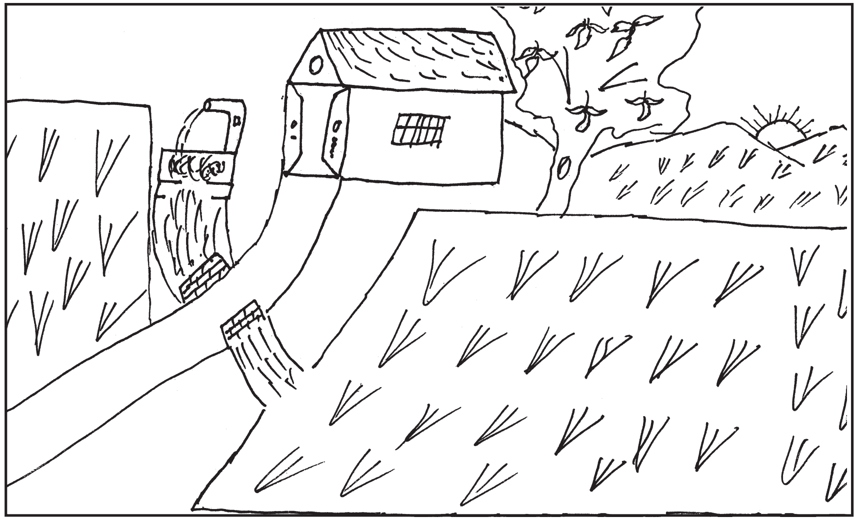
वर्गातील अनुभव

मुलांनी पालकांशी आजी आजोबांशी व घरातील मोठ्या माणसांशी चर्चा करून स्वाध्याय पूर्ण केला. काही पालकांना त्यांच्या आईवडिलांच्या काळात गोष्टी कशा होत्या ते आठवत होते. वर्गातील चर्चेच्या वेळी आम्ही हे सर्व अनुभव एकत्र केले. ज्या मुलांना काही कारणामुळे ही सर्व माहिती मिळू शकली नव्हती त्यांना कृती पुस्तिकेतील तक्ता चर्चेनंतर भरला.

३. पिकांसाठी पाणी (१ तास + क्षेत्रभेट; पापु पान ६६, कृपु पान १०४)

तुम्ही राहता त्या भागातील पिकांना पाणी कुठल्या पद्धतीने दिल जातं हे शोधून काढा. पावसाचं पाणी पुरेसं असतं का? दुसऱ्या कुठल्या पद्धतीने पाणी शेतात आणतात का? कसं आणतात? कुठल्या पिकांना पाणी कमी असलं तरी चालतं? कुठल्या पिकांना पाणी जास्त लागतं?

(कृतीपुस्तक पान १०४) पुढील चित्रामध्ये काय घडत आहे ते वर्णन करून सांगा.



वर्गातील अनुभव

ग्रामीण भागातील मुले या प्रश्नाचे उत्तर सहजतेने देऊ शकतील पण शहरी मुलांना त्यांच्या आजूबाजूच्या भागात वापरात असलेल्या सिंचन पद्धतींबद्दल माहिती द्यावी लागेल. कदाचित जवळपास धरणे व कालवे असतील. शेतीबद्दल काही जास्त माहिती द्यायची असेल (प्रकरण ८ मध्ये) तेव्हा क्षेत्रभेट अधिक उपयोगी राहील. पृष्ठ २२४ वरील चित्रात कुपनलिकेचे पाणी पंपाद्वारे वर खेचून शेतीला पुरविण्यात आल्याचे दाखविले आहे.

विशिष्ट पिकाची पाण्याची गरज ही अंशतः हवामान, मातीचा पोत व पाण्याचा निचरा यावर ठरते. चिकण मातीयुक्त जमिनीत पाणी लवकर मुरते पण केशाकर्षणामुळे सहजतेने वाळतेही. वालुकामय जमिनीतून पाण्याचा निचरा फारच लवकर होतो. खूप सेंद्रीय पदार्थ असलेली माती पिकांना मानवते कारण ती सच्छिद्र राहते व खूप काळ पाणी धरून ठेवते. बाजरी व नाचणी ही पावसाच्या पाण्यावर येणारी पिके आहेत. यांना पाणी कमी लागते यामुळे ही पिके खडकाळ व निकृष्ट जमिनीतही येतात. तांदूळ, ऊस व केळी यांना खूप पाणी लागते. तांदूळ व ऊस ही ओलीताची पिके आहेत. सिंचनाच्या मदतीने त्यांची मशागत केली जाते. सुयोग्य सिंचनपद्धतीच्या वापराने अनेक पिकांना लागणारे पाण्याचे प्रमाण कमी करणे शक्य आहे. इस्रायलमध्ये वापरण्यात येणारी ठिंबक सिंचन पद्धत अत्यंत प्रसिद्ध आहे कारण यामुळे वनस्पतींच्या मुळांना अत्यंत नियंत्रित असा पाणीपुरवठा केला जातो व जेथे आवश्यकता असते नेमके त्या ठिकाणी पाणी दिले जाते.

४. **पाण्याचे मोजमाप** (गृहपाठ + २ तास, पापु पान ६६, कृपु पान १०४)

अ. किती द्रव भरले आहे, हे दाखविणाऱ्या बाटल्या, डबे, बरण्या, टाक्या, कॅन शोधून आणा. एखादे द्रव किती जागा व्यापते, हेच त्याचे आकारमान असते.

आपण द्रवाचे आकारमान लिटर (लि.) किंवा मिलीलिटर (मि.लि.)मध्ये मोजतो.

१००० मि.लि. = १ लि.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी ही कृती घरीच केली. वर्गातल्या एका मुलाने तर हे काम अत्यंत पद्धतशीरपणे केल्याचे माझ्या लक्षात आले. त्याने २५ कंटेनरचा यादी त्यांच्या धारकतेच्या चढत्या क्रमाने केली होती - औषधांच्या कपांवर ५ मिली, १० मिली च्या खुणा, औषधांच्या बाटल्या. अंदाजे ५० मिली, केशतेल, इत्यादींची बाटली - अंदाजे

१०० मिली, शीतपेयांच्या बाटल्या - अंदाजे २०० मिली. दूध, गोडेतेल व भिंतीला लावायच्या रंगाच्या पिशव्या - १ लिटर, इंजिन ऑईलचे मोठे डबे वगैरे - २ लिटर आणि ५ लिटर, कुकर - ५ लिटर, बादली - १५ लिटर, पिंप - ७० लिटर, सिंटेक्सची टाकी - ४०० लिटर. मुलांनी लिहिलेल्या संख्यांची परिमाणे त्यांना कळावी म्हणून मी या यादीचा वापर केला. (सर्वात लहान, सर्वात मोठे, एका प्रकारची किती मापे दुसऱ्यात मावतील इ.) मुलांनी काही अंदाज बांधले व काही गोष्टी पडताळूनही पाहिल्या उदाहरणार्थ, एखाद्या भांड्यात किंवा कॅनमध्ये किती पाणी मावेल, आपल्याला गुळणी करण्यासाठी किती पाणी लागते, भाजी धुण्यासाठी किती पाणी लागते ? इत्यादी.

आ. १ लिटर किंवा त्यापेक्षा थोडे जास्त द्रव राहू शकेल असे एखादे भांडे शोधून आणा. तुमच्या ताई त्यामध्ये बरोबर एक लिटर पाणी ओततील. पाण्याची पातळी दाखविण्यासाठी एक सेलोटेपची पट्टी चिकटवा. (कृपु पान १०५)

प्रयोगासाठी सूचना

बाजारात उपलब्ध असलेल्या बाटल्यांची धारकता समजण्यासाठी मोजपात्रांच्या मदतीने मी या कृतीची तयारी केली.

बाटल्या	लिखीत धारकता	प्रत्यक्ष मोजलेली धारकता
मोठा पेप्सी	१.५ लिटर	१५९० मिली.
बिसलेरी पाणी	१ लिटर	१०५० मिली.
बेल्ली पाणी	१ लिटर	१०४० मिली.
थम्स्अप	३०० मिली.	३२० मिली.
सोडा	२५० मिली.	

मुलांना १ लिटर क्षमतेचे भांडे आणायला सांगितले होते. पण अनेकांना ते सहजपणे शोधता न आल्याने त्यांनी कोणत्याही आकाराची भांडी आणली. यापैकी मी १००० मिली, ५०० मिली व २५० मिली पाणी मावेल अशी तीन रुंद तोंडाची भांडी निवडली. ठरावीक आकारमानाचे पाणी मुलांच्या भांड्यात ओतल्यावर मी पुसल्या न जाणाऱ्या शाईने पाण्याच्या पातळीची खूण भांड्यावर केली. खूण करण्यासाठी ऑईल पेंट, फेविकॉल, मार्कर पेन, सेलोटेप इत्यादींचाही वापर करता येईल.

पाण्याचे आकारमान आम्ही लिटर व मिलीलिटरमध्ये लिहिले. मुलांचा दशांश अपूर्णांकांचा अभ्यास झाला नव्हता पण वेष्टणावर लिहिलेली माहिती वाचून काही मुलांनी १ लिटर ३५० मिली हे १.३५० लि. अशा प्रकारे लिहिण्यास सुरुवात केली. आणि मी ते चालू दिले.

५. आपल्याला किती पाण्याची गरज असते? (२ तास + गृहपाठ; पापु पान ६६)

अ. १ कि.ग्रॅ. तांदूळ जर आपल्याला पिकवायचा असेल तर किती पाणी लागेल? अंदाज करा. तुमचा अंदाज आणि तुमच्या शिक्षकांचा अंदाज यामध्ये फरक आहे? का? हे सगळं पाणी भाताच्या रोपात किंवा त्याच्या भोवतालच्या जमिनीतच राहतं का? ते कुठे जात असेल? तुम्हाला काय वाटतं?

पाठ्यपुस्तकातील ८ व्या प्रकरणात भातशेतीतील टप्पे दाखविले आहेत भाताच्या रोपांना त्यांच्या वाढीच्या सुरुवातीच्या अवस्थेत खूप पाणी लागते. १ कि.ग्रॅ. भात पिकविण्यासाठी अंदाजे ४५०० लिटर पाणी लागते. गहू, मका यासारख्या इतर पिकांना याच्या जवळपास एक तृतियांश पाणी पुरते. पिकांनी शोषून घेतलेल्या पाण्यापैकी १% भाग हा पिकांच्या वाढीसाठी उपयोगात येतो व ९९% पाणी हे मुख्यतः उच्छ्वासावाटे वातावरणात सोडले जाते.

आ. आंघोळीसाठी तुम्हाला अंदाजे किती पाणी लागतं? तुम्ही बनवलेल्या एक लिटरच्या भांड्यांचा उपयोग करून तुमचा अंदाज तपासून बघा. (कृतीपुस्तक पान १०५)

वर्गातील अनुभव

आंघोळीला किती पाणी लागते याविषयीचा मुलांचा अंदाज हा ४ लिटर ते ३० लिटरच्या दरम्यान होता. अंदाज त्यांनी घरी पडताळून पाहिला.

याठिकाणी आम्ही अशी चर्चा केली की आंघोळ करणे का आवश्यक आहे. मुले म्हणाली, की थंड व ताजे तवाने वाटावे, स्वच्छ राहावे. आपले शरीर स्वच्छ ठेवणे व स्वच्छ कपडे घालणे का आवश्यक आहे ? 'सुंदर दिसण्यासाठी', 'चांगला वास येण्यासाठी', 'सर्वांना आपण आवडावे यासाठी' हे काही प्रतिसाद ! मी त्यांना समजावून सांगितले की आंघोळ ही केवळ चांगले दिसण्यासाठी किंवा आईवडिलांनी घालून दिलेला त्रासदायक नियम म्हणून करण्याची गोष्ट नाही. अंगाची दुर्गंधी ही तुमच्या त्वचेवर सूक्ष्मजीवांची वाढ होत असल्याची निदर्शक आहे. धुळीमध्ये असे सूक्ष्मजीव असतात ज्यांच्यामुळे जीवाणूजन्य अथवा कवकजन्य त्वचारोग किंवा त्वचेखाली वाढणाऱ्या सूक्ष्म किटकांमुळे खरजेसारखेही त्वचारोग होऊ शकतात. आंघोळ करणे हे निरोगी राहण्यासाठी आवश्यक आहे. फक्त अती थंडी असेल त्या दिवशी किंवा खूप उष्ण कोरडी हवा असते त्या दिवशी रोजची आंघोळ आवश्यक असतेच असे नाही.

इ. तुमच्या कुटुंबात कशाकशासाठी पाणी वापरलं जातं त्याची एक यादी करा. वेगवेगळ्या गोष्टींसाठी तुमचं कुटुंब किती पाणी वापरतं त्याचा अंदाज घ्या. कृतीपुस्तकातील पान १०५ वर तुमचे अंदाज लिटर (लि.) आणि मिलीलिटर (मि.लि.) मध्ये लिहा.

मुलांचे प्रतिसाद

मुलांनी (शहरी) यादी केलेली पाण्याच्या वापराची उदाहरणे - दात घासणे, प्रातर्विधी (लघवी व शौच), पाय धुणे, आंघोळ, भांडी, कपडे, लादी इत्यादी धुणे, खिडक्या स्वच्छ करणे, पिणे, भाज्या शिजवणे, चहा बनविणे, पूजा करणे, झाडांना पाणी घालणे, सिमेंट कालविणे इत्यादी.

वर्गातील अनुभव

५ क मधील काही उपयोगांमध्ये लागणारे पाणी मुलांनी आधी मग किंवा तपेल्यांच्या रूपात सांगितले व नंतर त्याचे लिटर व मिली लिटरमध्ये रूपांतर केले.

कृतींमागील उद्दिष्ट

कृती ६-८ चा संबंध पाण्याचे प्रदूषण व स्वच्छ पाणी कसे मिळवावे याच्याशी आहे. या कृतींचा उद्देश प्रदूषित पाण्याचे आपल्या आरोग्यावर होणारे परिणाम मुलांना कळावे यासाठीची पार्श्वभूमी बनवणे असा आहे. हा विषय अधिक सविस्तर इयत्ता ५ वी मध्ये अभ्यासायचा आहे.

६. हे पाणी किती स्वच्छ आहे?

दोन वेगवेगळ्या ठिकाणांहून पेलाभर पाणी गोळा करा. पाण्याचा रंग कसा आहे? पाणी स्वच्छ आहे की गढूळ? पाण्यामध्ये काही तरंगताना दिसतंय का? पाण्याला वास येतोय का? येत असेल तर, कसा आहे वास?

पाणी काही वेळ तसेच राहू द्या. तळाशी काही साठलंय का?

एका स्वच्छ फडक्यामधून पाणी गाळून घ्या. फडक्यावर काही दिसते का?

पाण्यात साबणाचा चुरा घाला आणि ते जोराने ढवळा. फेस आला का?

थोडं पाणी एका बशीत घ्या. पाण्याचं बाष्पीभवन झाल्यानंतर बशीत काय उरलं?
(कृतीपुस्तक पान १०६)

वर्गातील अनुभव

आम्ही दोन प्रकारचे पाणी वापरले : नळाचे पाणी, गटाराचे पाणी
महानगरपालिकेच्या नळाचे पाणी - स्वच्छ पाण्यावर काहीही तरंगत नव्हते. त्याला क्लोरीनचा मंद वास होता. स्थिर ठेवल्यावर तळाशी काही जमा झाले नाही. गाळल्यावर गाळण कागदावर काही उरले नाही, या पाण्यात भरपूर फेस आला व बाष्पीभवनानंतर अत्यंत सूक्ष्म असा पांढरा अवक्षेप उरला.
नाल्याचे पाणी - पांढरट, गढूळ, मंद वास पण घाणेरडा नव्हता. निवळून गाळल्यावर काही माती खाली बसली पण पाणी गढूळच होते. साबणाचा फेस कमी झाला व बाष्पीभवनानंतर पांढरट तपकिरी अवक्षेप उरला.

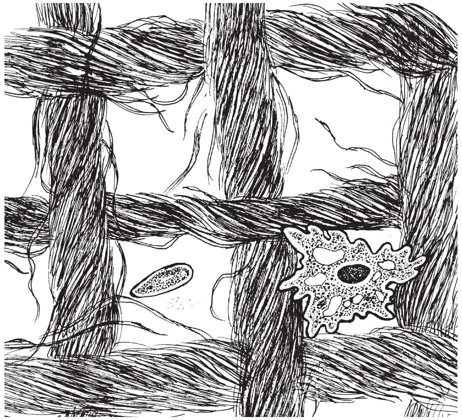
७. स्वच्छ पाणी कसे मिळवायचे? (२ तास; पापु पान ६७)

अ. एका काचेच्या पेल्यात अस्वच्छ पाणी ठेवा. थोड्या वेळाने पेल्याच्या तळाशी घाण जमली का ते बघा.
आता वरचं पाणी काळजीपूर्वक दुसऱ्या पेल्यामध्ये ओता. पाणी स्वच्छ करण्याच्या या पद्धतीला **निवळणे** असे म्हणतात.

हे निवळलेलं पाणी स्वच्छ आहे का? त्याचा तुम्हाला काय उपयोग करता येईल?(कृतीपुस्तक पान १०६)
हे निवळलेलं पाणी तुम्ही प्याल का? का किंवा का नाही?
पाण्यातली घाण लवकर तळाशी साठावी यासाठी काही करता येईल का? तुमच्या शिक्षकांना किंवा पालकांना विचारा.

वर्गातील अनुभव

कृती ६ इ मधील कृतीपुस्तिकेतील तक्ता भरतानाच मी 'निवळणे' या शब्दाचा परिचय करून दिला. निवळण्यामुळे काही अशुद्धी दूर करता येतात. पाण्यातून तुरटी फिरविल्यास माती पटकन खाली बसते. तुरटी मुळे काही जिवाणूही मारले जातात. तुरटीप्रमाणेच शेवग्याच्या सुकलेल्या बियांची पूडही साखळक म्हणून कार्य करते व धूळ, माती खाली बसते.



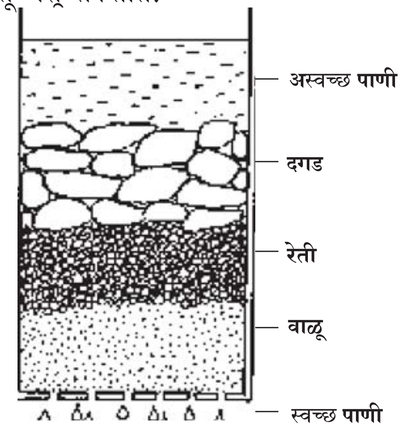
आ. हे पाणी आता सुती कपड्यामधून **गाळून** घ्या.

हा सुती कपडा सूक्ष्मदर्शिकेतून बघितल्यावर कसा दिसेल हे डावीकडच्या चित्रामध्ये दाखवले आहे. या चित्रात पान ६० वर दाखवलेले काही सूक्ष्मजीवसुद्धा दिसत आहेत.

या कपड्यातून गाळलेलं पाणी स्वच्छ असेल असं तुम्हाला वाटतं का? सूक्ष्मजीव या कपड्यामधून जाऊ शकतील का असं तुम्हाला वाटतं का? स्वच्छ कापडाच्या चार ते आठ पदरी घड्यांतून पाणी गाळल्यास बहुतेक सर्व हानिकारक सूक्ष्मजीव काढता येतात. (कृतीपुस्तक पान १०६)

गाळण्यामुळे गाळण्याच्या छिद्रांपेक्षा मोठ्या आकाराच्या निलंबित अशुद्धी दूर केल्या जातात. कापडाच्या अनेक घड्या घातल्या तर एक उत्तम गाळणी बनू शकते पण साध्या कापडातून अतीसूक्ष्म सजीव सहजपणे जाऊ शकतात हे वरील चित्रावरून स्पष्ट होईल. कोळशाच्या चुऱ्यातून गाळल्यास गाळण्यांची क्रिया अत्यंत प्रभावीपणे घडून येते कारण पाण्यातील सूक्ष्म अशुद्धी व काही विरघळलेले वायूही कोळशाच्या कणांना चिकटतात. साध्या गाळणीतून गाळलेले पाणी पिण्यासाठी निर्धोक नाही कारण गाळल्यानंतरही त्यात सूक्ष्मजंतू असू शकतात.

पाणी गाळण्याच्या वर्गातील साध्या पद्धती येथे दाखवल्या आहेत.



८. पिण्याचे पाणी(१ तास; पापु ६८, कृपु १०७)

कधीकधी पाणी अगदी स्वच्छ दिसते पण त्यात आपल्याला न दिसणारे सूक्ष्मजीव असतात.
सूक्ष्मजीवांचे बरेचसे प्रकार हानीकारक नसतात. पण जर काही हानीकारक सूक्ष्मजीव अन्नातून, पाण्यातून किंवा श्वासावाटे तुमच्या शरीरात गेले तरी तुम्ही आजारी पडू शकता. काही धोकादायक सूक्ष्मजीव पान ६० वर दाखवले आहेत. सूक्ष्मजीवांमुळे होणाऱ्या आजारांची नावे सांगा.
सुमारे दोन मिनिटे पाणी उकळत ठेवलं तर त्यातले बहुतेक सगळे सूक्ष्मजीव मारले जातात.
पाणी साठवण्यासाठी स्वच्छ भांडी वापरा. पिण्याचं पाणी झाकून ठेवा.
डबक्यांमध्ये किंवा उघड्या टाक्यांमध्ये पाणी साठू देऊ नका. डास आणि वाळूमाश्या (Sandflies) आपली अंडी अशा तुंबलेल्या पाण्यावर घालतात. हे कीटक आजार पसरवतात.
या गोष्टी पिण्याच्या पाण्याच्या स्त्रोताजवळ अजिबात करू नका.

कपडे आणि भांडी धुणे	आंघोळ करणे	कारखान्यांमधील सांडपाणी सोडणे
गुरं ढोरं स्वच्छ करणे	शौचास जाणे	

६व्या प्रकरणात अतिसारासारख्या रोगांना कारणीभूत ठरणाऱ्या व पाण्याद्वारे प्रसारित होणाऱ्या काही सूक्ष्मजीवांचा परिचय मुलांना झाला आहे. साधारणतः पाण्याचा विष्ठेशी संपर्क आल्यास हे सूक्ष्मजीव पाण्यात प्रवेश करतात. गोलकृमी, चपटेकृमी इत्यादींची अंडीही याच प्रकाराने पाण्यात येतात. विष्ठेमुळे दुषित झालेले पाणी प्याल्यास आपल्याला अतीसार, अमांश, हगवण, कॉलरा, टायफॉईड व अनेक प्रकारचे जंत होऊ शकतात. अतिसारावरील सविस्तर माहितीसाठी प्रकरण १० (पृष्ठ २३७) पाहा.
इतर हानीकारक प्रदूषके ही प्रामुख्याने रासायनिक असू शकतात. पारा, शिसे किंवा आर्सेनिकची संयुगे किंवा इतर विषारी कार्बनी रसायने हे सर्व नैसर्गिक स्त्रोतांपासून येऊ शकतात पण अनेकदा शेती व इतर उत्पादक प्रक्रिया (खते, किटकनाशके, तणनाशके - प्रकरण ८ (पृष्ठे २७८-२७९ व २८६) पाहा.) यासारख्या मानवी कृतींमधून हे प्रदूषण

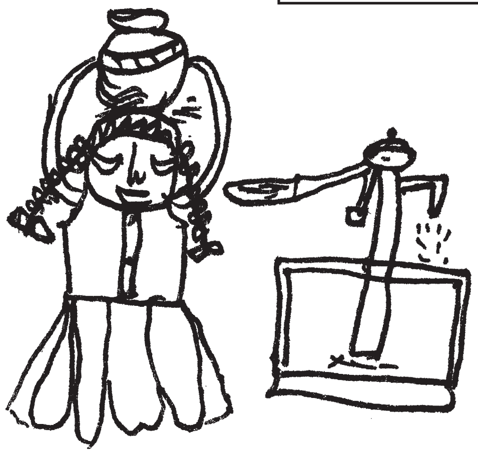
होऊ शकते. पाण्याचे मोठे साठे हे क्लोरीन, ब्लिचिंग पावडर किंवा पोटॅशिअम परमँगनेट वापरून शुद्ध करतात. ही रसायने सूक्ष्मजीवांचा नाश करतात पण निर्जीव प्रदुषके नष्ट करू शकत नाहीत.

९. पाणी वाचवा! (४ तास)

अ. तुमच्या घरी, शाळेत, शेजारी-पाजारी पाण्याची बचत करायची असेल तर काय काय करता येईल? (कृतीपुस्तक पान १०७)

मुलांचे प्रतिसाद अनेक मार्ग सुचविले गेले - उदाहरणार्थ, पिण्यासाठी पाहिजे तेवढेच पाणी ओतणे, नळाचे वा पंपाचे पाणी वाहते राहणार नाही याची काळजी घेणे, शॉवरचा वापर न करता बादलीतील पाण्याने आंघोळ करणे, झाडे लावणे, पाण्याची बचत करणे या विषयावर मुलांनी पोस्टर्स तयार केली.

आ. पाणी वाया जाताना तुम्ही कधी पाहिलं आहे का? तुमच्या आसपास एखादा गळका नळ किंवा पाईप आहे का ते शोधा. हे गळणारे पाणी गोळा करा. हे पाणी आणि ते जमा व्हायला लागलेला वेळ मोजा. यावरून एका दिवसात त्या नळातून किती पाणी वाया गेलं त्याचा हिशेब करा. पाणी वाया जाऊ नये यासाठी काहीतरी उपाय करा.



गरज नसताना नळ किंवा पाण्याचा पंप सुरू ठेवू नका. आंघोळ करताना किंवा दात घासताना नळ बंद करा.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी गळणारे नळ शोधण्याचे वारंवार प्रयत्न करूनही सुदैवाने शाळेमध्ये गळती सापडली नाही. परंतु काही मिनिटात किती थेंब पडतात हे मोजण्यासाठी पाण्याच्या टाकीचा नळ आम्ही गळत ठेवला.
१० मिनिटात आम्ही ३०० मिली. पाणी जमा केले. मुलांनी हिशोब केला की या वेगाने एक तासात १८०० मिली. पाणी वाया जाईल व २४ तासात ४३२०० मिली ४३ लिटरपेक्षाही जास्त पाणी वाया जाऊ शकेल. एवढ्या पाण्यात कदाचित चार जणांची आंघोळ होईल.

जर आपल्या आसपास साचलेले पाणी असेल तर आपल्याला (ॲनाफेलीस डासांमुळे) हिवताप, (क्युलेक्स डासांमुळे) हत्तीपाय, मेंदूज्वर (केमरूंमुळे) व काला आजार हे रोग होऊ शकतात. डबकी साचू न देणे, गटारे उघडी टाकणे व इमारतीवरच्या टाक्यांवर व्यवस्थित झाकण ठेवणे यातून या घातक आणि दीर्घमुदतीच्या आजारांचे पूर्णपणे निर्मूलन होऊ शकते.

इ. पावसाचे पाणी साठवून वापरण्याचे काही मार्ग आहेत का?

विचार करा! झाडे लावा! झाडांमुळे जमिनीतल्या पाण्याची बचत व्हायला मदत होते.

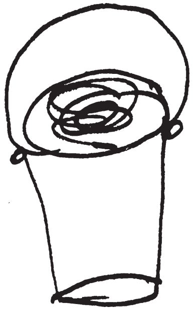
वर्गातील अनुभव

दुर्दैवाने ज्या ठिकाणी सार्वजनिक पाणी वितरणाची व्यवस्था असते तेथील लोक पावसाच्या पाण्याचा वापर याचा फारसा विचार करीत नाहीत. माझ्या वर्गातील मुलांसाठी तर ही पूर्णपणे नवीन अशी कल्पना होती. मी त्यांना सांगितले की गावात व काही मोठ्या शहरातही लोकांना पाण्याचा तुटवडा जाणवतो. अशा काही ठिकाणी त्यांनी पावसाचे पाणी अडवण्यास सुरुवात केली आहे. छतावर पडणारे पावसाचे पाणी एकत्रित करणे तसेच त्याला जमिनीत जिरवणे हे उपाय प्रामुख्याने केले जातात.

वर्षभर वापरासाठी पुरेसे पाणी उपलब्ध व्हावे म्हणून पावसाचे पाणी वाहून जाण्यापासून रोखणे म्हणजे उत्तम पाणी व्यवस्थापन पावसाच्या पाण्याची साठवण, वाहतूक व सुयोग्य वापर करण्याच्या अनेक पद्धती भारतीयांनी पूर्वापार जोपासल्या आहेत. 'तुम्हास हे माहीत आहे का ?' या भागात लिहिल्याप्रमाणे या पद्धतींमुळेच ज्या भागात वार्षिक पर्जन्यमान हे १० सेंमी. इतके कमी आहे. त्या भागातही लोक राहू शकतात. याउलट चेरापुंजी येथील वार्षिक पर्जन्यमान १००० सेंमी पेक्षाही जास्त आहे. त्याची सरकारी नोंद पाण्याचे आत्यंतिक दुर्भिक्ष्य असलेले ठिकाण अशी आहे.

भूजल पातळीमध्येही सातत्याने वाढ करण्याची आवश्यकता आहे. तळी व पाझर तलाव तसेच वनस्पतींचाही यासाठी उपयोग होतो. कोणतीही झाडे मग ती झुडूपे असोत वा गवत, शेती असो किंवा जंगल त्यांच्यामुळे पाऊस थेट जमिनीवर आघात करू शकत नाही व वाहून जाणाऱ्या पाण्याच्या लोंढ्याला अटकाव होतो. मुळे माती घट्ट धरून ठेवतात व त्याबरोबरच ती मोकळीही राहते ज्यामुळे पाणी आतपर्यंत झिरपण्यास मदत होते. कुजलेल्या सेंद्रीय पदार्थांमुळेही माती वाहून जात नाही, पाणी जमिनीत मुरते व भूजल म्हणून साठवले जाते.
साचलेल्या पाण्याची डबकी तयार होऊ नयेत म्हणून पावसाचे कमी प्रमाणात साठविलेले पाणी त्वरित उपयोगात आणण्याची आवश्यकता आहे. मोठ्या टाक्यांमध्ये गप्पी माशांची पैदास केल्यास डासांना आळा बसतो. अशा प्रकारचे सामुदायिक प्रयत्न तुमच्या भागात होतहीं असतील.

१० लिटर



शब्द शिका

डबकं	विहीर	धरण	दलदल
तलाव	पंप	कालवा	साचलेलं पाणी
सरोवर	कूपनलिका (बोरवेल)	सिंचन	स्त्रोत
झरा	पाझर		

नावे सांगा आणि चित्रे काढा (१२ तास + गृहपाठ; कृपु पान १०७)

१. तुमच्या घरी आणि शाळेत पाणी साठवण्यासाठी वापरण्यात येणारी भांडी घ्या. भांड्यांची पाणी साठवण्याची क्षमता किती आहे याचा अंदाज करा. लिटर किंवा मिलीलिटरमध्ये शक्य झाल्यास तुमचा अंदाज तपासून बघा.

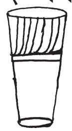
१० लिटर

१२ लिटर

९ लिटर

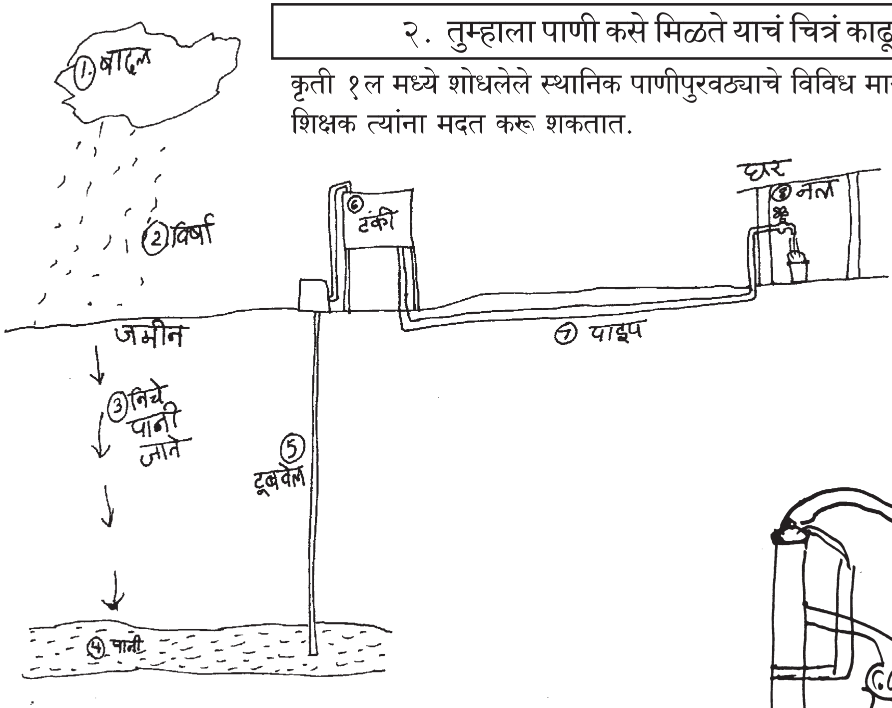
१८०० मिली.

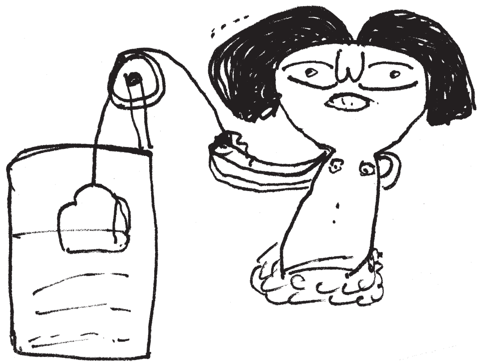
२५० मिली.



२. तुम्हाला पाणी कसे मिळते याचं चित्रं काढून वर्णन करा.

कृती १ल मध्ये शोधलेले स्थानिक पाणीपुरवठ्याचे विविध मार्ग चित्राद्वारे मुलांनी व्यक्त करावे यासाठी शिक्षक त्यांना मदत करू शकतात.





३. पाणी वाचवण्यासाठी काय काय करावं हे दाखवणारं एक भिंत्तीपत्रक तयार करा.

कृती ९ बरोबर केले आहे

प्रश्न तुमच्या आवडीचे! (कृपु पान १०९)

१. तुमच्या घरी पिण्याचं पाणी कुठून येत? विहीर, नदी, तलाव की आणखी कुठून?

२. या पाण्याच्या स्त्रोतांचा लहानांपासून मोठ्यांपर्यंत क्रम लावा.

सरोवर महासागर तळं दवबिंदू डबकं समुद्र

दवबिंदू, डबके, तळे, तलाव, समुद्र, महासागर

३. विहिरीतून पाणी वर कसे काढतात? कोणत्याही तीन पद्धती सांगा.

दोराला बांधलेली बादली, कप्पी, रहाट, हातपंप, डिझेल किंवा इलेक्ट्रिक पंप.

४. खालीलपैकी कुठल्या गोष्टीसाठी अगदी स्वच्छ पाणी लागते?
कुठल्या गोष्टींसाठी पाणी थोडेसे अस्वच्छ असले तरी चालेल?
पिण्यासाठी झाडांना घालण्यासाठी आंघोळीसाठी फरशी धुण्यासाठी

पिण्यासाठी आपल्याला अत्यंत शुद्ध पाण्याची आवश्यकता आहे ज्यात न्यूनतम सूक्ष्मजीव व इतर अशुद्धी असतील. (सूक्ष्म प्रमाणात असलेले काही क्षार निरुपद्रवी किंवा उपयुक्तही ठरू शकतील.) आंघोळीसाठी कमी शुद्ध पाणी चालेल. झाडांना अस्वच्छ पाणी घातले तरी चालेल पण त्या पाण्यात रासायनिक अशुद्धी असतील उदा. कारखान्यातील सांडपाणी, तर त्या झाडांना व आपल्यालाही घातक ठरतात. फरशी धुण्यासाठी सुद्धा अतीशुद्ध पाणी वापरण्याची आवश्यकता नाही.

५. तुम्ही रोज किती लिटर पाणी पिता?

वर्गातील अनुभव

तिसऱ्या इयत्तेत मुलांनी ते दिवसभरात किती भांडी पाणी पितात ते मोजले होते. आता त्यांना हे ही माहीत होते की मध्यम आकाराच्या भांड्यात साधारणतः २०० मिली पाणी मावते त्यामुळे आकडेमोड करून व थोडा अंदाज करून त्यांना या प्रश्नाचे उत्तर देता आले. आपल्याला रोज साधारणपणे दीड लिटर पाणी पिण्याची आवश्यकता आहे.

६. दात घासण्यासाठी किती मिलीलिटर पाणी तुम्हाला लागते?

कृती ५व बरोबर केले आहे.

७. स्वयंपाकघरात पाणी कोणकोणत्या गोष्टींसाठी वापरले जाते?

धुणे, भिजवणे, मिसळणे, उकळणे, वाफवणे ही स्वाभाविक उत्तरे आहेत. पण भाजणे, तळणे, लाह्या करणे ही उत्तरे ही शक्य आहेत. यात प्रत्यक्षात जरी पाणी वापरले जात नसले तरी त्यांच्यामध्ये पाणी असते.

वर्गातली चर्चा (कृपु पान ११०)

१. तुमच्या घरात किंवा घराजवळ स्वच्छ पिण्याचं पाणी मिळतं का? तुमच्या गावात किंवा विभागात राहणाऱ्या सगळ्यांना पाणी सहज मिळतं का? स्वच्छ पाणी मिळविण्यासाठी काही अडचणी येतात का? या अडचणींमधून मार्ग कसा काढता येईल?

काही मुलांसाठी पाण्याची कमतरता ही त्यांच्या जीवनाचाच एक भाग असू शकते तर काही जी शहरातील संपन्न भागात राहतात त्यांना या प्रश्नांची जाणीवच नसेल. आसपासच्या भागात काय परिस्थिती आहे याचे निरीक्षण व घरातील मोठ्या मंडळींशी चर्चा उपयुक्त ठरू शकते.

२. तुम्ही कधी पाणी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी घेऊन जाता का? असं का करावं लागतं?

राहण्याच्या भागानुसार उत्तरे बदलतील. काही शाळांमध्येही शुद्ध पिण्याचे पाणी उपलब्ध नसते.. प्रवासात मुलांनी पाणी वाहून नेले असण्याची शक्यता आहे.

३. तुमच्या घरातील एक किंवा जास्त व्यक्ती सगळ्या कुटुंबासाठी पाण्याची सोय करतात का? सगळ्यांना स्वच्छ पिण्याचं पाणी मिळेल याची काळजी ते घेतात का? हे काम कोण करतं? दुसरी कोणी व्यक्ती हे काम का करत नाही?

हे काम महत्त्वाचं आहे पण नेहमीच गृहीत धरले जाते. सहसा घरातील महिला व मुलीच हे काम करतात.

४. तुमचं पिण्याचं पाणी निवळलेलं आहे की गाळलेलं? ही कामं कोण करतं? कुठे? पाणी गाळण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती कोणत्या?

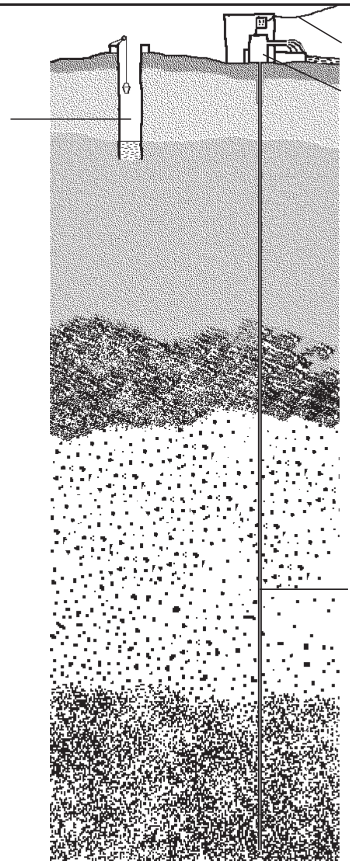
ही माहिती स्थानिकरीत्या मिळविण्यासाठी कदाचित शिक्षकांना मदत करावी लागेल. साधारण माहिती ही नागरिकशास्त्राच्या पुस्तकात स्थानिक स्वराज्य संस्थांची कामे या अंतर्गत मिळू शकेल.

काय सारखे? काय वेगळे? (कृपु पान ११०)

१. खाली दिलेल्या गोष्टींमध्ये दोन सारखेपणाचे व दोन फरकाचे मुद्दे लिहा.

अ. तलाव आणि नदी

दोन्ही पाण्याचे स्त्रोत आहेत. त्यांचे पाणी हे सहसा खारे नसते. नदी नैसर्गिक आहे, तिला भिंती नसतात. (आपण घाट, बंधारे व धरणे बांधली नाहीत तर) तलाव हा लोकांकडून बांधला जातो. नदीचे पाणी वाहते तर तलावाचे स्थिर असते.



आ. विहीर आणि कूपनलिका (बोरवेल)

जमिनीखालचे पाणी मिळविण्यासाठी या दोन्ही प्रकारच्या विहिरी माणसांद्वारे खणल्या जातात. विहीर कमी खोल असते. साधारणतः ५-१० मिटर तर कूपनलिका या १०० मिटर किंवा त्याहून अधिकही खोल असू शकतात. विहीर रुंद असते तर कूपनलिका (नलिकाविहीर असेही म्हणतात) ही एक साधारणपणे १० सेंमी. व्यासाची नलिका असते. कूपनलिका खोल असल्याने त्यातून पाणी काढण्यासाठी पंपाची आवश्यकता असते.

२. या गटात वेगळे कोण?

अ. पाईप, कालवा, विहीर, ओढा

आ. समुद्र, जलाशय, नदी, महासागर, टाकी

इ. महासागर, खाडी, तलाव, समुद्र

काही संभाव्य उत्तरे

(अ) विहीर - कारण त्यातील पाणी वाहत नसते.

(आ) टाकी - कारण ती माणसानी बांधलेली असते.

(इ) खाडी - कारण त्याचे पाणी खालच्या दिशेने वाहते.

सांगा आणि लिहा. (कृपु पान ११०)

१. जेव्हा पाणी संपून गेलं.

एका मुलाचे लेखन 'रोज सकाळी आमच्या घरी नळातून पाणी येते पण एका दिवशी आमच्या घराजवळच पाण्याचा मोठा नळ फुटला. रस्त्यावर पाणीच पाणी आले पण घरात मात्र पाणीच नाही. मी तीन दिवस आंघोळ केली नाही. पिण्यापुरते पाणी आणण्यासाठी आम्हाला विहिरीवर जावे लागले.

विचारा आणि शोधून काढा (कृपु पान ११२)

१. तुमच्या गावात, शहरात किंवा महानगरात पावसाचं पाणी वापरण्यासाठी साठवतात का? कसं? बहुतेक सगळी मोठी शहरे ही नदीच्या किनाऱ्यावर किंवा मोठ्या सरोवराजवळ वसलेली आहेत. अशा काही शहरांची आणि ती शहरे ज्या नद्यांच्या, सरोवरांच्या जवळ वसलेली आहेत त्यांची नावे शोधा.

या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठी मुलांनी नकाशा वाचन केले पाहिजे. भारतातील नद्यांच्या काठी वसलेली काही प्रमुख शहरे व तीर्थस्थाने यांची यादी पुढील पानावर दिली आहे. स्थानिक पातळीवर काही अधिक उदाहरणे सापडू शकतील. काही प्राचीन संस्कृती या नदीच्या काठी वसवल्याचे व जगभरातही काही आधुनिक शहरे ही अत्यंत प्रसिद्ध नद्यांच्या काठावर वसल्याचे कदाचित मुलांनी ऐकले असेल.

नदीकाठावरील काही भारतीय शहरे
यमुना - दिल्ली, मथुरा, आग्रा, अलाहाबाद
गंगा - हरिद्वार, ऋषिकेश, कानपूर, अलाहाबाद (संगमावर), वाराणसी, पाटणा, भागलपूर.
हुगळी - कलकत्ता, हलदिया
नर्मदा - जबलपूर, होशंगाबाद, भरुच
तापी - भूसावळ, सुरत
साबरमती - अहमदाबाद
महानदी - कटक
गोदावरी - नाशिक, नांदेड, भद्राचलम राजमहेंद्री
कृष्णा - सांगली, सातारा, श्रीशैलम, कर्नुल, विजयवाडा
कावेरी - म्हैसूर, श्रीरंगपट्टम्, कुंभकोणम, तिरुचिरापल्ली.

तलावांच्या, सरोवरांच्या काठी वसलेली भारतातील काही शहरे
दाल सरोवर - श्रीनगर
पिछोला, फत्तेहसागर व उदयसागर तलाव - उदयपूर
बडा तालाब व छोटा तालाब - भोपाळ
चिल्का सरोवर - भुवनेश्वर

२. तुमच्या गावात किंवा शहरात आज तुम्ही वापरता तेच पाण्याचे स्रोत पूर्वीही वापरले जायचे का? त्यांचे पाण्याचे स्रोत कोणते होते?

३. तुमच्या भागात पूर्वी वापरले जाणारे, विहिरी, पाण्याच्या टाक्या यासारखे पाण्याचे स्रोत शोधून काढा. आता हे स्रोत वापरले जातात का? का वापरत नाहीत? शोधून काढा.

अनेक भागांमध्ये जसजशी लोकसंख्या वाढू लागली तसे पाण्याचे नवीन स्रोत शोधले गेले व जुने स्रोत कालबाह्य ठरले. शहरांमध्येही जुन्या विहीरी, तलाव तुम्हाला पाहायला मिळतील पण गैरवापराने तेथील पाणी खराब झालेले असेल. अनेक पुरातनकाळच्या पाणी व्यवस्थापनाच्या पद्धतींमध्ये त्या क्षेत्राच्या

भौगोलिक आराखड्याचा अत्यंत कल्पकतेने वापर करून घेतलेला दिसतो. अशी उत्तम पाणी व्यवस्थापन पद्धतींची उदाहरणे स्थानिक स्तरावरही सापडतील. तर दुसरीकडे पूर्ण देशभर अशीही उदाहरणे पाहायला मिळतील तिथे पारंपरिक पद्धतींकडे दुर्लक्ष व नवीन पद्धतीतील अव्यवस्था किंवा गैरवापर यातून गंभीर पाणीसमस्या व दुष्काळी परिस्थिती निर्माण झाली आहे.

४. दुष्काळ पडणे आणि पूर येणे आपण थांबवू शकतो का? कसं?

वर्गातील अनुभव

पहिल्या प्रकरणात (पान ५२) पूरपरिस्थितीवर नियंत्रण ठेवण्याच्या मार्गाविषयी आपण चर्चा केली आहे. भूजल पातळी उंचावणे या व्यतिरिक्त पुराचे पाणी साठवता येईल, अशा ठिकाणी वळवणे ते व उर्वरीत ऋतुंमध्ये वापरता येणे, अनियंत्रित वृक्षतोड रोखणे, झाडे लावणे हे उपाय सुचविले आहेत - हेच सर्व उपाय दुष्काळ नियंत्रणासाठीही उपयुक्त आहेत.

माझ्या वर्गातील शहरी मुलांनी पाण्याची मर्यादित उपलब्धता ही अपरिहार्यता म्हणून स्विकारली होती. उन्हाळ्यातील पाण्याचा तुटवडा त्यांनी अनुभवला होता पण भयंकर दुष्काळाचा अनुभव त्यांना कधीच नव्हता. इतर ठिकाणच्या दुष्काळाविषयी त्यांनी ऐकले होते. मी त्यांना सांगितले की पाणी साठवणे व वाहून नेणे यासाठी कार्यक्षम उपाययोजना केली तर दुष्काळ, पाण्याचा तुटवडा ह्या गोष्टीचे प्रमाण शहरात कमी होईल. आपल्या देशातील अनेक ठिकाणी पाण्याची कमतरता जाणवते. यामुळेच दिवसातील काही ठराविक वेळेला पाणी येते, काही ठिकाणी पाच किंवा त्यापेक्षाही अधिक दिवसातून एकदा पाणी येते. यामुळे शहरी व ग्रामीण भागांसाठीही उत्तम पाणी व्यवस्थापन, योग्य नियोजन व पाणी साठवण्यासाठी टाक्या बांधणे याची आवश्यकता आहे.

शोधा म्हणजे सापडेल! (कृपु पान ११२)

१. पृथ्वीवरील एकूण पाण्यापैकी ९७% पाणी हे समुद्र आणि महासागरांमध्ये आहे. तुम्ही जे पाणी पिता ते कधी काळी महासागरामधूनही आलं असेल. त्यावेळी त्यात मीठ असेल. पाण्यातून विरघळलेलं मीठ वेगळं कसं झालं असेल?

वर्गातील अनुभव

मुलांना टक्केवारीचा फारसा परिचय नव्हता. परंतु त्या भागाविषयी मी स्पष्टीकरण दिल्यानंतरही मुले माझ्या या प्रश्नाने गोंधळात पडली. त्यांना जलचक्र नीट माहिती असले तरी त्याचा संबंध या प्रश्नाशी त्यांना जोडता

आला नाही. काहींनी घाईघाईने सांगितले की समुद्राचे पाणी गाळले तर मीठ वेगळे होईल. तर काहींना पाण्यापासून मीठ वेगळे करणाऱ्या यंत्राचीही कल्पना सुचली. (काही अरब राष्ट्रांमध्ये बाष्पीभवन किंवा (Reverse osmosis) वर आधारित निर्लवणीकरण (Plant) खूप खर्चिक असले तरी वापरले जातात.) अनेक सूचक गोष्टी सांगितल्यानंतर मुलांना अंदाज आला की मी सूर्याच्या उष्णतेने होणाऱ्या बाष्पीभवनाकडे लक्ष वेधित आहे. मेक्सिको व आफ्रिकेतील काही जमाती खाऱ्या पाण्यापासून पिण्यायोग्य पाणी मिळविण्यासाठी बाष्पीभवन व सांद्रन प्रक्रियेचा वापर करतात.

२. पाणी टीपकागदामधून जाऊ शकतं. वाळू टीपकागदामधून जाऊ शकत नाही. मिनीने टीपकागदाचा कोन तयार केला आणि तो कोन एका नरसाळ्यामध्ये ठेवला. त्यात तिने वाळूमिश्रित पाणी ओतले. आता बरणीत काय येईल?

अ. फक्त वाळू

ब. फक्त पाणी

क. पाणी आणि वाळू

ड. काहीच नाही

३. रोज सकाळी अप्पू एका मडक्यात पिण्याचे स्वच्छ पाणी भरायचा. कधीकधी घरातले सगळेजण ते पाणी पिऊन संपवायचे तर कधीकधी बरचंसं पाणी मडक्यात उरायचं. अप्पूने एक आठवडाभर किती पाणी मडक्यात उरलं आहे ते एका पेल्याने मोजलं आणि एक आलेख काढला.

अ. ३ मे आणि ५ मे ला किती पेले पाणी उरलं?

३ व ५ पेले

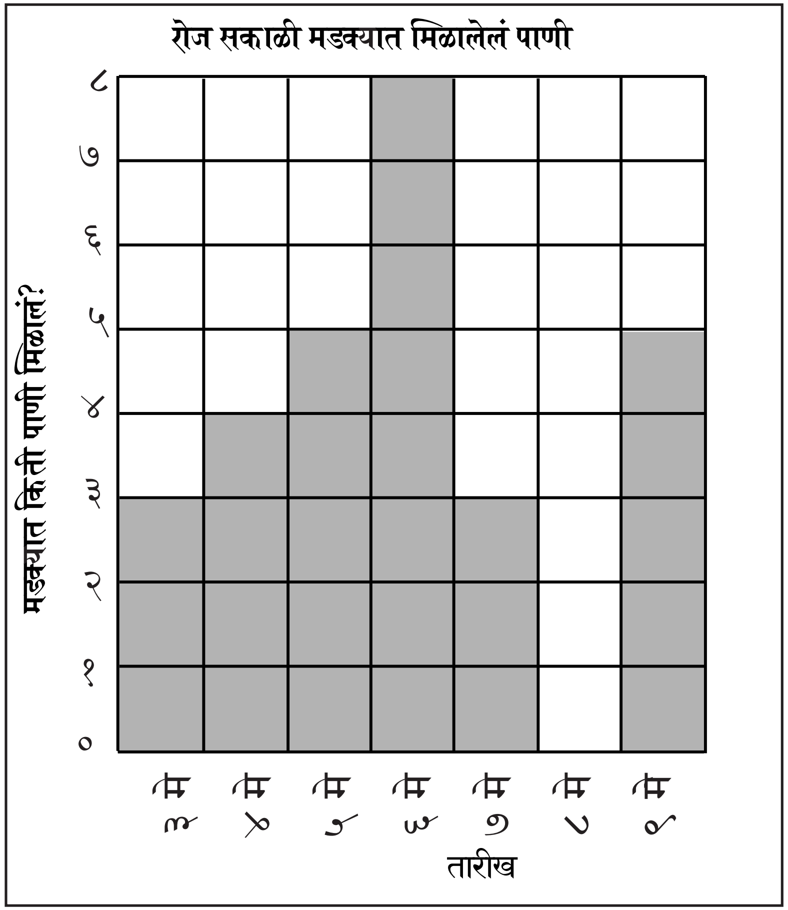
आ. एक दिवस त्यांच्याकडे पाहुणे आले होते. ते कोणत्या दिवशी आले असतील?

७ मे

इ. एक दिवस घरातली सगळी मंडळी जत्रेला गेली होती. कोणत्या दिवशी गेली असतील?

५ मे

३ अ हा प्रश्न सोपा असला तरी ३आ व ३इ मध्ये मुलांच्या हे लक्षात येणे आवश्यक आहे की कोणत्याही सकाळी आढळून आलेला पाणी साठा हा आधीच्या दिवसाचा वापर सुचवतो. ह्या निष्कर्षा प्रत येणे काही मुलांना अवघड जात होते. पहिल्या प्रकरणातील पावसाच्या आलेखातही (शोधा म्हणजे सापडेल - ४) कोणत्याही दिवशी मोजलेली पाण्याची पातळी आधीच्या दिवसाविषयी माहिती देते, पण येथे एखाद्या विशिष्ट दिवशीची पाण्याची पातळी किती ? असे विचारून प्रश्न थोडे सोपे केले होते.



दाखवा आणि सांगा. (कृपु पान ११३)

१. पाणी पुरवठ्याच्या समस्येवर वर्तमानपत्रं किंवा मासिकांमध्ये आलेला लेख मिळवा. वर्गात तो समजावून सांगा.

विचारा प्रश्न (कृपु पान ११४)

१. आपण पाणी कसं वापरतो यावर प्रश्न विचारा आणि उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करा.

मुलांचे प्रश्न **समुद्राचे पाणी खारट का ?**

मुलांचे उत्तर समुद्राचे पाणी खारट कसे झाले याविषयी अनेक कथा मुलांनी ऐकल्या होत्या. पुराणातील अनेक कथांपैकी एक म्हणजे समुद्राच्या तळाशी एक जातं आहे जे सातत्याने मीठ दळत राहते तर दुसऱ्या कथेनुसार मीठ वाहून नेणारे एक जहाज बुडाल्यामुळे हे पाणी खारट आहे. एका मुलाने या कथेला हरकत घेतली की समुद्रातील मीठाचे प्रमाण हे जहाजभर मीठापेक्षा कित्येक पटीने जास्त आहे. एका मुलाने ऐकले होते की नद्या, ओहोळ हे खडक व मातीमधील क्षार विरघळवून स्वतःबरोबर समुद्रात वाहून नेतात. पण तरी प्रश्न उरलाच की समुद्राचे पाणी नद्यांच्या तुलनेत इतके खारट का ?

नद्यांमधील पाणी हे पावसाच्या रूपाने आधीच्या वर्षीही आलेले असू शकते. प्रत्येक वर्षी नद्या थोडे क्षार समुद्रात वाहून आणतात. शास्त्रज्ञांच्या म्हणण्यानुसार क्षारांचे सातत्यपूर्ण होणारे संचयन व त्याच्या जोडीने होणारे सततचे बाष्पीभवन यामुळे समुद्राचे पाणी नेहमीच खारट होत राहते. नंतर या मानण्याला पुष्टी देणारे पुरावेही सापडले. त्यानुसार समुद्राचा खारटपणा हा गेल्या १.५ ते २ अब्ज वर्षापासून जवळजवळ स्थिर आहे. आता शास्त्रज्ञ असे मानतात की समुद्रातील क्षार हे आम्लांची खडकांबरोबर अभिक्रिया होऊन ३.५ ते २ अब्ज वर्षे पूर्वीपासून निर्माण झाले प्रती वर्षी ओहोळांद्वारे जे क्षार समुद्रात वाहून नेले जातात त्यांचे समुद्रतळाशी संचयन होण्याचे प्रमाण सारखे असल्याने समुद्राचा खारटपणा स्थिर राहतो.

पावसाळ्याव्यतिरिक्त (कोरड्या ऋतुंमध्ये) नद्यांना पाणी कोठून मिळते ?

आधीच्या चर्चेतून हा प्रश्न पुढे आला. आपल्याकडे पावसाळा हा वर्षातील जास्तीत जास्त ३ ते ४ महिने असतो. तरीही नंतरच्या काळात मोठ्या नद्यांतील पाणी सातत्याने वाहत जाऊन समुद्राला मिळते. पाण्याचा हा सातत्यपूर्ण पुरवठा नद्यांना कोठून होतो ?

पावसाद्वारे पाणीपुरवठा होणाऱ्या नद्यांमध्ये उन्हाळ्यात आढळणारे पाणी हे पावसाळ्यात जमिनीत मुरलेले भूजल असते. उन्हाळ्यात केशाकर्षणाने ते हळूहळू जमिनीतून वर येते. पावसाळा संपल्यानंतर वनस्पतीही याच पाण्याचा वापर करतात. यापैकी काही पाण्याचे बाष्पीभवन होते तर काही ओहोळ व नद्यांमधून वाहते. उत्तरेतील नद्या ज्यांना बर्फाद्वारे पाणी मिळते त्यांना उन्हाळ्यात हिमालयातील बर्फ वितळल्यामुळे ते पाणी मिळते.

माणसे एवढ्या खोलवर विहिरी कशा खोदतात ? व ते परत वरे कसे येतात ?

अजब खजिना!!!

जर आपण पाणी साठवले, सर्वांनी वाटून घेतले आणि काळजीपूर्वक वापरले तर पाणी सगळ्यांना पुरेल.

फार पूर्वीपासून भारतीयांनी पावसाचे पाणी साठवण्याचे, वाहून नेण्याचे आणि वापरण्याचे अनेक मार्ग शोधून ठेवले होते. इ.स. पूर्वी ३०००–१५०० साली सिंधू नदीच्या खोऱ्यातील वसाहतींमधील लोकांनी धरणे बांधली होती. विहीरी आणि कालवे खणले होते. राजस्थानच्या वाळवंटातील काही भागात दरवर्षी फक्त १० सें.मी. पाऊस पडतो. तेथील लोक पावसाचं पाणी साठवून वर्षभर वापरतात.

आपण पाणी साठवलं नाही तर ....?

मेघालयाच्या डोंगरामधील चेरापुंजी या गावात भरपूर पाऊस पडतो. दरवर्षी तिथे ११४० सें.मी. पाऊस पडतो. तरीसुद्धा तिथे पाण्याची टंचाई निर्माण होते कारण पावसाचं पाणी डोंगर उतारांवरून वाहून जातं आणि साठवलं जात नाही.

पूरक प्रश्न

१. अशी एखादी वस्तू सांगा जी एका स्थितीत ठेवल्यास पाण्यावर तरंगते पण जर तिची स्थिती बदलली तर ती बुडते.

२. काच, धातू व प्लॅस्टिक अशा तीन प्रकारच्या भांड्यावर किती पाण्याचे सांद्रन होते त्याची तुलना कशी कराल ?

३. दोन सफरचंदांपैकी कशात जास्त पाणी आहे ते कसे शोधाल ?

४. ओला शर्ट वाळताना त्यातील पाणी कोठे गेले ते कसे शोधाल ?

५. खालीलपैकी कशाकशात पाणी आहे ? कशात अगदी थोडे पाणी, खूप पाणी किंवा पाणीच नाही ते सांगा. कोबी, लाकडी टेबल, संगमरवर, आंबा, सुती कापड, कच्चा बटाटा, झुरळ, केस.

६. तळे किंवा नदीतील पाणी पिण्यापेक्षा तळे अथवा नदीजवळ बांधलेल्या विहिरीतील पाणी पिणे चांगले असे का ?
(तळे अथवा नदीतील पाणी अस्वच्छ असू शकते पण विहिरीतील पाणी मात्र मातीच्या थरांमधून नैसर्गिकरीत्या गाळले जाते. पण अस्वच्छ पाणी जर विहिरीजवळच्या जमिनीतून झिरपून आले तर ते विहिरीतील पाणीही अशुद्ध करू शकते. कूपनलिकेतील पाणी मात्र खूप खालच्या थरातून येते त्यामुळे स्वच्छ असते.)

७. वेगवेगळ्या स्रोतांद्वारे मिळणाऱ्या पाण्याची चव वेगळी असते का ?
(हो, विरघळलेल्या पदार्थांमुळे)

भाग ४

अन्न

आठवा धडा	अन्न येतं तरी कुठून?
नववा धडा	शरीरात अन्नाचे काय होते?
दहावा धडा	बाहेर काय टाकले?

दृष्टिक्षेप

उद्‌दीष्टे **अन्नाची निर्मिती शरीरातील त्यांचे रुपांतर आणि आपल्या निरुपयोगी अन्नाची विल्हेवाट याबद्दल समजून घेणे.**

४.१ वेगवेगळ्या अन्नपदार्थांची माहिती गोळा करणे- वनस्पतींमधील आणि प्राण्यांमधील त्यांचा उगम.

अ. काही अन्न देणाऱ्या वनस्पती आणि त्यांचे खाण्यायोग्य भाग.

ब. प्राणी - अन्न देणारा एक स्रोत

क. पाळीव/घरगुती प्राण्यांच्या अन्नविषयक गरजा

४.२ स्थानिक अन्न पिकांची माहिती करुन घेणे.

४.३ भातशेतीमधील विविध टप्प्यांची कल्पना समजून घेणे.

४.४ अन्न वाढविणे आणि त्यावर प्रक्रिया करणे यातील काही क्रिया स्वत: करुन बघणे.

४.५ घरात आणि घराबाहेरील काही वनस्पतींवरील कीटकांचे निरीक्षण करणे, कीटकनाशकांचा उपयोग आणि दुष्परिणाम यांची जाणीव असणे आणि पीक आणि धान्याच्या सुरक्षिततेसाठी पर्यायी पद्‌धतींचा विचार करणे.

४.६ रासायनिक खतांचे उपयोग आणि दुष्परिणाम यांची माहिती असणे आणि उपलब्ध पर्यायांचीही माहिती असणे.

४.७ आपल्या स्वत:च्या अन्नग्रहणाच्या सवयी तपासून बघणे, अन्नाची नासाडी टाळणे आणि मुबलक अन्नसाठा असूनही अनेकांच्या नशिबी उपासमार आहे याची जाणीव असणे.

४.८ आपल्या पचनसंस्थेची रचना समजून घेणे (सहाय्यक अवयवांच्या संदर्भाशिवाय)

४.९ अन्नाचे शरीरांतर्गत रुपांतर आणि त्याचा शरीरात होणारा स्वीकार याची माहिती होणे (भौतिक आणि रासायनिक बदलांची तसेच वेगवेगळ्या मोजमापाची कल्पना, विविध अनुभवांतून करुन देणे)

४.१० अन्नपचन सर्व प्राणीमात्रांमध्ये घडून येते याची जाणीव असणे.

४.११ मानवांमुळे मोठ्या प्रमाणात टाकाऊ अन्नाची निर्मिती होते याची जाणीव असणे आणि या टाकाऊ पदार्थांची विल्हेवाट कशी लावायची याबद्दल प्रश्न विचारणे.

४.१२ आपले टाकाऊ अन्न/विष्ठा संपविण्यामधील इतर प्राण्यांची मदत-याची जाणीव असणे.

४.१३ प्राणी आणि वनस्पतींच्या घटकांचे सूक्ष्मजीवांनी केलेले विघटन-याची जाणीव असणे.

४.१४ सूक्ष्मजीव निर्माण करणाऱ्या धोक्यांची जाणीव असणे तसेच नैसर्गिक संसाधने पुनर्चक्रित करण्यामध्ये सूक्ष्मजीव महत्त्वाची भूमिका बजावतात याची जाणीव असणे.

४.१५ मैल्याची विल्हेवाट लावण्याच्या पद्धती शोधणे, मैल्याची आणि कचऱ्याची योग्य विल्हेवाट लावली नाही तर आपल्या आरोग्याला आणि जगण्यालाच धोका निर्माण होऊ शकतो याची जाणीव असणे.

४.१६ आपल्यासाठी आणि आपल्या पर्यावरणासाठी धोकादायक ठरणाऱ्या प्रवृत्तींना जाब विचारणे.

या घटकात नवीन काय?

आपण स्वत: नैसर्गिक साधनसंपत्ती कशी वापरतो हे तपासत नैसर्गिक साधानसंपत्तीची कल्पना मुलांपर्यंत पोहचविणे हे होमी भाभा अभ्यासक्रमाचे मुख्य उद्दिष्ट आहे. आपल्या आयुष्यात आपण वापरत असलेल्या प्रत्येक गोष्टीला ‘ही गोष्ट कुठून आली?’ आणि ‘शेवटी ती कुठे जाईल?’, हे प्रश्न आपण विचारले पाहिजेत. या दृष्टीकोण अन्न या घटकात दर्शविला आहे.

दैनंदिन जीवनातील चौकसपणा या घटकात वापरला आहे. सामान्यत: एकमेकांशी संबंधी नसलेले परंतू बहुतांश गुंतागुंतीचे असलेले विषय- शेती, प्राणी आणि वनस्पतींचे उपयोग, अन्नाची सुरक्षितता, त्याची साठवण, आंबवणे, पचन, कचरा आणि मैल्याची विल्हेवाट, नैसर्गिक साधनसंपत्ती आणि पुनर्निर्मिती/पुनर्नूतनीकरण. समजण्यासाठी आकर्षक चित्रांचाही वापर केला आहे.

आठव्या धड्यात अन्न निर्मितीची ओळख करुन दिली आहे. ग्रामीण भागातील मुलांसाठी हा रोजचाच विषय असणार मात्र शहरी विभागातील मुलांना मात्र हा विषय अनोळखीच आहे. मात्र या धड्यासाठी करावी लगणारी निरीक्षणे, विश्लेषण आणि अभिव्यक्ती यांपासून मुलांना फायदाच होईल.

पचनसंस्थेच्या रचनेचा परिचय नवव्या धड्यातून करुन देण्यात आला आहे. पचनक्रियेत अन्नाचे बारीक कण काही प्रमाणात भौतिक प्रक्रियेने मात्र जास्त प्रमाणात रासायनिक क्रियेने केले जातात. नवव्या धड्यात मुलांना रासायनिक प्रक्रियेची तसेच अशी रुपांतर/बदल शरीरात घडत असतात याची अंधुकशी कल्पना मुलांना येईल.

दहाव्या धड्यात आपण फेकून देतो अशा गोष्टींवर लक्ष केंद्रित केले आहे- अन्न प्रक्रियेत वेळावेळी (ठिकठिकाणी) निर्माण होणारा कचरा आणि शेवटी घरगुती मैला. निरुपयोगी पदार्थांचे विघटन करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांच्या कृतींची कल्पना करणे इथे महत्त्वाचे आहे. चौथ्या धड्यात कुजणे (विघटन) हे वास आणि वायूंशी निगडीत आहे हे आपण बघितले. हवेतील आणि पाण्यातील सूक्ष्मजीवांशीही आपण ओळख करुन घेतली. आता सूक्ष्मजीव विघटन (तुकडे करणे) करण्यासाठी कारणीभूत ठरतात हे आपण शिकणार आहोत. वरवर पाहता विघटन ही त्रासदायक प्रक्रिया वाटू शकते मात्र खरं तर ही एक अत्यंत महत्त्वाची प्रक्रिया आहे, या प्रक्रियेत जिवंत अथवा मृत पदार्थांमधील पोषक घटकांचे पुनर्चक्रिकरण केले जाते.

आरोग्यदृष्ट्या आणि पर्यावरणीय दृष्ट्या सुरक्षित वृत्ती मुलांमध्ये निर्माण होण्याच्या दिशेने या घटकाची वाटचाल झाली पाहिजे. या घटकातील प्रश्नांची उत्तरे शोधताना सभोवतालच्या प्रौढ व्यक्तींना सामील करुन घ्यावे अशी अपेक्षा आहे त्यामुळे मोठ्यांच्या अनुभवांतून शिकण्याची संधी मुलांना मिळेल, त्याचबरोबर आरोग्याशी संबंधित, पर्यावरण आणि सामाजिक आणि राजकीय प्रश्नानाही या संदर्भात मुलांना स्पर्श करता येईल.

वेळापत्रक तास (३५ मिनिटांची एक तासिका)

धडा ८
तास १ ते १६ - कृती
तास १७ ते २८ - स्वाध्याय
धडा ९
तास २९ ते ४१ - कृती
तास ४२ ते ५१ - स्वाध्याय
धडा १०
तास ५२ ते ६८ - कृती
तास ६९ ते ७६ - स्वाध्याय

काही स्वाध्याय कृतींसोबत करायचा आहे तर काही स्वाध्याय गृहपाठ म्हणून करावा.

या घटका साठी जमवायचे साहित्य आणि माहिती

धडा ८- वेगवेगळे अन्नपदार्थ, तांदूळ आणि भाज्यांच्या वियांसहित धान्य आणि बिया, घरातील लागवडीसाठी ट्रे किंवा कुंड्या, घराबाहेरील लागवडीसाठी जागा आणि अवजारे, दळण्यासाठी गोल आणि चपटे दगड, मोजणीसाठी बाटलीची झाकणे, कीटकांनी हानी पोहचवलेल्या धान्याचे, वनस्पतीचे आणि भाज्यांचे नमुने, स्थानिक पिकांची माहिती, स्थानिक शेतीच्या कामांची माहिती, पेरणी आणि कापणीचा कालावधी आणि अवजारे.

धडा ९- पिष्टाच्या चाचणीसाठी थोडेसे अन्न पदार्थ, वापरलेल्या प्लास्टीकच्या पिशव्या, दुधाच्या रिकाम्या पिशव्या, स्टेपलर किंवा सुई आणि दोरा, पिकलेली केळी, प्रत्येक गटासाठी २० चौसेमी कापड, ताटल्या आणि चमचे, ७ मी. लांब दोरी, खुणा करण्यासाठी पेन.

धडा १०- विघटनासाठी थोडे अन्नपदार्थ, चार केळींची साले, चार कुंड्या किंवा घराबाहेर जागा, परिसरातील कचरा आणि मैला विल्हेवाटीबद्दल माहिती.

आठवा धडा ८

आपले अन्न कोठून येते ?

अन्नाबद्दल माहिती मिळवू!

१. अन्न कुठून येतं?

काल अप्पू आणि मिनीने पालक पनीर खाल्लं होते. ते कशापासून बनवलंय हे अप्पूला जाणून घ्यायचं होतं. आईने त्याला सांगितली, पालक पनीरसाठी लागणारी **सामुग्री** - पालक, पनीर (दुधापासून बनवलेलं), कांदा, लसूण, आलं, मिरच्या, हळद आणि मीठ.

तुम्ही आणि तुमच्या मित्रांनी अलीकडेच खाल्लेल्या अन्नपदार्थांची यादी तयार करा. त्या पदार्थांमध्ये काय सामुग्री होती ते शोधून काढा. (कृतीपुस्तक पान ११७)

त्या पदार्थांमधील प्रत्येक घटक कुठून मिळाला - वनस्पतीपासून, प्राण्यापासून की आणखी कुठून, ते शोधून काढा.

त्या प्राण्याचे, वनस्पतीचे नाव काय? (कृतीपुस्तक पान ११८)

वर्गातील अनुभव

या लहानशा गोष्टींने 'घटक' ह्या संकल्पनेचा परिचय करून देणे सोपे गेले. अनेक विद्यार्थ्यांना शिजवलेला भात, चहा, लिंबू पाणी, बटाट्याच्या सळ्या इ. पदार्थांचे घटक माहीत होते. थोड्याच विद्यार्थ्यांना आमटी सारख्या अधिक प्रक्रियायुक्त पदार्थांचे घटक सांगता आले. काहींनी स्वयंपाकघरात मदत केलेली होती तर काहींनी निरीक्षणावरून अंदाज केला. उदाहरणार्थ, भाजीत घातलेली मोहरी दिसते किंवा भाजीचा रंग पिवळा असेल तर त्यात हळद असली पाहिजे इत्यादी. विद्यार्थ्यांनी अन्न घटकांची नावे मातृभाषेत सांगितली तेव्हा मी त्यांना त्यासाठी इंग्रजीत शब्दांची स्पेलिंगसह ओळख करून दिली.
(बघा - हसत खेळत विज्ञान इयत्ता तिसरी, शिक्षक पुस्तिकेतील पान २३२ - २४३ वरील शब्दसारणी)
तिसऱ्या इयत्तेत नेहमीच्या वापरातील फळे, भाज्या, धान्य व डाळी यांची नावे विद्यार्थी शिकले होते. मी त्यांना त्यांच्या नेहमीच्या आहारात समाविष्ट नसलेले इतर पदार्थ उदाहरणार्थ, मांस, मासे, कालवं (शिंपले, तिसऱ्या) इत्यादी मंडईमध्ये शोधायला, त्यांची नावे माहीत करून घ्यायला सांगितले.

विद्यार्थ्यांचा प्रतिसाद

चपाती/पोळी ही गव्हाच्या पिठापासून बनते हे मुलांना माहीत होते पण मैदा व रवा गव्हाच्या पिठाचाच एक प्रकार आहे हे त्यांना माहीत नव्हते. अपरिचित अन्नपदार्थांविषयी त्यांच्या विचित्र कल्पना होत्या. काहींना वाटायचं की नुडल्स ह्या साप व कृमींपासून (म्हणून ते खात नाहीत) किंवा झाडाच्या खोडापासून बनतात. घरी बनणाऱ्या पदार्थांविषयी त्यांना बरी माहिती होती. उदाहरणार्थ, डोसा बनविण्यासाठी उडीद डाळ तर भज्यांसाठी चण्याच्या डाळीचे पीठ वापरतात. त्यांनी कृतीपुस्तकामधील तक्ता पालकांच्या मदतीने पूर्ण केला, काही जणांनी वनस्पतीच्या भागाचाही उल्लेख केला. काही जणांनी घटकद्रव्याच्या यादीसाठी मसाल्याची रिकामी पाकिटेही आणली.

आपल्या आहारातील काही पदार्थ	**घटक**
रवा-साबुदाणा खीर	रवा, साबुदाणा, दूध साखर, वेलची

घटक	**वनस्पती/प्राणी**	**वनस्पती/प्राण्याचे नाव**
रवा	वनस्पती	गव्हाच्या झाडाच्या बीया
साबुदाणा	वनस्पती	टॅपिओका वनस्पतीचे मूळ
दूध	प्राणी	गाय किंवा म्हशीपासून
साखर	वनस्पती	उसाचे खोड
वेलची	वनस्पती	वेलचीच्या झाडाचे फळ

२. वनस्पतीचे कुठले भाग आपण खातो? (गृहपाठ + २ तास वर्गचर्चा)

कृतीपुस्तकातील ११९ ते १२१ या पानांवर वेगवेगळ्या प्रकारच्या खाण्यायोग्य वनस्पतींची चित्रे आहेत. या वनस्पती आणि त्यांची नावे यांच्या जोड्या लावा.

वनस्पतीच्या वेगवेगळ्या भागांना नावे द्या - मूळ, खोड, फांदी, देठ, पान, फूल, फळ किंवा बी.

जो भाग तुम्ही खाता त्याभोवती वर्तुळ काढा.

कुठल्या वनस्पतीचे दोन किंवा दोनापेक्षा जास्त भाग खाण्यायोग्य असतात?

कृतीपुस्तकामध्ये दर्शविलेल्या वनस्पती (कंसामध्ये आपण नेहमी खातो त्या भागाचे नाव दिले आहे.)

कृतीपुस्तक पृष्ठ क्र. ११९

ओळ १ : आंबा (फुले, कच्चे व पिकलेले फळ), संत्रे (पिकलेले फळ)

ओळ २ : कांदा (मूळे, कोवळी पाने, बिया) भात, (बिया) मुळा, (मूळ, पाने)

ओळ ३ : फु लकोबी (फूल), वाटाणा (बिया व कोवळ्या शेंगा)
पालक (पाने)

कृतीपुस्तक पृष्ठ क्र. १२०

ओळ १ : दालचिनी (खोडाची साल), ज्वारी (दाणे), सूर्यफूल (बिया), गहू (दाणे/बिया)

ओळ २ : गाजर (मूळ) आलं (भूमिगत खोड, पाने), अरवी
(भूमिगत खोड व पाने)

कृतीपुस्तक पृष्ठ क्र. १२१

ओळ १ : उस (खोड), बाजरी (बिया), केळं (फुल, फळ व खोडाच्या आतील भाग), नारळ (शहाळ, नारळ)

ओळ २ : बीट (मूळं, पाने), पार्सले (पाने)
टॉमेटो (कच्चे व पिकलेले फळ), मोहरी (बिया, पाने)

वर्गातील अनुभव

मुलांना त्यांनी शिकलेले वनस्पतीचे भाग व त्यांचे अन्नघटकाविषयीचे ज्ञान यांची सांगड घालावी लागली. अनेकांना गाजर, कांदे, बटाटे इ. जमिनीखाली वाढतात हे प्रथमच समजले. केळीच्या झाडाचे जास्तीत जास्त भाग अन्न म्हणून वापरतात हे ही मुलांच्य लक्षात आले.

> वनस्पतीच्या विविध भागांचे अन्न म्हणून उपयोग (कृतीपुस्तिकेत चित्रे असणाऱ्या वनस्पतीची नावे ठळक अक्षरात दिली आहेत.)
>
> मूळ - **गाजर**, **बीट**, **मूळा**, रताळं, **सलगम**, कांदा, लसूण.
>
> कंद - **कांदा**, लसूण, लीक

भूमिगत खोडे - (ही मूळांपेक्षा वेगळी आहेत कारण त्यांच्यावर डोळे असतात. त्यातील मुकूलापासून नवीन झाड तयार होऊ शकते.) **आलं**, **अरवी**, बटाटा, टॅपिओका, हळद, आरारुट.
खोड : **ऊस**, **केळीचे खोड**, पानांचे हिरवे देठ, कमळाचे खोडे.
कोवळे कोन : शतावरी, बांबू, दालचिनी, रेवाचिनी.
पाने : पालेभाज्या उदाहरणार्थ **पालक**, कोबी, कोथिंबीर, कडीलिंब, तमालपत्र, चहा.
(भेंडी, मिरची, टॉमेटो, कारले, पडवळ, चवळी)
बिया : सर्व तृणधान्य उदाहरणार्थ **तांदूळ**, **गहू**, **ज्वारी**, **बाजरी** ; कडधान्य - **वाटाणा**, तेलबिया उदाहरणार्थ तीळ, **सूर्यफूल**, **मोहरी**, **नारळ**, कॉफी.
फुले : **फुलकोबी**, ब्रोकोली, केळफूल, केशर.
फळ : सर्व फळे **संत्र**, **केळं**, आवळा, **आंबा** इत्यादी, भोपळा, काकडी, फरसबी, चिंच

३. प्राण्यांपासून मिळणारे अन्न (२ तास; पापु पान ७५, कृपु पान १२२)

अ. प्राण्यांपासून मिळणाऱ्या अन्नाची तुमची यादी वाचा. प्राण्यांच्या नावाच्या चिठ्ठ्या तयार करा. चिठ्ठीच्या मागच्या बाजूला त्या प्राण्यापासून मिळणाऱ्या अन्नांची नावे लिहा, उदाहरणार्थ दूध, अंडी, मांस.

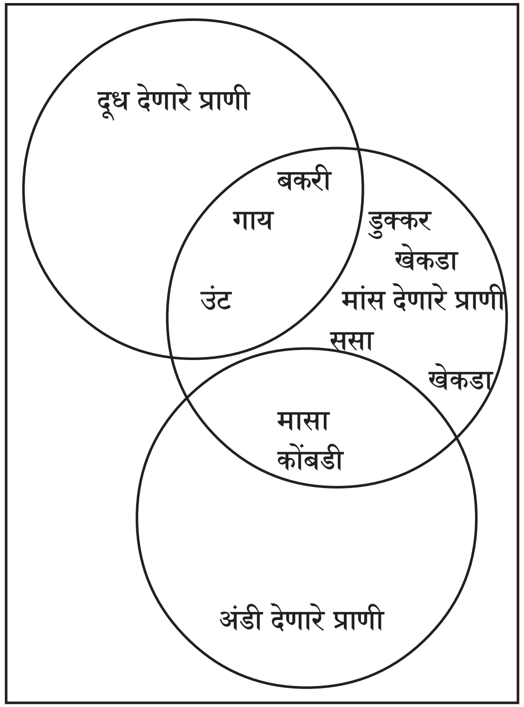
आता या चिठ्ठ्यांचे वेगवेगळ्या प्रकारचे गट करा.
कृतीपुस्तकातील पान १२२ वरील वर्तुळाच्या योग्य त्या भागामध्ये या प्राण्यांची नावे लिहा.

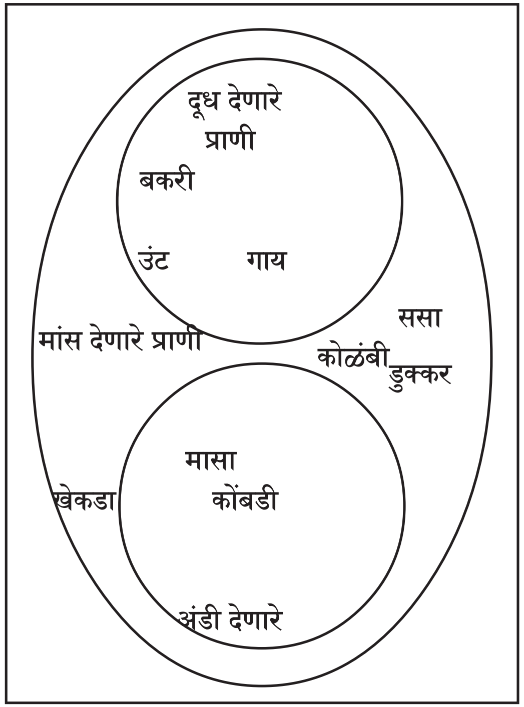
विद्यार्थ्यांचा प्रतिसाद

प्रश्न ५ साठी मुलांनी त्यांच्या अनुभवातील उदाहरणे दिली व पाळीव आणि रानटी प्राणी अशा दोन गटात त्यांची विभागणीही केली.
पाळीव - शेळी, मेंढी, गाय, म्हैस, डुक्कर, कोंबडी, बदक, टर्की, गूस
रानटी : अनेक प्रकारचे मासे, कोळंबी, खेकडे, तिसऱ्या, कासव, अनेक प्रकारचे पक्षी उदाहरणार्थ, रानटी पक्षी, कबूतर, तीतर, ससा, रानडुक्कर, हरीण. यांपैकी ... शार्क, काळवीट व काही प्रकारचे तीतर हे

आता नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत. काही मुलांना राजस्थानमधील बिश्णोई लोकांनी एका चित्रपट अभिनेत्याला काळवीटाची बेकायदा शिकार करण्याबद्दल पकडल्याची घटनाही माहीत होती.

कृतीपुस्तिकेतील पृष्ठ क्र. १२२ वरील स्वाध्यायामुळे पहिल्या प्रकरणातील व्हेन आकृती तंत्राची आठवण होते. डावीकडील आकृतीत सर्व प्राणी निरपवादपणे 'मांस' या वर्तुळात मोडतात. ही मांडणी बरोबर असली तरी सहसा ती अशाप्रकारे काढली जात नाही. ही आकृती उजवीकडे दर्शविल्याप्रमाणेही काढता येते यात 'दूध' व 'अंडी' अशी परस्पराना न छेदणारी दोन वर्तुळे आहेत एका मोठ्या वर्तुळात आहेत. सर्व वर्तुळाच्या बाहेर असू शकतील
(असे प्राणी ज्यांच्यापासून आपल्याला अन्न मिळत नाही.)





पाळीव प्राणी व जंगली प्राणी या वर्गीकरणाबरोबरच पाण्यात, हवेत व जमिनीवर राहणारे प्राणी; पक्षी, सस्तन प्राणी, जलचर व शिंपले. अशा प्रकारेही आम्ही वर्गीकरण केले.

आ. वेगवेगळ्या प्राण्यांपासून आपल्याला अन्न मिळते. हे प्राणी कुठलं अन्न खातात?

म्हैस बकरा कोंबडी मासे

हे प्राणी कुठलं अन्न खातात हे माहीत नसेल तर शोधून काढा.

आपले सर्व प्रकारचे अन्न हे शेवटी वनस्पतीपासूनच येते हे मुलांच्या लक्षात आणून देण्यासाठी हा प्रश्न विचारला आहे. आपण ज्या प्राण्यांचे मांस खातो ते वनस्पतींचाच अन्न म्हणून वापर करत असतात. पाळीव प्राण्यांचे अन्न हे नैसर्गिक किंवा बनवलेले असू शकते. उदाहरणार्थ, गाय, म्हैस, घोडा हे गवत, पान खाऊ शकतात किंवा त्यांच्यासाठी बनवलेले तयार पशुखाद्यही खातात. हे पशुखाद्य धान्याचे तूसं किंवा कोंडा, तेलबियांची पेंड व कापणीनंतर उरलेला कडबा हिरवा चारा, गवत यापासून बनवले जाते. मानवी अन्नाची गरज भागविण्यासाठी वनस्पतींवर केल्या जाणाऱ्या प्रक्रियेतील ही सर्व उपउत्पादिते आहेत. गहू किंवा तांदूळ सडल्यावर निघणारी तूसं व कोंडा पशू खाद्यात घातला जातो. कडधान्यापासून डाळी बनविण्याच्या प्रक्रियेत निघणारी साले तसेच तीळ, शेंगदाणे, मोहरी, सरकी या सारख्या तेलबियांपासून तेल काढल्यावर उरणारी पेंड यापासून दूध देणाऱ्या प्राण्यांसाठी अतिशय पौष्टिक पशूखाद्य बनते. (कारण यात प्रथिने, जीवनसत्त्वे, क्षार, मेद व तंतू असतात.)

आजकाल प्राण्यांपासून मिळणारी मांस, रक्त, हाडांचा चूरा, मासे यांसारखी उत्पादिते मुळात शाकाहारी असणाऱ्या प्राण्यांसाठी अन्न म्हणून वापरली जातात. अशा प्राण्यांना मांस खायला दिल्यामुळे (उदाहरणार्थ, गाईला गोमांस दिल्याने) मृत जनावरांना असणारे रोग त्या प्राण्यांना होण्याची शक्यता असते. (उदाहरणार्थ, अतिशय घातक, असा मॅडकाऊ हा रोग)

प्राणी काय खातात ?

प्राणी	**नैसर्गिक अन्न**	**तयार अन्न (पशूखाद्य)**
म्हैस	गवत, कोवळी पाने (रानटी किंवा लावलेले)	वाळलेले गवत, धान्य व बिया, झाडांचे दांडे (खोड), तेलबियांची पेंड (शेंगदाणे, मोहरी, तीळ, सोयाबीन,सरकी इत्यादी) डाळचुरी (आंबवलेल्या वैरणीमुळे दूध उत्पादन वाढते), मत्स्यखाद्य, हाडांची भूकटी
बकरी पाने,	गाई म्हशींचे अन्न बकरीसाठीही उत्तम असते. परंतु काटेरी झाडांची पाने, खुरटलेलं गवत यांवरही बकऱ्या गुजराण करू शकतात. भारतात त्यांना चरण्यासाठी मोकळे सोडण्यात येते.	
कोंबडी	बिया, किटक, किडे	वनस्पतीजन्य व प्राणीज उपउत्पादिते, प्रथिनयुक्त बिया, त्यांच्या अंड्याच्या कवचासाठी आवश्यक कॅल्शियम देणारा कवचाचा चुरा, कच किंवा छोटे खडे हे त्यांच्या कोठ्यामध्ये राहून अन्न बारीक करायला उपयोगी पडतात.
मासे	पाण्यातील सूक्ष्मजीव वनस्पतीजन्य व प्राणीज छोटे मासे	प्रामुख्याने मासे पाणवनस्पती आणि कठीण कवच असलेले खेकड्यासारखे जलचर यांचे उपउत्पादिते

४. पिके कशी तयार होतात? (४ तास + क्षेत्रभेट + गृहपाठ; पापु पान ७६)

अ. तुमच्या भागात तयार होणाऱ्या अन्नधान्याची नावे सांगा. एखाद्या शेताला भेट देऊन धान्य कसे तयार होते ते शोधून काढा.

शेताला भेट

ग्रामीण शाळांना शेती दाखवायला घेऊन जाणे सहज शक्य आहे. ग्रामीण मुलांना शेतीच्या कामाचा परिचय असला तरीही शेतकऱ्यांशी गप्पांमधून ते अनेक गोष्टी शिकू शकतील. शहरी विभागासाठी मात्र अशी भेट ठरविण्यात अडचण येऊ शकते. पावसाळ्यात शेताला भेट देणे सगळ्यात चांगले असले तरी त्यावेळी दळणवळणाची समस्या येऊ शकते. तसेच एका भेटीमध्ये शेतीतील अनेक कामापैकी काही भागच मुलांना पाहता येतो. तरीही सोयीच्या कोणत्याही वेळी आखलेल्या अशा भेटीतून प्रत्यक्ष शेत पाहण्याचा, शेतकऱ्यांशी बोलण्याचा, भातगिरणी पाहण्याचा मिळालेला अनुभव मोलाचा ठरतो व पाठ्यपुस्तकातील काही प्रश्नांची उत्तरे देण्यासही त्याचा उपयोग होतो.

आ. या चित्रांमध्ये भात कसा तयार होतो ते दाखवले आहे. प्रत्येक चित्रामध्ये काय दाखवले आहे ते शोधून काढा. (कृतीपुस्तक पान १२३-१२६)

भारतातील अनेक भागात भात हा आहारातील मुख्य घटक आहे. भारतात तृणधान्यांच्या वापरापैकी ५०% भाताचा वापर होतो (गव्हाचे प्रमाण फक्त १६% आहे). अश्मयुगाच्या शेवटच्या कालखंडात (ख्रिस्तपूर्व ९०००-२०००) आणि हडप्पा संस्कृतीच्या कालखंडात (ख्रिस्तपूर्व २३००) गंगेच्या खोऱ्यात भाताची लागवड करण्यात येत असे.

हे पीक खरीप किंवा रब्बी हंगामात राजस्थानपासून अरुणाचल प्रदेशापर्यंत व केरळपासून जम्मू काश्मिरपर्यंत सर्वत्र घेतले जाते. तांदूळ हे जरी उष्ण कटिबंधीय, विषुववृत्तीय दलदलीच्या प्रदेशातील पिक असलं तरी चीन, जपान, ऑस्ट्रेलियासारख्या समशीतोष्ण प्रदेशातही घेता येतं. जगातील सर्व देशांत भारतामध्ये तांदूळाच्या उत्पादनाखालील जमिनीचे प्रमाण सर्वात जास्त आहे. पण प्रती हेक्टरी उत्पादन कमी आहे. पुढील तक्त्यात जपान व चीन बरोबरचा तुलनात्मक आराखडा दिला आहे.

देश	तांदूळ उत्पादनाखालील क्षेत्र (दशलक्ष हेक्टरमध्ये)	एकूण उत्पादन दशलक्ष मेट्रीक टन	उत्पादन/क्षेत्र किग्रॅ/हेक्टर
भारत	४०	७९	१९७५
चीन	३७	१३०	३५३४
जपान	२.५	१६	६२५०

वर्गातील अनुभव

भाताची शेती, पेरणी (उदाहरणार्थ, अक्षयतृतीया), लावणी व कापणी (उदाहरणार्थ, पोंगल, ओनम) च्या हंगामाशी संबंधित सण. हे भारतीय संस्कृतीचा महत्त्वाचा भाग आहेत व त्याची वर्णने अनेक कथा, कवितांत आली आहेत. शेतीची कामे गीतांच्या चालीत आणि तालावर केली जातात. माझ्या वर्गातील मुलांना भातशेतीतील सर्व कामांचे क्रमाने वर्णन असलेलं मराठी लोकगीत येत होतं.

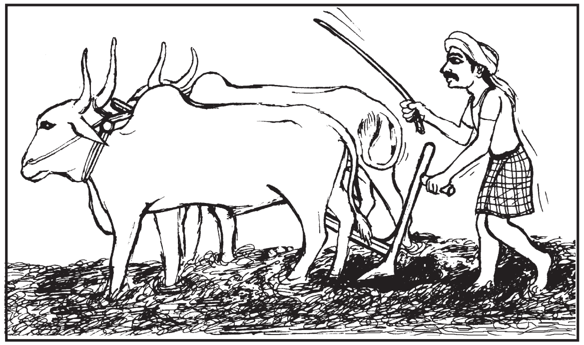
कोरड्या क्षेत्रात भाताचे पीक लावणी न करताही घेतात. काहीवेळा या पद्धतीत रोपं १ - २ महिन्यांची झाल्यावर तण काढणे व खते पुरवणे ह्या प्रक्रियांनंतर शेतामध्ये पावसाचे पाणी गोळा केले जाते आणि त्याचे रुपांतर ओलिताच्या पिकामध्ये होते.

पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ क्र ७६-७८ वरील चित्रांमध्ये 'ओल्या' भातशेतीतील विविध टप्पे दर्शविले आहेत. (या पद्धतीला जास्त पाणी लागतं पण त्याचे फायदेही अनेक आहेत.) हे पीक प्रथम छोट्या क्षेत्रात (नर्सरीमध्ये) घेतात. हे क्षेत्र पूर्ण पिकाखालील क्षेत्राच्या एक दशांश असते. या छोट्या क्षेत्रात रोपांचे व्यवस्थापन, सिंचन अधिक चांगल्याप्रकारे करता येते व केवळ चांगली रोपेच लावणीसाठी वेगळी काढली जातात.

चिखलणी व लावणी यांचा अपवाद वगळता इतर पिकांच्या उत्पादनातील टप्पे भातशेतीसारखेच असतात.

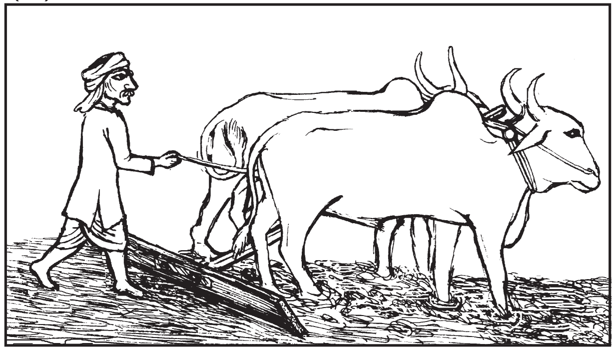
पाठ्यपुस्तकातील चित्रांचे स्पष्टीकरण

(१) नांगरणी व खत घालणे

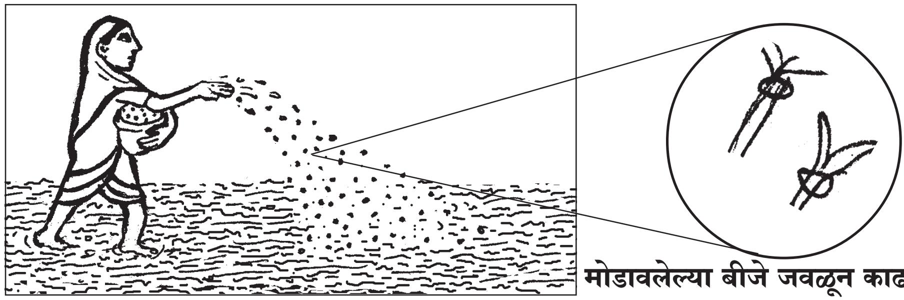


प्रथम कुळव फिरवतात (पहा पृष्ठ क्र. २६८) व नांगरणी करतात. चित्र १ व २ मध्ये नांगर व कुळव दाखवला आहे. हे दोन्ही बैलजोडी लावून ओढले जाते. मोठ्या शेतात मोठा नांगर ट्रॅक्टरच्या सहाय्याने फिरवला जातो. (पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ ७९ पाहा. यावर ट्रॅक्टरनी ओढले जाणारे नांगर व कुळव तसेच बैलांनी ओढण्याचे लाकडी नांगर दाखविले आहेत.) शेताला आधी खत देऊन नंतर पाण्याने भरले जाते. पाण्यामुळे जुने तण व जुन्या रोपांचे खुंट बुडतात, ते कुजल्यानंतर पोषक द्रव्ये मातीत मिसळतात व बियांसाठी मऊ बिछाना तयार होतो.

(२) **सपाटीकरण** - मोठ्या कुळवाच्या सहाय्याने ढेकळं फोडून शेताचं सपाटीकरण करतात.



(३) ओल्या शेतामध्ये मोडावलेले बी विखरून पेरणी.



मोडावलेल्या बीजे जवळून काढलेले चित्र

सर्वसाधारणपणे बी पेरण्यापूर्वी ते पाण्यामध्ये एक दिवस भिजत घालतात. पाणी काढून टाकून उबदार, दमट व अंधाऱ्या जागी मोड येण्यासाठी ठेवतात. चित्रात अर्धवट अंकुरलेले बियाणे विखुरताना दर्शविले आहे. पेरणीच्या या पद्धतीमुळे बी मऊ मातीवर सारखे पसरते.

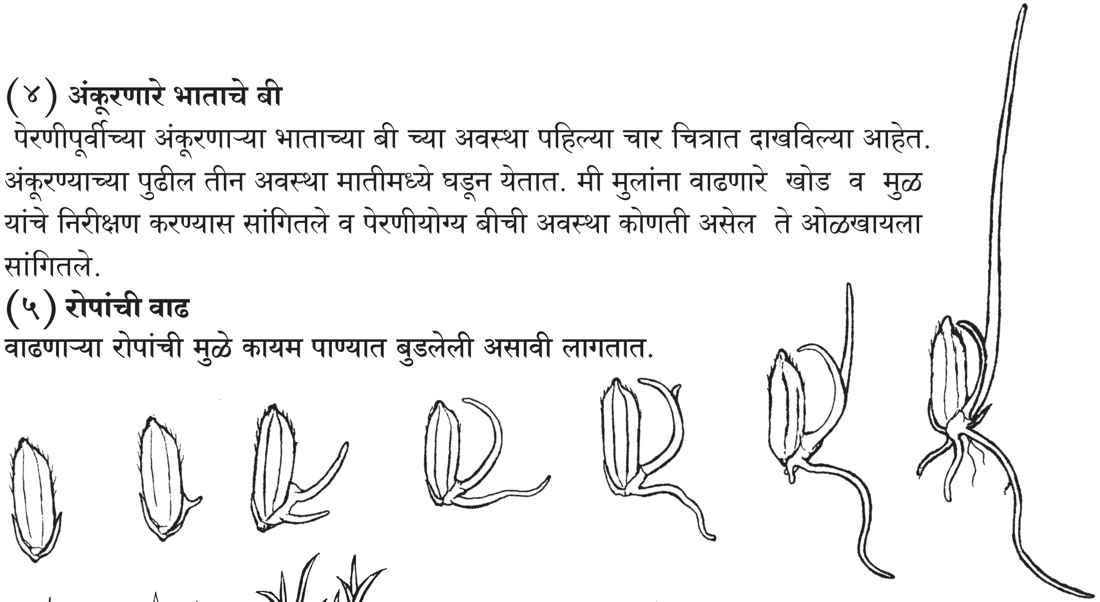
शहरी विद्यार्थ्यांनी पॉलिश केलेलाच तांदूळ पाहिला असल्याने 'भाताचं धान' त्यांना कधीकधी ओळखता येत नाही. माझ्या शहरी विद्यार्थ्यांनी तिसऱ्या इयत्तेत 'हलके फुलके विज्ञान', शिकताना तिसऱ्या धड्यात पॉलिश केलेले तांदूळ रुजत नाहीत हे पाहिले होते. अनेकांनी पूर्ण भाताचा दाणा पाहिला होता. पुढच्या चित्रसंचात भरडणे आणि पॉलिश करण्याच्या प्रक्रियेतून जाणारा भात दाखवला आहे.

(४) अंकूरणारे भाताचे बी

पेरणीपूर्वीच्या अंकूरणाऱ्या भाताच्या बी च्या अवस्था पहिल्या चार चित्रात दाखविल्या आहेत. अंकूरण्याच्या पुढील तीन अवस्था मातीमध्ये घडून येतात. मी मुलांना वाढणारे खोड व मुळ यांचे निरीक्षण करण्यास सांगितले व पेरणीयोग्य बीची अवस्था कोणती असेल ते ओळखायला सांगितले.

(५) रोपांची वाढ

वाढणाऱ्या रोपांची मुळे कायम पाण्यात बुडलेली असावी लागतात.



जेव्हा रोपाला ४ - ५ पाने फुटतात तेव्हा ती लावणीसाठी तयार होतात. ही अवस्था येण्यासाठी १४ ते ४० दिवस लागतात हा कालावधी भाताचा प्रकार, (भाताची जात) तापमान, पाण्याची उपलब्धता यावर अवलंबून असतो.

मधल्या काळात उर्वरीत शेत सपाट केले जाते नंतर त्याची नांगरणी, कुळवणी करून त्यावर खत घातलं जातं. नंतर त्यात पाणी सोडतात. पहिल्या टप्प्यातील आणि उरलेल्या शेतातील चिखलणीचा अनेक प्रकारे उपयोग होतो. तण पाण्यात बुडल्यामुळे मरते व भाताची रोपे जोमाने वाढतात. जमीन मऊ होते. मातीतील पोषक द्रव्ये पाण्यात विरघळतात व रोपांना ती सहजतेने शोषता येतात.

चिखल केलेल्या शेतात भाताची रोपे जगू शकतात कारण भात हे मुळातच दलदलीत वाढणारे पीक आहे. ऊस, कमळ व पाणलिलीसारखी भातामध्ये नळ्यांची आंतर्रचना असते. या नळ्या पानातील हवा खोड व मुळापर्यंत पोहोचवतात. यामुळे पाण्यात बुडालेल्या स्थितीतही मुळांना श्वसन करता येते. (प्रकरण ७, पान क्र. २०२ व २१९ पाहा.)

(६) छोट्या क्षेत्रातली / नर्सरीतली रोपे काढणे.
आधीच तयार ठेवलेल्या शेताच्या उर्वरीत भागात मुळासकट उपटून काढलेल्या रोपांची पुनर्लागवड करतात. याला लावणी म्हणतात.

(७) चिखलणी केलेल्या शेतात रोपांची लावणी - चार ते पाच रोपे एकाच ठिकाणी लावतात. एका रांगेत ठरावीक अंतरावर लावणी करतात.

(८) किटकनाशक फवारणी

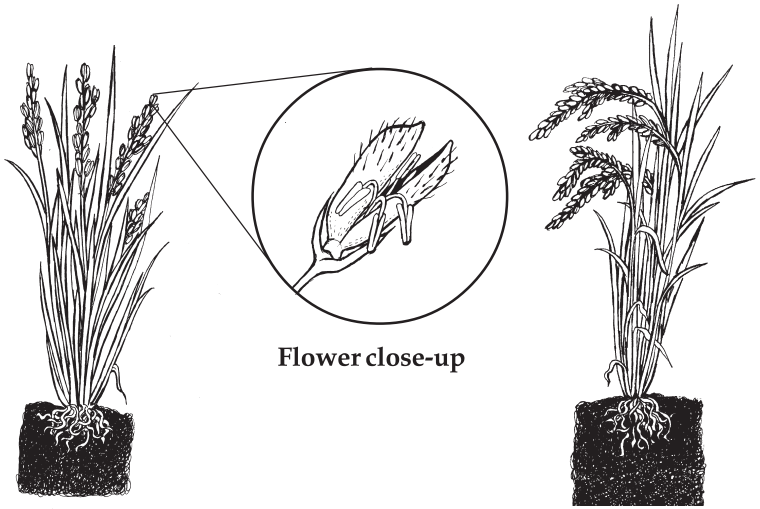
वाढणारे भाताचे पीक हे सुरवंट, किडे, त्यांची पिल्ले, अंडी, चिखलातले नाकतोडे आणि किटक यांच्यासाठी उत्तम अन्न ठरते. यापैकी काही पाने खातात, काही मूळे व खोड पोखरून काढतात किंवा भाताच्या कोवळ्या धान्यातील रस शोषून घेतात. या सर्व किटकांचा नाश करण्यासाठी पिकावर, किटकनाशकांची फवारणी किंवा धुळारणी करतात. (किटकांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठीच्या सुरक्षित मार्गासाठी पृष्ठ २८६ - २८८ वरील 'विचारा व शोधून काढा' पाहा.)

(९) निंदणी

तण फार वेगाने वाढतं व ते काढलं नाहीतर, भाताच्या पिकाशी जागा आणि पोषक द्रव्य यासाठी स्पर्धा करतं, भाताला नीट वाढू देत नाही. काहीवेळा त्यांचा नाश करण्यासाठी तणनाशके वापरली जातात पण ती विषारी असतात. खते, किटकनाशके व तणनाशके ही शेवटी पाण्याबरोबर वाहून जातात. पाणी, अन्न किंवा हवेमार्फत ती प्राण्यांच्या शरीरात प्रवेशतात. अन्न साखळीतून ती पुढे जातात व घातक ठरू शकतात. (पृष्ठ क्र. २७८ - २७९ व २८६ ते २८८ वरील किटकनाशकांचे धोके व त्यांना पर्याय हा भाग पाहा.)

(१०) फुले येणे

या चित्रात भाताच्या फुलाचा जवळून घेतलेला फोटो दर्शविला आहे.



Flower close-up

(११) भात तयार होणे

रोपांना फुले आल्यानंतर महिन्याभराने भाताचे दाणे - या झाडाची फळे - तयार होतात. (पेरणीपासून भात तयार होण्याचा कालावधी हा साधारणत १०० ते २०० दिवसांचा असतो). भात तयार होताना शेतातील पाणी कमी करतात. भाताचा दाणा ओला (कच्चा) असतानाच कापणी करतात कारण जर दाणे पूर्णपणे शेतातच वाढू दिले तर कणसातील दाणे तुटून खाली पडतात व वाया जातात.

(१२) कापणी

कापणी ही विळ्याच्या सहाय्याने किंवा ट्रॅक्टरच्या सहाय्याने केली जाते. कापणीनंतर धान्य वाळण्यासाठी शेतात पसरून ठेवतात. ते जर पूर्णपणे वाळले नाही तर दाण्यांवर बुरशी येण्याची शक्यता असते.

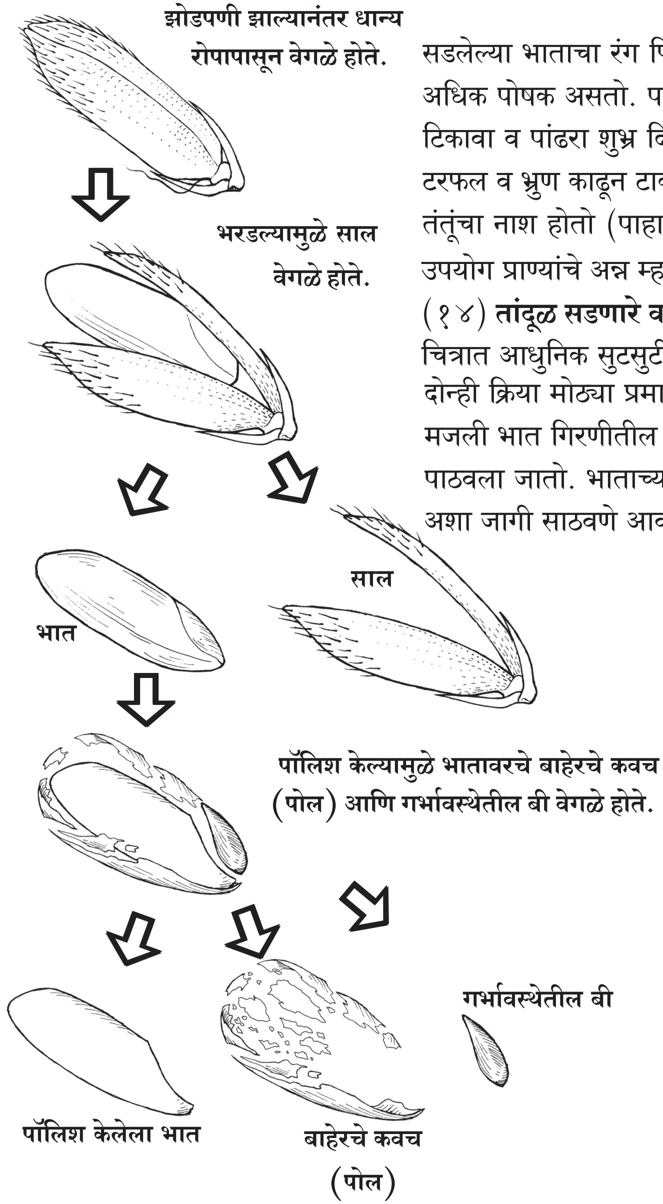
(१३) झोडपणी

वाळलेल्या भाताच्या काड्या कठीण पृष्ठभागावर आपटतात यामुळे दाणे सुटे होतात. गुरांच्या पायाखाली तुडवूनही झोडपणी केली जाते. मोठ्या शेतामध्ये मळणी (झोडपणी) यंत्राचा वापर करतात. काही शेतकरी या कामासाठी हत्तींची मदत घेतात. तर काही शेतकरी भाताच्या काड्या महामार्गावर टाकतात. मोठाले ट्रक त्यावरून गेले की दाणे वेगळे होतात !

झोडपणीनंतर उफणणी करतात. उफणणीमध्ये भाताचे दाणे सूपात अथवा टोपल्यात भरून उंचावरून खाली टाकतात. वाऱ्यामुळे (नैसर्गिक किंवा पंख्याचा) हलकं बी, तूस, धूळ वेगळी होते व जड धान्य खाली जमा होते.

पुढील पृष्ठावरील चित्रांमध्ये भाताच्या दाण्यामध्ये भरडण्याच्या व पॉलिश करण्याच्या क्रियेत होणारे बदल क्रमवार दाखविले आहेत. खरखरीत लाकडी फळ्यांमध्ये घासूनही भाताचे दाणे हाताने सडले जातात.

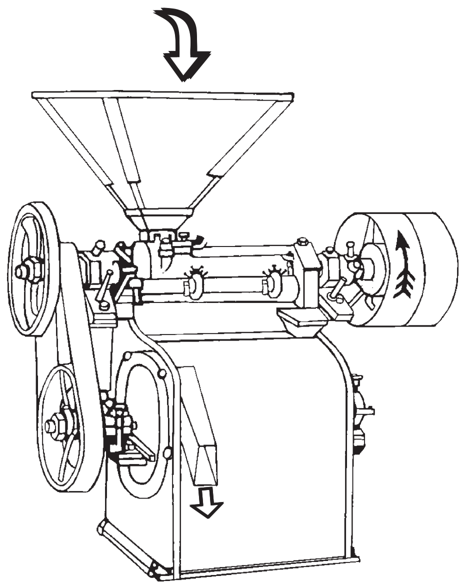
भरडताना आणि पॉलिश करताना काय काय होतं?



सडलेल्या भाताचा रंग फिकट तपकिरी असतो. हा तांदूळ खायला खूपच रुचकर लागतो व अधिक पोषक असतो. पण या तांदूळाला बुरशी व किटक लवकर लागतात. तांदूळ अधिक टिकावा व पांढरा शुभ्र दिसावा म्हणून त्याला पॉलिश करतात. पॉलिश करताना दाण्याचं टरफल व भ्रुण काढून टाकतात याबरोबरच काही प्रथिने, मेद व अनेक जीवनसत्त्वे क्षार व तंतूंचा नाश होतो (पाहा हलके फुलके विज्ञान शिक्षक पुस्तिका, पान ११५) टरफलांचा उपयोग प्राण्यांचे अन्न म्हणून होतो. (पाहा पान २५७-२५८)

(१४) तांदूळ सडणारे व पॉलिश करणारे यंत्र

चित्रात आधुनिक सुटसुटीत कांडप व पॉलिश करणारे यंत्र दाखवले आहे. पण अनेकदा या दोन्ही क्रिया मोठ्या प्रमाणावर करताना वेगवेगळ्या स्वरूपात दुमजली अथवा तीन मजली भात गिरणीतील मोठमोठ्या यंत्राद्वारे केल्या शेवटी हा तांदूळ बाजारात विक्रीसाठी पाठवला जातो. भाताच्या वाहतुकीच्या प्रत्येक टप्प्यावर तो कोरड्या व किटकमुक्त अशा जागी साठवणे आवश्यक असते.



शेतीमुळे निर्माण झालेल्या समस्या

जसजशी लोकसंख्या वाढू लागली तसतशी जास्तीत जास्त जमीन लागवडीखाली आणणे व लागवडीखालील शेतीतून मिळणाऱ्या उत्पादनात वाढ करणे गरजेचे बनले. जंगलतोड सुरू झाली, त्याजागी शेती लावली गेली त्यामुळे जमिनीची धूप वाढली. हरितक्रांतीनंतर जास्त उत्पादन देणाऱ्या बियाण्यांच्या जाती वापरात आल्या. यासाठी रासायनिक खते, किटकनाशके, तणनाशके यांचा वापर आवश्यक बनला. आजकाल सर्व जगभरच या रसायनांचा वापर अपरिहार्यपणे केला जातो. पण त्यामुळे पर्यावरणाला गंभीर धोका उत्पन्न झाला आहे.

या रसायनांचा मोठा भाग तलाव, नद्या व समुद्रामध्ये वाहून जातो यामुळे पाण्याच स्रोत प्रदूषित होतात तसेच प्राणी व वनस्पती जीवनही विषयुक्त बनते. (अन्नसाखळीमधील किटकनाशकांसाठी पृष्ठे २७८ - २७९ पहा). जास्त उत्पादन देणाऱ्या काही जातींना जास्त सिंचनाची गरज असते. या अतिरिक्त पाण्यामध्ये जमिनीच्या खालच्या थरातील क्षार विरघळतात व वरच्या थरात आणले जातात. यामुळे वरचा थर क्षारयुक्त बनतो व अशी क्षारयुक्त जमीन नंतर अनेक वर्षे अनुत्पादक राहते (यावरील एक उपाय म्हणजे ज्यांची मुळे खोलवर जाऊन जास्तीचे पाणी शोषून घेतील अशा वनस्पतींची लागवड करणे.

किटकनाशकांमुळे उपद्रवी किटकांचा नाश होतो तसाच उपयोगी किटकांचाही नाश होतो. उदाहरणार्थ, मधमाशा (या परागीभवनाला मदत करतात.), गांधीलमाशा, कुंकवाचे किडे, रातकिडे, चतुर, कोळी, गोम (जी उपद्रवी किटकांना खाते) जर अशा नैसर्गिक भक्षकांचा नाश केला तर शेती ही कायम किटकनाशकांवरच अवलंबून राहते व किटकनाशकांच्या सातत्यपूर्ण वापरातून अधिक प्रतिकारशक्ती असलेल्या उपद्रवी किटकांच्या जाती निर्माण होतात. (खते व किटकनाशके यांच्यावरील अवलंबित्व कमी करण्याऱ्या पद्धतींसाठी पृष्ठे २८६ - २८८ पाहा.)

शेतीसाठी वापरली जाणारी अवजारे आणि यंत्रे (पापु पान ७८, कृपु पान १२४)
ही अवजारे कशी वापरतात ते शोधून काढा. तुमच्या भागात शेतीसाठी आणि बागकामासाठी कुठली अवजारे वापरतात?

पृष्ठ क्र. ७८ वर दाखविलेली अवजारे

अवजारांची नावे

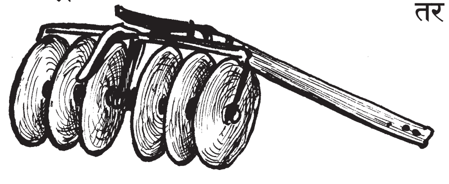
इंग्रजी	मराठी	उपयोग
Sickle	कोयता / विळा	कापणी, गवत आणि इतर वनस्पती कापण्यासाठी
Shovel (hoe)	फावडे	खणणे, मऊ माती वाहून नेण्यासाठी
Pick n pick axe	कुदळ	टणक माती खणण्यासाठी, रस्ते बांधणी

वर्गातील अनुभव

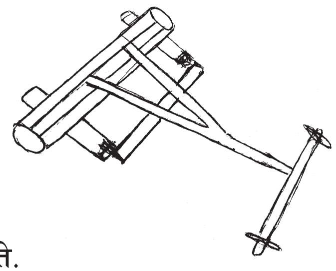
शहरी मुलांनीही ही किंवा यासारखी हत्यारे घरात, बगिच्यात, बांधकामावर किंवा रस्ते बांधणीच्या ठिकाणी पाहिली होती. शहाळं किंवा इतर फळविक्रेत्यांकडे त्यांनी कोयता पाहिला होता. कृती ५ मध्ये त्यांना यापैकी काही हत्यारे हाताळण्याची संधी मिळाली.

पृष्ट ७९ वर दाखविलेली अवजारे व यंत्रे

दंताळे - शेतात कोणत्याही गोष्टीची लागवड करण्यापूर्वी आधीचे तण काढणे व माती सुटी करणे ही कामे दंताळ्याच्या सहाय्याने करतात. पुढील प्रकारचे दंताळे ट्रॅक्टरच्या सहाय्याने ओढले जाते.

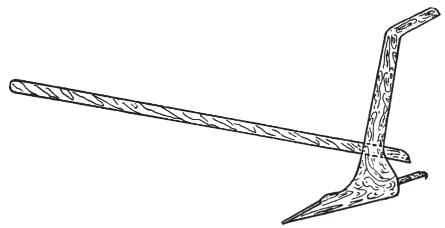


तर हे चित्र आहे बैलाच्या मदतीने ओढण्यात येणाऱ्या दंताळ्याचे.

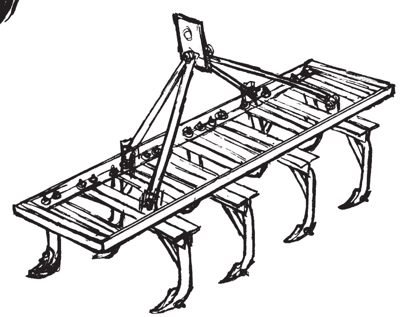


ट्रॅक्टर - हे उच्च शक्तीचे व कमी वेगाचे वाहन शेतीची उपकरणे ओढण्यासाठी (बांधण्यासाठी). मऊ मातीवरही सहजतेने चालवता येईल अशी याच्या चाकांची रचना असते.

लाकडी नांगर - हाती किंवा बैलांच्या मदतीने ओढला जातो.



यांत्रिक नांगर - जड असतो व ट्रॅक्टरच्या सहाय्याने ओढतात.



तुमच्या भागात भात पिकतो का? नाही, मग जवळपास कोणत्या ठिकाणी पिकतो?
तुमच्या जवळपास भाताची शेती कुठल्या पद्धतीने केली जाते ते बघून या. माहिती गोळा करा.
आता या प्रश्नांची उत्तरे द्या.
भाताची पेरणी कधी करतात?
भाताच्या रोपांची लावणी कधी होते? लावणी करायच्या आधी शेतकरी काय करतात? भाताची कापणी कधी होते?
पेरणीपासून कापणीपर्यंत किती दिवस लागतात?
भाताची कापणी झाल्यावर काय होतं?
भात लावणे, वाढवणे, त्याची काळजी घेणे ही कामे मुख्यत: कोण करतं? स्त्रिया की पुरुष?
भाताचं पीक घेण्यामधला सगळ्यात अवघड भाग तुम्हांला कोणता वाटतो? का?
आणखी माहिती शोधून काढा आणि या चित्रांच्या मदतीने भाताचं पीक कसं घेतले जातं याची गोष्ट तयार करा.तुमच्या भागातील इतर पिकेही याच पद्धतीने घेतली जातात का? पद्धतींमध्ये काय फरक आहे?

वरील प्रश्नांची उत्तरे शेताला भेट देऊन, वाचून व चित्र पाहून मुलांना शोधून काढता येतील.

चालवा डोकं!

बिया पेरण्यापूर्वी जमीन का नांगरावी लागते?

प्रत्येक वर्षी पाऊस पडल्यावर मातीचे कण एकत्र येतात. पावसानंतरच्या उन्हामुळे जमीन घट्ट होते. जर ती अशीच राहिली तर पुढचा पाऊस जमिनीत सहजपणे मुरत नाही. जमिनीचा मोठा भाग खणून काढण्याचा नांगरणी हा मार्ग आहे. नांगरणीमुळे माती सुटी होते, पावसाचे

पाणी आतपर्यंत झिरपते व झाडाची मुळे जमिनीत सहजपणे खोलवर जाऊ शकतात (आश्चर्यकारक गोष्ट अशी की गांडुळाची प्रचंड संख्या व इतर मातीतील सूक्ष्मजीव एकत्रितरीत्या हे नांगरणीचे काम करू शकतात). नांगरणीमुळे जमिनीत हवा खेळती राहते. ही हवा मुळांच्या श्वसनासाठी तसेच सूक्ष्मजीवांचे श्वसन व वृद्धी यासाठी आवश्यक असते. सूक्ष्मजीवांच्या अनेक जाती मृत वनस्पती व प्राण्यांच्या विघटनास मदत करतात व यातून बनलेले खत वनस्पतींच्या वाढीला उपयोगी पडते. नांगरलेल्या जमिनीमुळे बियांवर मातीचे आच्छादन राहते. यामुळे उबदार, दमट व अंधारे वातावरण तयार होते जे बियांच्या अंकुरण्यासाठी उपयोगी ठरते.

५. तुम्ही स्वतः अन्न पिकवा (२ तास वर्गचर्चा + २ तास क्षेत्रकाम + गटकाम + पापु ८०)

अ. एखादं पीक कसं घेणार याचं व्यवस्थित नियोजन करा. (कृतीपुस्तक पाने १२६-१२७)

कुठलं पीक घ्यायचं? कुठल्या बिया पेरायच्या?

कुठल्या जमिनीमध्ये?

तुमचं शेत कसं नांगरायचं?

रोपांमध्ये अंतर किती ठेवायचं?

पाणी किती वेळा घालायचं?

पिकांचं नुकसान होऊ नये म्हणून काय काळजी घ्यायची?

पीक जोमाने वाढावं म्हणून काय करायला हवं?

कापणी कधी करायची?

अन्न रोपाच्या इतर भागापासून वेगळं कसं करायचं?

ते अन्न वाळवावं लागेल का? सालं वेगळी करावी लागतील का? अन्न धुवून घ्यावे लागेल का?

शिजवावं लागेल का?

रोपाचा कुठला भाग फेकून देणार?

फेकून दिलेल्या भागाचं काय होईल?

वर्गातील अनुभव

पीक कसे घ्यावे याचे नियोजन वर्गात करणे हा अतिशय उपयुक्त स्वाध्याय होता. विशेषतः शहरी मुलांना ही प्रक्रिया शाळेत घडवून आणणे प्रत्यक्षात शक्य नसले तरी प्रामुख्याने शहरी विद्यार्थ्यांच्या दृष्टीने शेतीची प्रक्रिया डोळ्यासमोर आणण्यासाठी वरील कृतीचा नक्कीच उपयोग झाला.

आ. तुमच्या नियोजनाप्रमाणे जमिनीच्या छोट्याशा भागात किंवा मोठ्या परातीत एखादं अन्नधान्य पिकवा. **किंवा** पिकलेला टोमॅटो, काकडी, मिरची किंवा कुठल्याही फळभाजीच्या बिया पेरा. फळं येईपर्यंत रोपाची काळजी घ्या.

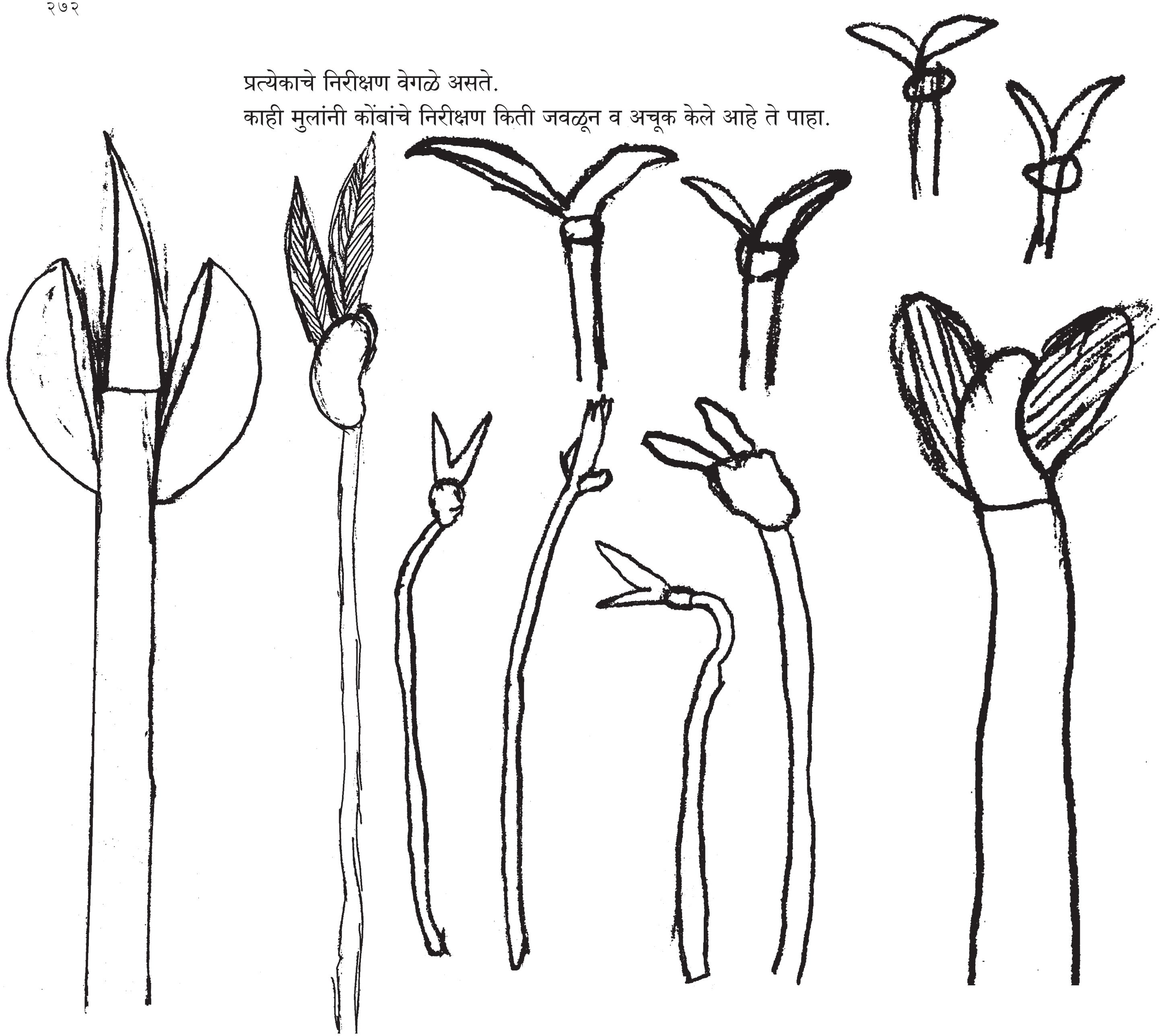
वर्गातील अनुभव

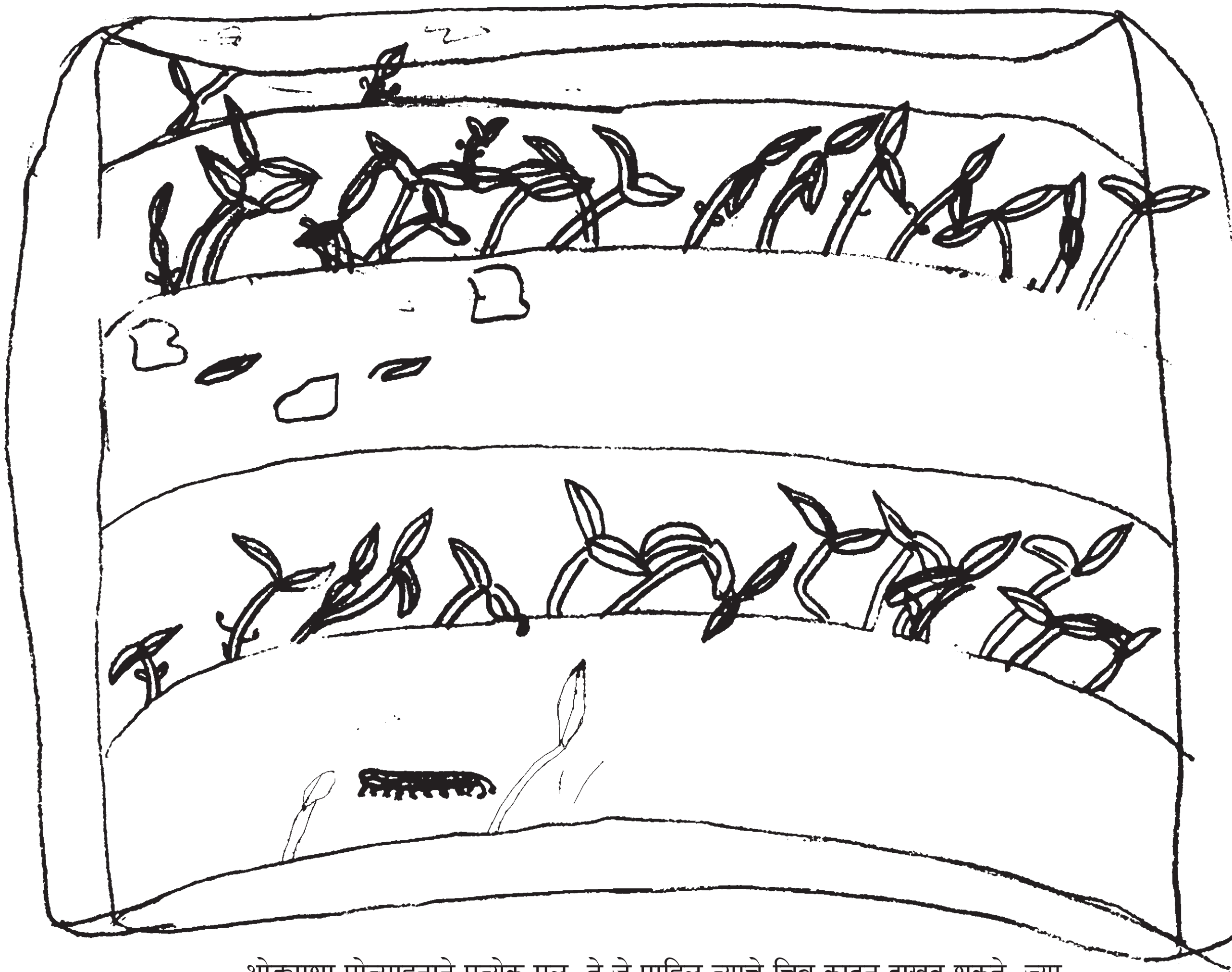
आम्ही जमिनीच्या छोट्या तुकड्यावर शेती करण्याचा पहिला पर्याय निवडला. ही सर्व शहरी मुले होती यांच्यापैकी फार थोड्यांना ग्रामीण जीवनाचा अनुभव होता. नांगरणी, पेरणी व सिंचनप्रक्रिया याविषयी त्यांना अंधूक कल्पना होती पण निंदणी, कापणी व उफणणी याविषयी तर ते अनभिज्ञच होते. मी हे सर्व चित्रांच्या मदतीने समजावून सांगितले. डाळ किंवा पॉलिश केलेल्या तांदूळापासून रोप बनत नाही, त्यासाठी पूर्ण दाणा लागतो याचीही मी आठवण करून दिली. आम्ही मूग, मोहरी व ज्वारीची निवड केली.

वर्गाबाहेरील काम

जमीन खूप कठीण होती व कुदळीचा वापर करून माती सुटी करणे आवश्यक होते. अनेक विद्यार्थी, अगदी अशक्त वाटणाऱ्या मुलीही कुदळीने खणण्यात पटाईत होत्या हे पाहून मला आश्चर्य वाटले. मुलांनी कोयत्याने जमिनीत चर खणले. कोयता जमिनीत मारून माती उकरण्यात काहीजण तरबेज होते. (सर्वच मुलांना ही साधने हाताळण्याचे तंत्र अवगत नसते पण ते अनुभवी मुलांकडे किंवा मोठ्या माणसांकडे पाहून शिकतात.) पहिल्या, वहिल्या रोपांच्या दर्शनाने मुले रोमांचित झाली. त्यांनी रोज वर्गात येण्यापूर्वी किंवा मधल्या सुट्टीत त्यांच्या शेताची निरीक्षणे केली. दर काही दिवसांनी छोटी रोपे व शेताची प्रगती यांची चित्रे त्यांनी काढली यामुळे त्यांच्या निरीक्षण क्षमतेत खूप सुधारणा झाली. या वर्गाबाहेरील सत्रांमध्ये मुलांनी रोपांवर व सभोवतालच्या झाडांवर किटकांमुळे हानी तर पोहोचत नाही ना यावरही स्वतःहून लक्ष ठेवले (कृती ७ साठी).

प्रत्येकाचे निरीक्षण वेगळे असते.
काही मुलांनी कोंबांचे निरीक्षण किती जवळून व अचूक केले आहे ते पाहा.





थोड्याशा प्रोत्साहनाने प्रत्येक मुल, ते जे पाहिल त्याचे चित्र काढून दाखवू शकते. ज्या मुलांनी ही चित्रे काढली आहेत त्यांनाही आपण काय करू शकतो हे पाहून सानंद आश्चर्य वाटलं. (आपल्याला काहीच काढणं जमणार नाही असा सुरुवातील काहींचा समज होता.) मी फक्त चित्र काढताना त्यांना सारखे सांगत राहिले की काढताना निरीक्षण सुरू ठेवा.

६. स्वतःचं पीठ तयार करा. (दुप्पट तास; पापु पान ८०)

तांदूळ, गहू किंवा मका यासारखं एखादं धान्य किंवा हरभरा, उडीद यासारखं एखादं कडधान्य घ्या. त्यातील थोडसं धान्य मोजून घ्या. दोन स्वच्छ दगडांमध्ये रगडून त्याचं पीठ तयार करा. कुठल्या आकाराचे दगड तुम्ही वापरालं? (कृतीपुस्तक पाने १२७-१२८)

जेवढं धान्य घेतलं होतं, तेवढंच पीठ तयार होईल का? जास्त होईल की कमी? का? मोजा आणि बघा.

पीठात पाणी मिसळून त्याचा चेंडूसारखा गोळा तयार करा. तो गोळा चपटा करून त्याला भाकरीचा आकार द्या.

भाकरी स्वच्छ आहे का? ती खायला आवडेल का? काही धान्यांना आकार देणे सोपे वाटले का? कुठल्या? बारीक दळलेल्या पीठाची भाकरी करणं सोपं वाटलं की जाड पीठाची?

वर्गातील अनुभव

मुलांनी आणलेली धान्य व डाळी ओळखण्यासाठी मी त्यांना मदत केली. कृती करण्यापूर्वी मी त्यांना विचारले की त्यांनी पीठ बनताना पाहिले आहे का ? अनेक जण पिठाच्या गिरणीत गेले होते त्यामुळे ती विजेवर चालते हे त्यांना माहीत होते. दळण्यासाठी उपयोगात आणला जाणारा दगड त्यांनी पाहिला होता. त्यांना जातं हा मराठी शब्द (सिल - बट्टा, हिंदीतून) माहीत नव्हता, एका मुलाला तामीळ शब्द माहीत होता. इयत्ता ३ री च्या इतिहासाच्या धड्यांमधून मुलांना अश्मयुगातील माणसांविषयीची माहिती झालेली आहे व अश्मयुगाच्या उत्तरार्धाच्या तुलनेत हा दळण्यासाठी वापरला जाणारा दगड फारसा बदललेला नाही. पान ८० वरील कृतीसाठी एक मोठा चपटा दगड (जमिनीवरील फरशी) व गोलाकार दगड यांचा एकत्रित वापर अधिक उपयुक्त ठरला. ज्यांना गोलाकार दगड मिळाला नाही त्यांनी इतर आकाराचे दगड वापरले. प्रत्यक्षात उपयोगात आणण्यापूर्वी ते धुवून, पुसून घेतले.

विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे

विद्यार्थ्यांनी पीठ किती झाकणे भरून होईल याविषयीचा त्यांचा अंदाज लिहिला. काहींनी अंदाज केला की जेवढे धान्य घेतले तेवढेच पीठ होईल तर काहींच्या मते पीठ कमी होईल (पीठ झाल्यावर ते खाली बसेल असे एक कारण मुलांनी दिले) किंवा जास्त होईल (धान्यामध्ये अन्नद्रव्य ठासून भरलेले असते ते बाहेर आल्यावर मोकळे होईल). नंतरचा तर्क योग्य आहे कारण धान्याने व्यापलेल्या जागेपेक्षा पीठाला जास्त जागा लागते. ज्या मुलांनी गिरणीतून धान्य दळून आणले होते त्यांना अनुभवाने ही गोष्ट माहीत होती.

पण ही दळण्याची कृती करून पाहताना प्रत्येक पायरीवर थोडे पीठ वाया गेले यामुळे प्रत्यक्षात पीठाचे आकारमान धान्याच्या आकारमानापेक्षा कमी भरते.

अनेकांच्या चपात्या कळकट (घाणेरड्या) दिसत होत्या यामुळे अन्नप्रक्रिया ही अत्यंत स्वच्छ वातावरणात व्हायला हवी हे मुलांना समजले. गव्हाच्या पीठाला आकार देऊन चपाती बनवणे हे सर्वात सोपे होते. तर कडधान्यांच्या पीठाला आकार देणे सर्वात अवघड. बारीक पीठाला जाड पिठापेक्षा जास्त चांगला आकार देता येत होता. गहू (ज्यात ग्लुटेन नावाची चिकट प्रथिने जास्त प्रमाणात असतात) हा आकार, देण्यास सर्वात सोपा.

मुलांनी पीठ कसे बनवले याची सुंदर मोठी चित्रे काढली.

७. कीटक आणि कीटकनाशके (दुप्पट तास; पापु पान ८१, कृपु पान १२८)
विविध प्रकारचे कीटक, वनस्पतीची मुळं, फांद्या, देठ, पानं, फुलं आणि फळं खात असतात.

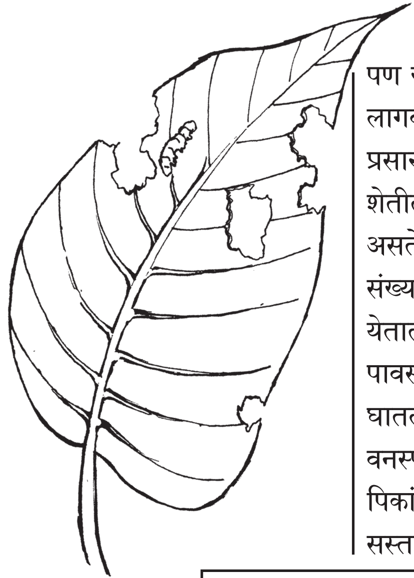
काही कीटक वनस्पतीच्या त्या भागांमध्ये बीळ बनवतात.

बुरशीसारखे सूक्ष्मजीव त्या वनस्पतीवरच वाढतात आणि तिचा नाश करतात.
अ. तुमच्या पिकाची वाढ होत असताना ते कुणी खाल्लं किंवा खराब केलं का?
कीड लागलेल्या अन्नाच्या रोपाचं किंवा इतर वनस्पतींचे निरीक्षण करा. पानं, फुलं, फळं, थोडीशी खाल्ल्यासारखी दिसत असतील. पानं सुरकुतली असतील, पानावंर डाग पडले असतील किंवा पानांचा काही भाग फुगीर दिसत असेल. पानांचं, वनस्पतींचं असं नुकसान कशामुळे झालं असेल? शोधा पाहू? (कृतीपुस्तक पान १२८)

विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे

ज्या मुलांना शेती किंवा बागकामाचा थोडा अनुभव होता त्यांना पीकांवरील व बागेतील किटकांची माहिती होती. कृती क्र. ५ मध्ये आमच्या मुगाच्या बिया पक्ष्यांनी खालेल्या आम्ही पाहिल्या होत्या.
पक्षी अपायकारक कीटकांनाही खातात म्हणून बरेचदा मोठ्या शेतामध्ये पक्ष्यांा पीक खाल्ल्यामुळे होणारे नुकसान परवडते. क्षेत्रभेटींच्या वेळी मुलांनी किटक व बुरशीमुळे झाडांना झालेला उपद्रव पाहिला होता. पानांवरील छोटी भोके किंवा कातरलेली पाने हा किटकांमुळे होणाऱ्या नुकसानीचा पुरावा आहे. प्रामुख्याने सुरवंट किंवा कसरुंड याला जबाबदार असतात. पानावर फोड अथवा गाठी असल्यास त्यांच्या आत किटक असू शकतात, सुरकुतलेले अथवा वाकडे झालेले पान असेल तर (किटक) त्या पानातील रस शोषून घेत असतील अशी शक्यता असते. बुरशीमुळे होणारे रोग हे पानांवरील पांढरे, काळे, पिवळे, तपकिरी ठिपके किंवा पानांवर मऊ पुडीचा (पावडरीचा) थर या स्वरूपात दिसतात. जिवाणू किंवा विषाणूंच्या संसर्गामुळे होणाऱ्या रोगात पानावर डाग किंवा रंगपालट दिसून येतो. जमीन पोखरणारे कृमी, किटक किंवा बुरशी यामुळे मुळांवरही कीड पडते. ती जमिनीवर दिसत नसली तरी त्यामुळे रोपे निस्तेज दिसू लागतात.

प्रत्येक वनस्पतीवर काही विशिष्ट प्रकारचे किटक अथवा सजीव अवलंबून असतात. यातील काही साहचर्ये (सहजीवने) ही वनस्पतींना उपकारक किंवा निरुपद्रवी असू शकतात. (उदाहरणार्थ, मधमाशा परागीभवनाला मदत करतात. गांधीलमाशी इतर उपद्रवी किटकांना खाते. कुंकवाचे किडे जास्त उपद्रव करणाऱ्या किटकांना खातात). कमी संख्येने असल्यास रोगकारकेही फार उपद्रवी ठरत नाहीत, जंगलात तर त्यांच्यामुळे झाडांच्या संख्येवर नियंत्रण ठेवले जाते.



पण खूप मोठ्या संख्येत असल्यास या रोगकारकामुळे प्रचंड नुकसान होते. शेतात आणि लागवडी करतात तेव्हा एकाच प्रकारची अनेक झाडे लावली जातात त्यामुळे किटकांचा प्रसार शेतामध्ये वेगाने होतो. संख्याही भराभर वाढते आणि सगळ्या पिकाचा नाश होतो. शेतीतील रोगकारकांमध्ये प्रामुख्याने किटकांचा समावेश होतो. जेव्हा अन्नाची विपूलता असते तेव्हा ते जोमाने वाढतात तर इतरवेळी ते निद्रीस्त अवस्थेत राहतात किंवा त्यांची संख्याही कमी असते. उदाहरणार्थ, ठरावीक कालावधीनंतर वाळवंटी टोळ भारतात दिसून येतात. पंखहीन नाकतोडे हे फक्त खरीप हंगामात दिसतात. अनेक रोगकारक किटक हे पावसाळ्यात खूप मोठ्या प्रमाणात आढळतात. पावसाळ्याच्या अखेरी ते मातीत अंडी घातलाल पुढच्या पावसाळ्यातच फुटतात. वनस्पतीवर आढळणारे किटक, माश्या वनस्पतींमधील रस शोषून घेतात शिवाय विषाणूसंसर्गाचा प्रसारही करतात.
पिकांना उपद्रवी ठरणाऱ्या इतर सजीवांमध्ये उंदीर, वटवाघूळ, माकडे, ससे, खारी यांसारख्या सस्तन प्राण्यांचा व गोलकृमी, खेकडे, गोगलगायी यांचाही समावेश होतो.

आ. भाज्या आणि फळांमध्ये अळ्या सापडतात का ते पहा. मटार, फरसबी, वांगी, फ्लॉवर, कोबी, पालक, आंबा, सफरचंद यांच्यामध्ये कधीकधी अळ्या किंवा इतर कीडे असतात.

विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे

६ व्या प्रकरणात आपण वाटाण्यामधील अळीचा उल्लेख पाहिला मुलांनाही फ्लॉवर, वांगं व इतर भाज्यांमध्ये अळी पाहिल्याचे आठवले. खराब शेंगांवर आलेली कापसासारखी पांढरी बुरशीही त्यांना आढळली. पण मोठ्या प्रमाणावरील कवकनाशकांच्या वापरामुळे वनस्पतींवरील रोगाचा प्रादूर्भाव पूर्वीपेक्षा खूप कमी झाला आहे.

इ. धान्य, मसाले किंवा स्वयंपाकघरात साठवलेल्या इतर अन्नामध्ये असणारे कीडे शोधा.

विद्यार्थी निरीक्षणे

६ व्या प्रकरणातील चर्चेनंतर मुलांनी रोगाचा उपसर्ग झालेल्या धान्याच्या नमुन्यांचा शोध घेतला व असे नमुने वर्गात आणले व आम्ही तांदूळातील किटकाच्या अळी, कोश या अवस्था पाहिल्या.

ई. त्रासदायक कीटक आणि इतर सूक्ष्मजीवांना मारण्यासाठी पिकांवर विषारी कीटकनाशके फवारतात. बागेतल्या झाडांवर किंवा पिकांसाठी वापरण्यात येणाऱ्या काही कीटकनाशकांची नावे शोधून काढा.घरात तुम्ही कीटकनाशके वापरता का? अन्नधान्याला कुठली कीटकनाशके लावता का? कीटकनाशकांमुळे

आपल्याला काही अपाय होत असेल का? का होत असेल?

सांभाळा!

कीटकनाशके विषारी असतात. त्यांच्यामुळे तुम्ही आजारी पडू शकता.

कीटकनाशके, इतर घाण आणि जीवजंतू काढून टाकण्यासाठी सर्व धान्ये, भाज्या, फळे आणि मांस स्वच्छ धुवून घ्या.

आजकाल शेतात व बागेमध्ये वापरण्याच्या कीडनाशकांचे अनेक प्रकार उपलब्ध आहेत. यापैकी कडूलिंब, तंबाखू, शेवंती अशा वनस्पतींपासून बनवलेली कीडनाशके इतर सजीवांना कमी धोकादायक आहेत. इतर कीडनाशके ही आर्सेनिक, जस्त, गंधक, फॉस्फरस व फ्लोरिनची संयुगे आहेत. कार्बनी संश्लेषित कीडनाशकांचे अनेक प्रकार मोठ्या प्रमाणात वापरले जातात उदाहरणार्थ, डीडीटी (डायक्लोरो डायफिनाईल ट्रायक्लोरो इथेन), बीएचसी (बेंझीन हेक्झाक्लोराइड), एंड्रीन, आल्ड्रीन, इंडोसल्फान, डायझिनॉन. कीडनाशके ही रोपांवर धुळारतात अथवा फवारतात तर काही प्रकार हे मातीत मिसळतात.
काही कीडनाशके ही विशिष्ट प्रकारच्या किडीचाच नाश करतात पण बरीचशी इतर निरुपद्रवी किंवा उपयोगी प्राण्यांचाही नाश करतात. कीडनाशकांमुळे निर्माण होणाऱ्या धोक्यांकडे लक्ष वेधणारे पुस्तक. १९६० मध्ये रशेल कारसनने 'सायलेंट स्प्रींग्ज' या नावाने लिहिले. कीडनाशके ही पाण्यातील अथवा मातीतील सूक्ष्मजीवांच्या शरीरात प्रवेश करतात. जेव्हा माशांसारखे प्राणी अशा सजीवांना खातात तेव्हा कीडनाशके त्यांच्या शरीरात प्रवेशतात. यामुळे मासे विषारी बनत नाहीत पण त्यांच्या प्रत्येक खाण्याबरोबर त्यांच्या शरीरातील कीडनाशकांची तीव्रता वाढत जाते. जेव्हा पक्षी, मासे खातात तेव्हा त्यांच्या शरीरात अतिशय तीव्र, मारक अशी कीटकनाशके जाण्याची शक्यता असते.

बीएचसी हे अंड्यांच्या कवचात साठविले जाते यामुळे कवच ठिसूळ होते व पिल्लाची पूर्ण वाढ होण्याआधीच फुटण्याचा धोका असतो. कीटकनाशके अन्नसाखळीत प्रवेश करण्याच्या अनेक मार्गांपैकी हे फक्त दोनच मार्ग आहेत. ह्या मार्गांनीच कीटकनाशके मानवासहित उच्चस्तरीय प्राण्यांच्या शरीरात प्रवेशतात.

शब्द शिका

नांगरणी	लावणी	झोडपणी	खते
पाणीपुरवठा	तण काढणे	भरडणे	कीटकनाशके
पेरणी	कापणी	पॉलिश करणे	

अभ्यास (१२ तास + गृहपाठ ; कृपु पान १२९)

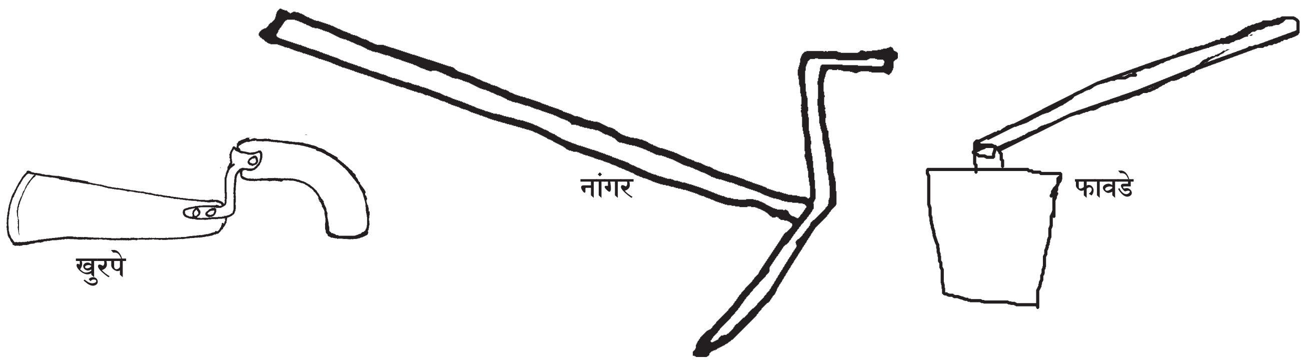
नावे लिहा आणि चित्रे काढा.

१. बी पेरल्यानंतर प्रत्येक आठवड्यात तुमचं शेत किंवा रोपं कशी दिसतात ते चित्रं काढून दाखवा.

निरीक्षणावर आधारित व्यवसाय

पृष्ठ क्र. २७२ - २७३ पाहा.

२. तुमच्या भागात वापरण्यात येणाऱ्या शेतीच्या किंवा बागकामाच्या अवजारांचं चित्रं काढा.



प्रश्न तुमच्या आवडीचे! (कृपु पान १३१)

१. कुठल्याही वनस्पतींपासून आणि प्राण्यापासूनही मिळत नाही अशा तुमच्या रोजच्या जेवणातील एखाद्या अन्नसामग्रीचे नाव सांगा.

सगळ्यात सोप्पं उत्तर आहे. मीठ. काही कृत्रिम घटकही लिहिले जाण्याची शक्यता आहे. उदा. खाण्याचा सोडा, व्हिनेगार किंवा सायट्रीक आम्ल, खाण्याचे रंग व तयार हवाबंद अन्नामध्ये वापरली जाणारी परिरक्षके.

२. योग्य क्रम लावा.

झोडपणी नांगरणी कापणी पेरणी भरडणे पाणीपुरवठा

नांगरणी, (सिंचन), पेरणी, सिंचन, कापणी, झोडपणी, दळणे.

३. योग्य क्रम लावा

भेंडीची फुलं भेंडीची भाजी रोपावरील कच्ची भेंडी

चिरलेली भेंडी रोपावरील तयार भेंडी अंकुरणारी भेंडीची बी

भेंडीचे झाड, भेंडीचे फूल, झाडावरील कोवळी भेंडी - चिरलेली भेंडी, शिजवलेली भेंडी.

४. हे अन्नपदार्थ आपल्याला कुठल्या वनस्पतीपासून आणि त्या वनस्पतीच्या कुठल्या भागापासून मिळतात ते लिहा.

मका खोबरेल तेल साखर मटार गाजर कोबी फुलकोबी

(कृती २ बरोबर केले आहे. पृष्ठ २५४ - २५५ पाहा.)

५. माणसं खातात अशा पाळीव आणि जंगली प्राण्यांची नावे लिहा.

(कृती ३ अ बरोबर केले आहे. पृष्ठ २५५ - २५६ पाहा.)

६. माणसं खातात अशा काही पाण्यातल्या वनस्पती आणि प्राण्यांची नावे लिहा.

शिंगाडा, कमळ, काही समुद्र वनस्पती, खेकडा, चिंबोरी, शिंपला, कोळंबी, कालवं, रोहू (गोड्या पाण्यातील मासा). समुद्रातील मासे - उदाहरणार्थ, पापलेट, सुरमई, शार्क, पाणसाप ....

७. विशेष सणासुदीच्या दिवशीच आपण खातो अशा काही पदार्थांची आणि त्या सणांची नावे लिहा.

वर्षातील काही विशिष्ट दिवसात त्या त्या हंगामात होणारी फुलेफळे, भाज्या व धान्याचा वापर फार पूर्वीपासून केला जातो. महाराष्ट्र व कर्नाटकातील हिंदू सणांकडे नजर टाकली तरी ही गोष्ट स्पष्ट होईल. (या माहितीबद्दल शारदा व ज्योत्स्ना विजापूरकर यांचे विशेष आभार)

गुढीपाडवा - नवी पिकलेली चिंच, कैरी व कडूलिंबाच्या फुलापानांपासून बनविलेला पदार्थ.
वटपौर्णिमा - आंबे एकमेकांना देतात / वाटतात.
वरलक्ष्मी - पुजेसाठी *केवडा* व *प्राजक्ताची* फुले वापरतात. (आंध्रप्रदेश, कर्नाटक, तामिळनाडू)
गोकुळाष्टमी - *जांभूळ*
गणेशचतुर्थी - नवी मक्याची कणसे, *सिताफळ* व *कवठ* हे अजूनही कच्चे असते, व नवी हिरवी चिंच यांची चटणी आंध्रप्रदेशात या दिवशी करतात.
महालक्ष्मी - *पडवळ*
दसरा - सजावटीसाठी झेंडू, केळ्याची एक जात (*chitiwale mouz*) व पिकलेले सिताफळ
संक्रांत - तीळ व नव्या गुळापासून बनविलेला *तिळगूळ*, ऊस, *बोरे*, नवा तांदूळ, ताजी हळद चण्याचे धाटे, *गाजर*, लाल भोपळा, *घेवडा* व मिश्र भाज्या. दक्षिण भारतात नव्या तांदूळापासून '*पोंगल*' बनवतात.
होळी - उत्तर भारतात गव्हाच्या ओंब्या भाजतात.

निरीक्षण आणि भाषेवर आधारित स्वाध्याय

वर्गातील चर्चा (कृपु पान १३२)

१. तुमच्या सभोवतालच्या सगळ्यांना पुरेसं अन्न मिळतं का? काही लोकांना पुरेसं जेवण का मिळत नाही? पुरेसं अन्न मिळावं म्हणून त्यांना काय करता येईल?

२. काही माणसं कधीकधी गरजेपेक्षा जास्त खातात, चुकीचा आहार घेतात असं तुम्हाला वाटतं का? उदाहरणे सांगा. असं का होत असेल? तुम्हाला काय वाटतं ते सांगा.

विद्यार्थ्यांच्या अनुभवाप्रमाणे हे दोन प्रश्न अनेक मुद्दे उपस्थित करू शकतात. आपल्यापैकी सर्वांनाच पुरेसे अन्न मिळत नाही, अन्नाची विपूलता असूनही तीव्र भूक व कुपोषणही अस्तित्वात आहे याची जाणीव कदाचित मुलांना असेल. जगातील प्रत्येकाला पुरेसे अन्न मिळेल एवढे अन्न उत्पादन असले तरी जगातील ८० कोटींपेक्षा अधिक जनता कुपोषित आहे. भारतातही प्रत्येक व्यक्तीला खायला मिळेल एवढे अन्न आपण पिकवीत असलो तरी प्रत्येक दिवशी २०% पेक्षा अधिक भारतीय ज्यात लहान मुलांचाही समावेश आहे उपाशीपोटी झोपतात. उन्हाळ्यात पाण्याचे साठे आटू लागले की ही समस्या अधिक उग्र बनते. या भूकेमागील कारणे ही केवळ आर्थिक नाहीत तर पर्यावरणीय / जीवसृष्टीशी संबंधित सामाजिक किंवा अनेकदा राजकीयही असतात. वृत्ती व अग्रक्रमातील बदल तसेच जमीन, पाण्याचे योग्य व्यवस्थापन यांनी आपण ती समस्या सोडवण्याचा प्रयत्न करू शकतो.

चर्चेची दिशा ठरविणारे काही प्रश्न - गरीब लोकांचा आहार हा मध्यमवर्गीय किंवा श्रीमंतांच्या आहारापेक्षा वेगळा असतो का? कशाप्रकारे? तुम्ही स्वस्त धान्य दुकानातून धान्य आणता का? हे धान्य कोठून येते? स्वस्त धान्य दुकानात मिळणारे धान्य व खुल्या बाजारात मिळणारे धान्य यात दर्जा व दर यातील तुलना, विविध स्तरातील लोकांच्या वापरातील भाज्या व फळे यांचा दर्जा व संख्या, मुले कदाचित सांगतील की हे खर्च करण्याची क्षमता, अग्रक्रम, पारंपारिक किंवा आधुनिक जीवनशैली किंवा पोषणमूल्यविषयक जागरुकता यावर अवलंबून आहे. पण लोक अन्नावर अधिक विचाराने खर्च करू शकतील का, कशाप्रकारे? गरीब व श्रीमंत घरातील जेवणातील पदार्थांच्या सर्व शक्यतांवर विचार करा. त्यांचा खर्च व पोषणमूल्य याही गोष्टी विचारात घ्या : (अ) भाताची पेज (ब) वरण, चपाती, भाजी, कोशिंबीर (क) भात व मासे (ड) पुलाव, भजी, रबडी (इ) पीझ्झा, हँबर्गर इत्यादी, कोणते प्रकार दैनंदिन जेवणामध्ये गैरसोयीचे वाटतात? का? अती खाण्याचा तसेच महागड्या पण कमी पोषकद्रव्ये असणाऱ्या अन्नामुळे काय परिणाम होऊ शकतो? जे लोक उपाशी आहेत त्यांच्यासाठी आपण काय करू शकतो. प्रत्येकाला थोडं तरी अन्न मिळेल अशाप्रकारे आपण अन्नाचे वितरण करू शकतो का? आपण अन्नाचा अपव्यय टाळू शकतो का? प्रत्येकासाठी अन्न पिकविता येईल अशाप्रकारे आपण आपले पाण्याचे साठे व जमीन यांचे रक्षण करू शकतो का ?

३. नांगरणी करताना ट्रॅक्टर किंवा प्राणी वापरतात. या दोन्हीचे फायदे कुठले असतील? आणि तोटे कुठले असतील?

छोट्याशा शेतासाठी गुरे ही आर्थिकदृष्ट्या सोयीची ठरतात. ट्रॅक्टरच्या इंधन खर्चापेक्षा गुरांचा व त्यांच्या खाण्याचा खर्च कमी असतो. त्यांच्यापासून, दूध, मांस, खत व चामडे अशा इतर उपयोगी गोष्टीही मिळतात. ट्रॅक्टर हे मोठ्या शेतासाठी जास्त उपयोगी ठरतात कारण ते वेळ व श्रमाची बचत करतात.

काय सारखे? काय वेगळे? (कृपु पान १३३)

१. फळं आणि भाज्या यांच्यामध्ये काय फरक आहे? एखाद्या फळाची भाजी करता येईल का? उदाहरण द्या.

'फळ' हा झाडाचा एक भाग आहे (ही एक तांत्रिक संज्ञा आहे) तर 'भाजी' ही रोजच्या आहाराचा एक घटक आहे (ही रोजच्या वापरातील संज्ञा आहे). भाजी हे फळ असू शकतं. उदा. टॉमेटो किंवा तो झाडाचा इतर कोणताही भाग असू शकतो. (पृष्ठ २५४ - २५५ पाहा).

२. खाली दिलेल्या गोष्टींमध्ये दोन सारखेपणाचे व दोन फरकाचे मुद्दे लिहा.

अ. कच्ची पपई आणि पिकलेली पपई (किंवा कुठलंही दुसरं फळ)

आ. कच्ची पपई आणि शिजवलेली पपई (किंवा कुठलीही दुसरी भाजी)

अ व ब दोन्ही कृतींमध्ये पपई वापरली आहे कारण यातून हे स्पष्ट होते की पपई ही भाजी असू शकते व 'कच्चा' हा रोजच्या वापरातील शब्द 'न पिकलेला' किंवा 'न शिजवलेला' अशा दोन्ही अर्थांनी वापरला जातो. मुले जर पपईशी फारशी परिचित नसतील तर दुसरे कोणतेही उदाहरण वापरता येईल. शिजवणे व पिकणे या दोन प्रक्रियात काही साम्य आहे. न पिकेलेल किंवा न शिजवलेले अन्नपदार्थ हे काहीवेळा चावण्यास कठीण असतात. दातामध्ये चिकटून (अडकून) बसतात. चवीला तूरट लागतात व काहीवेळा ते खाल्ल्याने पोटात दुखते.

३. काही थोड्याच प्रकारच्या वनस्पती आणि प्राणी आपण खातो. कुणीच खात नसावेत अशा ५ वनस्पतींची आणि ५ प्राण्यांची यादी बनवा. आपण या वनस्पती आणि प्राणी का खात नसू याची कारणे शोधा.

हा फरक सुरक्षितता (विषारी आहे का ?) पचनाची सुलभता (गवतातील सेल्युलोज आपण पचवू शकत नाही), चव, पोत व सामाजिक परंपरा (काही माणसे एखादी गोष्ट खातात. तीच गोष्ट दुसरी माणसे निषिद्ध मानतात) यामुळे असू शकेल.

सांगा आणि लिहा. (कृपु पान १३४)

१. पेरणी, लावणी, कापणी आणि शेतीतल्या इतर कामांशी निगडीत असणारे काही सण, गाणी किंवा नृत्ये असतील ती शोधून काढा.

२. ''मी आज .... खाल्लं, ते ....'' कल्पना करा आणि काही अन्नपदार्थ कुठून आले असतील याची गोष्ट तयार करा.

३. तुमच्या मित्राला किंवा मैत्रिणीला एखाद्या अन्नपदार्थाचे नाव मनात आठवून ठेवायला सांगा. मित्राने मनात धरलेल्या अन्नपदार्थाचे नाव ओळखण्यासाठी तुम्ही प्रश्न विचारा. मित्राला फक्त 'हो किंवा 'नाही' अशीच उत्तरे द्यायला सांगा. उत्तर शोधण्यासाठी तुम्हाला किती प्रश्न विचारावे लागले?

उदा. तो पदार्थ शिजलेला आहे का ? (नाही) (तर्क - तो पदार्थ असा असावा जो कच्चा खाल्ला जातो) तो वनस्पतीपासून मिळतो का? - (हो), हे फळ किंवा फळाचा भाग आहे का? (नाही), ते पान आहे का? (हो), (तर्क - तो पदार्थ - पान आहे जे कच्चे खाल्ले जाते) पालक? / लेट्यूस (हो).

चला शब्दांशी खेळू या !

चला शब्दांशी खेळूया!

१. हा खेळ तुमच्या मित्रमैत्रिणींबरोबर खेळा. पहिला खेळाडू कुठल्याही अन्नपदार्थाच्या नावातील पहिले अक्षर सांगेल. दुसरा खेळाडू दुसरं अक्षर सांगेल त्या अक्षरामुळे त्या अन्नपदार्थाचे नाव कदाचित पूर्ण होईल. (पहिल्या खेळाडूने मनात धरलेल्या अन्नपदार्थापेक्षा वेगळे नाव तयार झाले तरी चालेल.) जो खेळाडू पुढचे अक्षर सांगू शकणार नाही तो बाद होईल. जो खेळाडू अन्नपदार्थाचे नाव शेवटचं अक्षर सांगून पूर्ण करेल त्याला एक गुण मिळेल.

१ ला खेळाडू	र (रबरी)
२ रा खेळाडू	स (रसगुल्ला)
३ रा खेळाडू	म (रसमलाई) इत्यादी

जर, जो खेळाडू शब्द पूर्ण करेल त्याचा एक गुण कमी होईल अशा पद्धतीने खेळलं तर प्रत्येक खेळाडू आपल्या अक्षराने शब्द पूर्ण होणार नाही असे शब्द शोधायचा प्रयत्न करेल. किंवा एखादा जोडशब्द (झुणकाभाकर) ज्याचा एक भागही पदार्थ असेल तर तो छोटा शब्द पूर्ण झाल्यावर 'पुढे चालू' म्हणून आपल्या पाळीला शब्द पूर्ण होणार नाही याची काळजी घेईल.

विचारा आणि शोधून काढा (कृपु पान १३५)

१. तण म्हणजे काय? तण काढणे म्हणजे का?

२. शेणखत म्हणजे काय? ते कसं तयार करतात आणि वापरतात? रासायनिक खत म्हणजे काय? काही रासायनिक खतांची नावं शोधा.

वनस्पतींच्या वाढीसाठी पोषक द्रव्य पुरविण्याऱ्या वनस्पती आणि प्राण्यांच्या उत्सर्जक पदार्थांनाच खत किंवा खातर असे म्हणतात. खतांचा पोत असा असतो की ज्यामुळे माती मोकळी राहते (मातीचा पोत सुधारतो) व पाण्याचे शोषण व धारणा अधिक चांगली होते. त्यातील कार्बनी द्रव्यांमुळे उपयुक्त सुक्ष्मजीवांची वाढ होते व उपद्रवी सूक्ष्म प्राण्यांच्या वाढीला आळा बसतो. (मुळांमध्ये स्वत:ला गाडून घेणारे अतिसूक्ष्म पाणकिडे)

वनस्पतींना कोणती पोषकद्रव्ये लागतात ? कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन (ही द्रव्ये हवा व पाण्यातून मिळतात) शिवाय वाढीसाठी वनस्पतींना आवश्यक असणारी पोषकद्रव्ये म्हणजे नायट्रोजन (N), फॉस्फरस (P) व पोटॅशियम (K) - नत्र, स्फूरद, पोटॅश - या तीन मुलद्रव्यांना एकत्रितपणे NPK म्हणतात. याशिवाय काही आवश्यक मूलद्रव्ये कमी प्रमाणात लागतात - मॅग्नेशियम, कॅलशिअम, सल्फर व काही सूक्ष्म प्रमाणात लागतात - लोह, मँगेनीज, बोरॉन, जस्त, तांब, मॉलिन्डेनम, क्लोरीन, निकेल, सोडीयम व सिलीकॉन. प्राणी व वनस्पतींच्या शरीरामध्ये हे सर्व घटक असतात. वनस्पती व प्राण्यांचे मृतावशेष व त्यांचे उत्सर्ग यांचे मातीतील जीव उदाहरणार्थ, गांडूळ, किडे व सूक्ष्मजीव यांच्यामार्फत विघटन होते (पहा धडा १०) व ही द्रव्ये मातीत सोडली जातात. मातीतील व शिंबाधारी वनस्पतींच्या (उदाहरणार्थ, मटार आणि शेंगा) मुळावरील गाठीतील 'नत्र स्थिरीकरण करणारे जीवाणू' हवेतील नायट्रोजनचे नायट्रोजनच्या संयुगात रूपांतर करतात. शिंबाधारी वनस्पती या म्हणूनच पोषकद्रव्यांचा महत्त्वपूर्ण स्रोत ठरतात. (कंपोस्ट खतांसाठी पृष्ठ क्र. ३३९-३४० पाहा.)

रासायनिक खते -

ही एक किंवा अधिक पोषकद्रव्ये असणारी संयुगे आहेत. उदा- खतामध्ये N साठी अमोनिअम नायट्रेट किंवा युरिया, P साठी सुपर फॉस्फेट व K साठी पोटॅशिअम सल्फेटचे

मिश्रण असू शकते. कॅल्शियम व मॅग्नेशिअमचा पुरवठा करण्यासाठी निवळी वापरली जाते. खते ही पूड, दाणे गोळ्या किंवा द्रव स्वरूपात बनवितात.

३. खते आणि कीटकनाशके आपल्याला काही अपाय करतात का? कुठल्या मार्गांनी? जेव्हा पावसामुळे खते आणि कीटकनाशके वाहून जातात, तेव्हा ती कुठे जात असतील?

खते ही योग्य प्रमाणातच पुरवावी लागतात. जास्त प्रमाण झाल्यास ती वनस्पतींना धोकादायक ठरू शकतात. रासायनिक खतांमध्ये असलेली आम्ले सूक्ष्मजीव, गांडूळे व मातीतील इतर उपयोगी जीवांचा नाश करतात. रासायनिक खतांच्या वारंवार केलेल्या वापरामुळे नत्र स्थिरीकरण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांचाही नाश होतो. खते ही मातीतील सूक्ष्म मूलद्रव्यांशी बांधली जातात व या द्रव्यांच्या अभावामुळे वनस्पती जीवाणू व बुरशीजन्य रोगांना बळी पडतात. खतांच्या वापराबरोबरच मोठ्या प्रमाणात पाणी वापरण्याची गरज असते. यामुळे जमिनीची धूप, खारफूटी इ. समस्या निर्माण होतात. (पहा पान २६७)
नायट्रेट्स पाण्यात अतीविद्राव्य असल्याने मातीतून वाहून जातात झरे, आणि भूअंतर्गत जल साठ्यांमध्ये साचतात. रंगहीन, वासहीन असल्याने त्यांचे अस्तित्व सहजगत्या जाणवत नाही व गाळणे, उकळणे या क्रियांनी ते नष्टही होत नाहीत. पाण्यातील नायट्रेटस्च्या जास्त प्रमाणामुळे पोटाचा कर्करोग होण्याची शंका व्यक्त होत आहे. सहा महिन्यांपेक्षा लहान बालकात त्यांच्यामुळे रक्ताची ऑक्सिजन वहन क्षमता कमी होते व गुदमरल्यासारखे वाटते.
पाण्यातील N व K च्या वाढत्या प्रमाणामुळे शैवालांची संख्या प्रमाणाबाहेर वाढते व यातूनच अन्य जलीय जीवांना ऑक्सिजनची कमतरता जाणवते.
कीडनाशकांमुळे उद्भवणाऱ्या धोक्यांची वर्णने पाने २७८-२७९ वर दिली आहेत.

४. आपल्याला अपाय होणार नाही अशी कीटकनाशके आहेत का? कडूलिंबाच्या पानांसारखे, अन्नधान्याचे कीटकांपासून संरक्षण करण्याचे अजून कुठले सुरक्षित मार्ग आहेत?

नैसर्गिक कीडनाशके जी कडूलिंब, लसूण, पर्शियन लिलियॅक, पोगम इत्यादीपासून बनवलेली असतात ती आपल्यासाठी धोकादायक नसतात. यामुळे धान्य साठविण्याचे सुरक्षित मार्ग म्हणजे धान्यात वाळलेली कडूलिंबाची पाने मिसळणे, धान्याला एरंडेल तेल लावणे जे धुतले जाऊ शकते.

काही वेळा एका पिकाची कापणी झाल्यानंतर शेतकरी शेतात उरलेले बुडखे जाळून टाकतात. यामुळे जी पोषकद्रव्ये मातीचा कस वाढविण्यासाठी उपयोगी पडली असती त्यांचा नाश होतो. पण या प्रक्रियेमुळे उपद्रवी किडींची अंडी, कोश यांचा नाश होतो व नंतरच्या पिकांचे या किडीपासून रक्षण होते.

कीडनाशकांवर असणारे अवलंबित्व कमी करण्यासाठी जैवनियंत्रण (कीडींवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी इतर सजीवांचा वापर) आणि कीड रोधक पिके निर्माण करण्यासाठी जनुक-अभियांत्रिकी विकसित करण्याचा शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत आहेत. किडींचे पुनरुत्पादन होऊ नये म्हणून विविध मार्ग शास्त्रज्ञ शोधत आहेत. या पद्धती चांगल्या आहेत की धोकादायक यांची पद्धतशीरपणे चाचणी होणे आवश्यक आहे. उदाहरणार्थ, किडींना खाणारे कीटक किडींसोबत पीक आणि उपयुक्त कीटकसुद्धा खाऊन टाकतील. नवीन रोधक जनुके आपल्याला माहीत नसणाऱ्या मार्गांनी इतर जातींमध्ये प्रवेश करतील.

सेंद्रीय शेती -

मधल्या काळात काही शेतकरी हे शेतीच्या नैसर्गिक पद्धतींकडे वळत आहेत. सेंद्रीय शेतीमध्ये वनस्पती, माती व इतर सजीवांच्या साहचर्याचा वापर केला जातो व विषारी रासायनिक खते व किडनाशकांचा वापर टाळला जातो. सेंद्रीय शेती करणारे शेतकरी कीटकांना दूर सारणाऱ्या वनस्पती उदा. लसूण, कांदा, कडूलिंब, झेंडू यांची लागवड करतात व मातीतील सूक्ष्मजीव भक्षक कीटक व पक्षी यांचा कीडनाशक म्हणून वापर करतात. जेव्हा जमीन ही मुख्य पिकासाठी आवश्यक नसते तेव्हा तिच्यात गवत व शिंबाधारी वनस्पतींची लागवड करतात यामुळे गुरांच्या चाऱ्याची सोय होते. जनावरांच्या मलमूत्रापासून खत मिळते व नंतर जेव्हा या झाडांचे बुडखे जमिनी नांगरताना मातीत मिसळतात तेव्हा ते जमिनीची प्रत सुधारतात. पिकांची आलटापालट केली जाते. भाताची कापणी केल्यानंतर तूर किंवा सोयाबीनसारखी कडधान्ये घेतली जातात. कडधान्ये नायट्रोजनने मातीची प्रत सुधारतात. योग्य पिकांची निवड करून आलटापालट केल्यास नैसर्गिकरित्या तणांवर नियंत्रण राखण्याला मदत होते. सेंद्रिय पद्धतीने वाढविलेल्या वनस्पती या जास्त निरोगी असतात आणि रोग आणि किडींच्या आक्रमणाला जास्त चांगल्या पद्धतीने विरोध करू शकतात.

काही सेंद्रीय शेती करणारे शेतकरी इतक्या मर्यादेपर्यंत जातात की ते जमिनही नांगरत नाहीत. त्यांना असे आढळते की यामुळे गांडुळे व इतर मातीतीली सूक्ष्मजीवांची संख्या वाढते व यामुळे माती ही नैसर्गिकरीत्याच भुसभूशीत व कसदार राखली जाते ('द वन स्ट्रॉ रिव्होल्युशन' हे मानसोबु फुकुओका यांचे पुस्तक पाहा.)

संख्यात्मक विचार

शोधा म्हणजे सापडेल! (कृपु पान १३५)

हे प्रश्न इयत्ता चौथीच्या मुलांच्या दृष्टीने जरा नवीन व काही प्रमाणात अवघडही आहेत. माझ्या वर्गातील फक्त एका मुलाला माझ्या मदतीशिवाय ते सोडविता आले. पण या प्रश्नांची अर्धीमुर्धी का होईना उत्तरे शोधताना व आवश्यक माहिती गोळा करताना सर्वच मुलांना काही ना काही शिकायला मिळाले असेल असे मला वाटते.

१. चार माणसांच्या एका कुटुंबाला समजा २५० ग्रॅम तांदूळ रोज लागतो. तर ३० दिवसांत त्यांना किती तांदूळ लागेल? (लक्षात ठेवा १००० ग्रॅम म्हणजे १ किलोग्रॅम) तुमच्या कुटुंबासाठी तुम्ही कुठून तांदूळ आणता? एका महिन्याला तुमच्या कुटुंबाला किती तांदूळ लागतो?

वर्गातील अनुभव

एका दिवसात एका कुटुंबाला २५० ग्रॅ. तांदूळ लागतो.
३० दिवसांत त्यांना लागणारा तांदूळ = २५० *३० = ७५०० ग्रॅ. = ७.५ कि. ग्रॅ.
मुलांनी त्यांच्या घरी महिन्याला किती तांदूळ वापरला जातो याचा काढलेला अंदाज हा १ ते १० किलोच्या दरम्यान होता.

२. एक चौरस मीटर म्हणजे १ मीटर लांब आणि १ मीटर रुंद असा जमिनीचा तुकडा. प्रत्येक १ चौरस मीटर जमिनीवर तुम्ही ५ कि.ग्रॅम. तांदूळ पिकवलात तर एक वर्षभर तुमच्या कुटुंबाला अन्न पुरवण्यासाठी किती चौरस मीटर जमीन लागेल?

वरील उदाहरणावरून एका कुटुंबाला एक महिन्याला ७.५ कि. ग्रॅ. तांदूळ लागतो
१२ महिन्यात त्यांना लागणारा तांदूळ = ७.५* १२ =९० कि.ग्रॅ. तांदूळ
जर १ चौरसमीटर क्षेत्रात ५ कि.ग्रॅ. तांदूळ होत असेल तर
९० कि. ग्रॅ. तांदूळासाठी ९० / ५ = १८ चौरसमीटर जमीन लागेल.

(हे उत्पादनाचे आकडे हे आदर्श व अधिकतम मान दाखवितात व या प्रश्नात आहारातील फक्त तांदूळाचाच विचार केला आहे. व्यवहारात एक कुटुंब पोसण्यासाठी आवश्यक जमीन ही वरीलपेक्षा अनेक पट जास्त असेल.)

क्षेत्रफळाची काही सर्वसाधारण परिमाणे

एकर - मूळ इंग्लंडमध्ये प्रचलित झालं. एका बैलजोडीद्वारे एका दिवसात नांगरले जाणारे शेत अंदाजे दाखविण्यासाठी हे एकक वापरात होतं. नंतर तो शेताचा भाग हा १६० रॉड असा प्रमाणित करण्यात आला.

१ रॉड = १६.५ फूट

१ एकर = ४३, ५६० चौरस फूट = ४,०४७ चौरस मीटर.

आर व हेक्टर - क्षेत्रफळाची मेट्रीक परिमाणे

१ आर = १०० चौ. मीटर

१ हेक्टर = १०,००० चौ. मीटर

क्षेत्रफळ मोजण्यासाठी भारतात पूर्वापार बिघा, गुंठे व सेंट ही परिमाणे वापरली जातात. वेगवेगळ्या भागात त्यात काही बदल होतो पण सर्वसाधारणपणे ही मापे पुढीलप्रमाणे दर्शविता येतील.

१ बिघा = ५/८ एकर

१ गुंठा = १/४० एकर = १२१ चौरस यार्डस्.

१ सेंट = १/१०० एकर

दाखवा आणि सांगा

१. खूप लांबचा प्रवास करायचा असेल तर तुम्ही सोबत खायला घ्याल असे अन्न वर्गात आणा. आता सांगा, कुठल्या प्रकारचं अन्न तुम्ही प्रवासात नेणार **नाही**? का नेणार नाही? वर्गात कारणे सांगा.

प्रकरण १० मधील प्रश्न तुमच्या आवडीचे २ व ६ पहा (पृष्ठ क्र. ३३७ व ३३८)

प्रश्न विचारा! (कृपु पान १३६)

१. आपलं अन्न कुठून येतं याबद्दल प्रश्न विचारा. प्रश्नांची उत्तरं कशी शोधता येतील याचा विचार करा.

मुलांचे प्रश्न : उकडा तांदूळ म्हणजे काय ?

ह्या प्रकारचा तांदूळ दक्षिण भारतात प्रसिद्ध आहे. भारतात पिकवल्या जाणाऱ्या तांदूळापैकी अर्धा तांदूळ असा असतो. भाताच्या ओंब्या गार पाण्यात भिजत घालतात. नंतर पाणी उकळतात किंवा वाफवतात काही वेळा हा भात नंतर गरम वाळूत भाजतात. वाळल्यानंतर टरफल सहजतेने निघून येते.

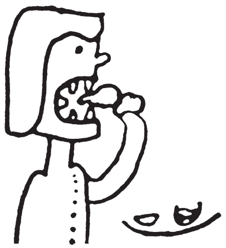
ह्या प्रक्रियेमुळे कोंड्यामधील जीवनसत्त्वे व क्षार धान्यात शोषली जातात व खूपच कमी पोषकद्रव्यांचा नाश होतो.

अजब खजिना!!!

एक किलोग्रॅम धान्य पिकविण्यासाठी आपल्याला काही हजार लिटर पाणी लागतं.

यातलं बरचसं पाणी पानांद्वारे हवेत पुन्हा सोडलं जातं.

पाहा पृष्ठे १९७ आणि २२७



नववा धडा

शरीरात अन्नाचे काय होते?

गोष्ट (१ तास; पापु पान ८५)

दुपारचे जेवण!

''आई, मला दुधीची भाजी अजिबात आवडत नाही!'' अप्पूने तक्रारीचा सूर लावला. ''मला आज जेवायला नको''

''त्याला खेळायला जाऊ दे, आई'' मिनी म्हणाली. ''आजचा दिवस जेवला नाही तर काही बिघडेल का?''

''हो, मिनी'', आईने उत्तर दिले. ''अप्पू तुला माहीत आहे का आपलं शरीर हे एका कारखान्यासारखं असतं. ऊर्जा तयार करण्यासाठी, बिघडलेले भाग दुरुस्त करण्यासाठी, तुमची वाढ करण्यासाठी, आजारांना तुमच्यापासून दूर ठेवण्यासाठी अन्नाची गरज असते. हे सगळं तुम्ही गेल्याच वर्षी शिकलात, आठवतंय का?''

''पण एक वेळचं जेवण घेतलं नाही तर काय होईल?'' मिनीची उत्सुकता तिला स्वस्थ बसू देईना. ''त्याने सकाळी भरपूर नाश्ता केला आहे. त्या अन्नातून ऊर्जा आणि इतर गोष्टी मिळतीलच!''

''अगं मिनी, ती ऊर्जा जास्त वेळ टिकून राहात नाही. आता, अप्पूच्या पोटाला कान लावून ऐक बरं! पोटातून गुरगुर ऐकू येतेय की नाही? त्याचं पोट म्हणतंय की मी आता रिकामा झालो आहे, मला आणखी जेवण पाहिजे.''

मिनीने ऐकलं. आता तर तिला खूप प्रश्न विचारायचे होते. हा आवाज कशाचा येतो? चार तासांपूर्वी नाश्ता केला होता, तो कुठे गेला? त्याच्या शरीरातल्या अन्नाचं काय झालं?

''मला माहितीये काय झालं ते!'' अप्पू मिश्लिकपणे हसून म्हणाला. ''त्याची शी झाली, आपण सकाळी सकाळी शौचाला जातो ते, माहितीये ना!''

आता मात्रं मिनीला राहावलं नाही, ''पण आई, अन्नातून कशी काय ऊर्जा मिळते? आपली शी आपल्या जेवणापेक्षा किती वेगळी दिसते, वासही वेगळा असतो. आपल्या शरीरात नक्की काहीतरी होत असणार.''

''तुला लवकरच कळेल'' आई म्हणाली. ''आपल्या शरीरात सतत काही ना काहीतरी घडत असतं. त्यात आपल्या अन्नाचं काय होतं ते पाहू या.''

वर्गातील अनुभव

'शरीरातील भागांची झीज भरून काढणे' ही संकल्पना इ. ३ री चे विज्ञान शिकविताना मी समजावून सांगितली आहे पण आता १ वर्षानंतरही ती अनेक मुलांना स्पष्ट झाली नाही असे मला आढळून आले. म्हणून मी त्यांना वापरात असलेले चप्पल, बूट, कपडे यांचे उदाहरण दिले. जशी वापरून चप्पल झिजते, कपडे विरतात तसेच आपल्या शरीराचेही आहे. समजा आपण चपलाच घातल्या नाहीत तर चालून-चालून चपलांऐवजी आपले पायच झिजतील, नाही का? ही झीज अन्नाने भरून निघते. आपल्या शरीरातील बाह्य तसेच अंतर्गत अवयवांचीही सातत्याने झीज होते. शिवाय मुलाच्या शरीराची वाढ होणेही आवश्यक असते. या दोन्हीसाठी आपल्याला शरीर-बांधणी करणाऱ्या अन्नाची गरज असते.

अन्न व विष्ठा यातील फरक रंग, वास, आकार, स्वरूप या मुद्यांच्या आधारे मुलांनीच सांगितला. त्यामुळे शरीरांतर्गत अन्नामध्ये फारच महत्त्वाचे बदल होतात हे त्यांना समजले. (त्यांना शी, शौच, मल, विष्ठा, उत्सर्जित पदार्थ इत्यादी शब्दही आठवले.) या चर्चेतून अनेक कठीण प्रश्न पुढे आले. मला त्या सर्वांची तात्काळ उत्तरे देता आली नाहीत तरी मुले शारीरिक कार्याविषयी वैज्ञानिक दृष्टीने विचार करीत आहेत व चर्चा करताना कोणताही संकोच त्यांच्या मनात नाही याचा मला आनंद झाला.

त्यांच्या मनात आलेले काही प्रश्न असे - अन्नाचा रंग कोणताही असला तरी विष्ठा पिवळी कशी? विष्ठेला घाण वास का येतो? (पाहा पाने ३०६ व ३१०) पोटातून गुरगुर आवाज का येतो? (पाहा कृती ३ इ, पान ३०३)

१. आपण खाल्लेल्या अन्नाचं काय होतं? (२ तास + गृहपाठ; पापु. पान ८६)

आपण जे अन्न खातो ते तसंच्या तसं आपल्या शरीराच्या सगळ्या भागांना उपयोगी पडत नाही. त्याला संपूर्ण **अन्नमार्गाचा** प्रवास करावा लागतो. त्या प्रवासात अन्न बारीक केलं जातं. त्यात वेगवेगळे पाचकरस मिसळले जातात. या रसांमुळे अन्नाचे अतिशय बारीक बारीक कण व्हायला मदत होते.

हे अन्नाचे सूक्ष्मकण आणि पाणी अन्नमार्गातून प्रवास करून, मग आपल्या रक्तप्रवाहात मिसळतात. रक्ताबरोबर ते आपल्या शरीराच्या सगळ्या भागात पोहोचतात. आपलं शरीर जिवंत आणि वाढतं ठेवण्यासाठी त्यांची मदत होते.

आपल्याला गरज नसलेले अन्न अन्ननलिकेतून तसेच पुढे जाते आणि शेवटी गुद्द्वारातून बाहेर टाकले जाते.

या चित्रांचा अभ्यास केल्यानंतर तुमच्या कृतीपुस्तकातील पान १३७ आणि १४३ वरील स्वाध्याय सोडवा.

पचन म्हणजे काय?

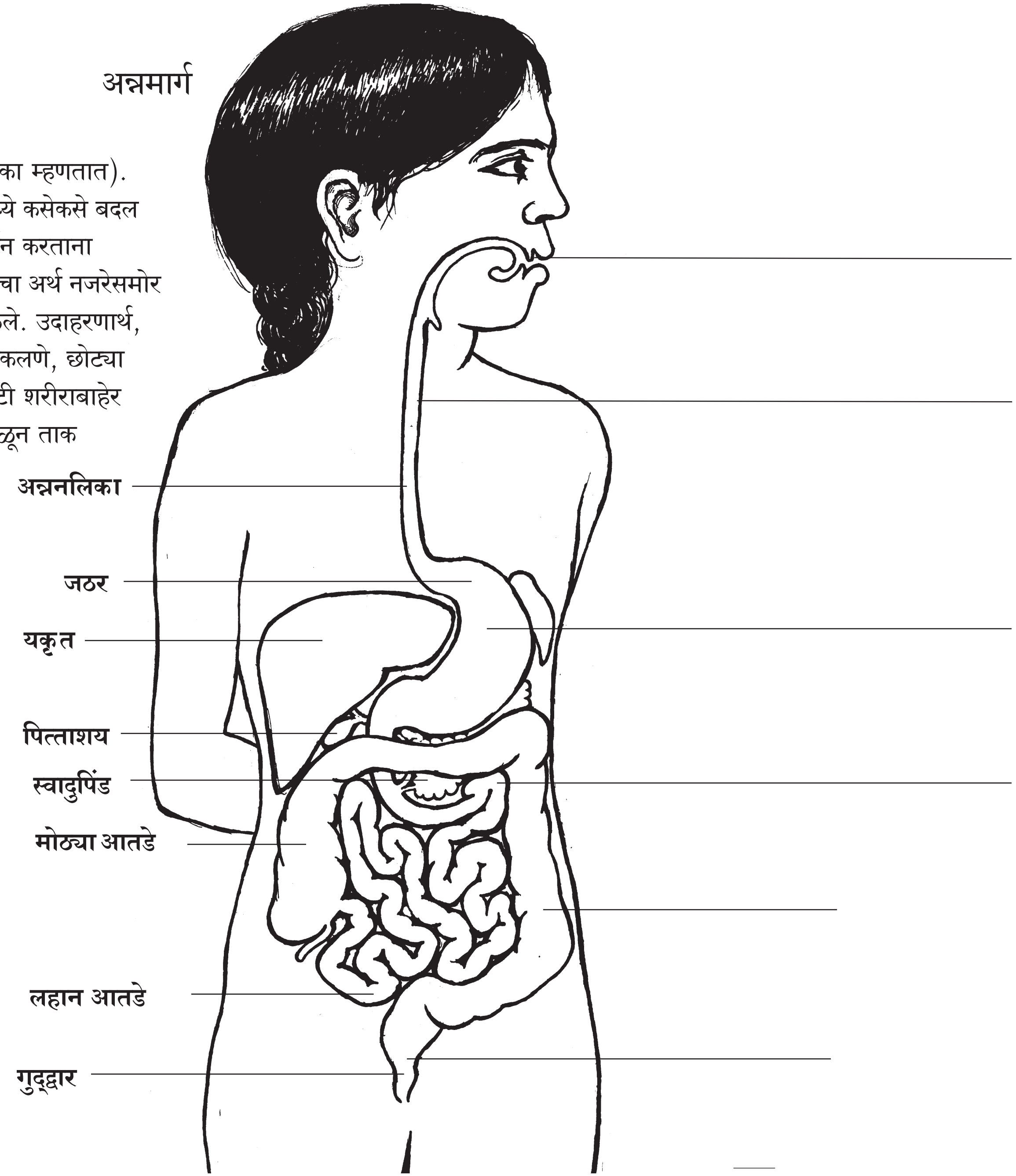
पचन क्रियेत अन्नपदार्थाच्या मोठ्या रेणूंचे छोट्या छोट्या रेणूंमध्ये विभाजन होते. हे छोटे रेणू रक्तात प्रवेश करू शकतात. साधी शर्करा (ग्लुकोज), जीवनसत्त्व व क्षार अशा अन्नाच्या काही घटकांना विघटनाची गरज नसते. हे सर्व घटक पाण्यात विद्राव्य असल्याने सहजतेने रक्तात शोषले जातात व शरीराच्या सर्व भागांना पुरविले जातात. परंतु पिष्टमय पदार्थ, प्रथिने व स्निग्ध पदार्थ यांचे रेणू आकाराने मोठे, रचनेने गुंतागुंतीचे व पाण्यात विद्राव्य नसतात. त्यामुळेच या रेणूंचे साध्या, विद्राव्य व छोट्या आतड्याच्या भिंतीतून सहजगत्या रक्तात प्रवेश करू शकणाऱ्या लहान रेणूत विभाजन व्हावे लागते.

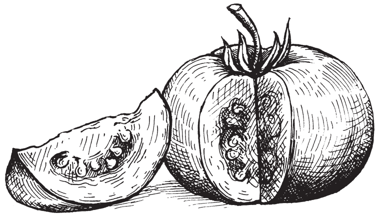
वर्गातील अनुभव

मुलांना काही प्रश्न केल्यावर सुरुवातीलाच माझ्या लक्षात आले की आपण खाल्लेलं अन्न हे जसेच्या तसे किंवा जठरामार्फत सर्व शरीराकडे जाते असा मुलांचा सर्वसाधारण समज असतो. पचन मार्ग किंवा अन्नमार्ग हा एखाद्या बंद नळीप्रमाणे आहे ही कल्पनाच त्यांना नवी असते. म्हणून मी त्यांना अमेरिकी सैन्यातील शल्यविशारद विल्यम ब्युमाँटची गोष्ट सांगितली. या माणसाने १८२० मध्ये पोटात काय काय चालू असते याचे प्रत्यक्ष निरीक्षण केले! बंदुकीच्या गोळीने पोटात जखम झाली आहे अशा एका रुग्णावर तो उपचार करीत होता. ती जखम बरी झाली पण त्याच्या पोटाच्या भिंतीमध्ये छिद्र राहून गेले ते थेट जठराच्या अंतर्भागापर्यंत जात होते. ब्युमॉट या छिद्रातून नळ्या घालून पोटातील पदार्थांचे नमुने काढू शकत असे. त्याच्या असे लक्षात आले की जठरात असताना अन्नामध्ये काही बदल घडून येतात.

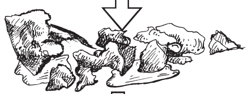
अन्नमार्ग

या चित्रात पचनमार्ग दाखविला आहे (यालाच अन्ननलिका म्हणतात). शेजारी पृष्ठ २९५ वर अन्ननलिकेतून जाताना टॉमेटोमध्ये कसेकसे बदल होत जातात त्याचा क्रम दर्शविला आहे. या क्रियांचे वर्णन करताना विद्यार्थ्यांनी काही क्रियादर्शक शब्दांकडे लक्ष द्यावं व त्याचा अर्थ नजरेसमोर आणण्याचा प्रयत्न करावा यासाठी मी मुलांना उद्युक्त केले. उदाहरणार्थ, फाडणे, तुकडे करणे, पीठ करणे, घुसळणे, मिसळणे, ढकलणे, छोट्या कणात विभाजन होणे, रक्तप्रवाहात प्रवेशणे आणि शेवटी शरीराबाहेर फेकणे. 'घुसळणे' हा शब्द स्पष्ट करण्यासाठी 'दही घुसळून ताक करता येते' हे उदाहरण सांगितले.





आपण खाल्लेल्या टोमॅटोचे काय होते?



तोंडामध्ये अन्नाचे तुकडे होतात, दातांनी ते दळलं जातं आणि त्यात तोंडातली लाळ मिसळते.

तोंड
५-३० सेकंद

अन्ननलिकेतून अन्न जठरात ढकललं जातं.

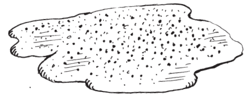
अन्ननलिका
१०-१५ सेकंद

अन्न घुसळून आणखी बारीक केलं जातं, त्यात पाचकरस मिसळले जातात आणि **जठरामध्ये** त्याचे अजून जास्त बारीक कण केले जातात.

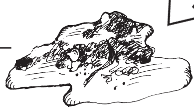
जठर
३-५ तास

लहान आतड्यामध्ये अन्नाचे कण रक्तप्रवाहातून जाऊ शकतील एवढे बारीक केले जातात.

छोटे आतडे
३-४ तास.



अन्नाचे बारीक बारीक कण रक्तप्रवाहातून शरीराच्या सर्व भागांपर्यंत पोहोचवले जातात.



न पचलेले अन्न आणि पाणी **मोठ्या आतड्यामध्ये** जाते. मोठ्या आतड्यातून बाहेर पडलेले द्रव पदार्थ रक्तप्रवाहात मिसळतात.

मोठे आतडे
८ तास- ३ दिवस.

निरूपयोगी अन्न **गुद्द्वारातून** बाहेर टाकले जाते.

निरूपयोगी द्रवपदार्थ शेवटी लघवीवाटे बाहेर टाकले जातात.

पचनक्रियेचा तपशील

मुखांतर्गत पचन – तोंडातील पुढचे पटाशीचे दात अन्नाचे चावून तुकडे करतात, सुळे अन्न फाडून त्याचे बारीक तुकडे करतात. तर जबड्याच्या मागच्या भागात असलेल्या दाढा व उपदाढा अन्न दळून त्याचा मऊसर लगदा तयार करतात. दात जेव्हा अन्न चावून, फाडून त्याचे बारीक तुकडे करतात तेव्हा लाळेमुळे ते ओलसर व मऊ होते व जीभेमुळे त्याचा घास बनतो. लाळेमध्ये 'टायलीन' नावाचे विकर असते. जे पिष्टाचे शर्करेत रुपांतर करते. तोंडातील लाळग्रंथीच्या तीन जोड्यांमध्ये दर दिवशी १ ते १.५ लीटर लाळ तयार होते. लाळेमध्ये बुळबुळीत पदार्थ असतो यामुळे घास अन्ननलिकेतून सहजपणे खाली सरकतो. अन्नाचे बारीक कण पाचक रसांच्या क्रियेसाठी जास्त पृष्ठभाग उपलब्ध करून देतात.

चर्वणक्रियेसाठी अन्नाच्या प्रकारानुसार साधारण ५ ते ३० सेकंद लागतात. अन्न घाईघाईने चावल्यास लाळेमुळे घडून येणारे पिष्टाचे पचन पूर्ण होत नाही. इतर पाचकरसांची क्रियाही अशा पिष्टयुक्त अन्नाच्या मोठ्या तुकड्यांवर पुरेशा प्रमाणात होत नाही. यामुळे असे अन्नपदार्थ जठरात जास्त काळ राहतात व आम्लपित्त व अस्वास्थ्य निर्माण करतात.

आपण घास गिळतो तेव्हा ग्रसिकेशेजारी असलेली श्वासनलिका एका छोट्या झडपेने झाकली जाते. परंतु काही वेळा अनावधानाने एखाद्या अन्नाचा कण या झडपेवर पडला किंवा चुकून श्वासनलिकेत गेला तर आपल्याला ठसका लागतो व त्याबरोबर तो कण बाहेर येतो. ग्रसिकेच्या स्नायूंच्या आकुंचनामुळे (१०-१५ सेकंदात) अन्न जठरात ढकलले जाते.

जठरातील क्रिया – जठराच्या आवरणात असलेल्या अनेक सूक्ष्म ग्रंथींमधून स्त्रवणारा जाठररस जठरातील अन्नात मिसळतो. दररोज जठरामध्ये २ ते ३ लिटर जाठररस निर्माण होतो त्यामुळे जठरातील अन्न अगदी पातळ स्वरुपात असते.

जाठररसातील 'पेप्सिन' प्रथिनांचे पचन घडवून आणते व 'रेनिन' दूधाच्या गुठळ्या बनवते यामुळे ते दूध जठरात काही काळ राहते आणि हायड्रोक्लोरिक आम्ल पेप्सिनच्या क्रियेसाठी आवश्यक अशी आम्लधर्मी परिस्थिती निर्माण करते. हायड्रोक्लोरिक आम्लामुळे

बहुतांश जीवाणूंचा नाश होतो. यामुळे अन्न जठरात आंबत नाही व शरीराचेही रोगापासून संरक्षण होते.

जठराच्या भिंतीमधील स्नायूंच्या आकुंचन प्रसरणामुळे अन्न घुसळले जाते. अशाप्रकारे अर्धवट पचलेले अन्न नंतर छोट्या आतड्यात प्रवेश करते.

रोजचे साधे जेवण जठरात ४ ते ५ तास राहते. म्हणजेच दोन जेवणांमध्ये ५ ते ६ तासांचा अवधी जठराला त्याचे काम पूर्ण करण्यासाठी पुरेसा होतो व त्याला दुसऱ्या जेवणापूर्वी थोडी विश्रांतीही मिळते.

लहान आतडे – ही एक अरुंद, नागमोडी व अनेक जागी वळलेली अशी नलिका आहे. याच्या सुरुवातीच्या भागात अन्नामध्ये 'पित्तरस' (पित्तरसाची निर्मिती यकृतात व साठवण पित्ताशयात होते व याच्यामुळे स्निग्ध पदार्थांचे (मेदाचे) पचन घडून येण्यास मदत होते व विष्ठेला विशिष्ट रंग येतो) व स्वादूरस (स्वादूपिंडात तयार होतो व पिष्ठ, प्रथिने व मेदाच्या पचनात मदत करतो) मिसळला जातो. लहान आतड्यामध्ये अन्न ३-४ तास राहते. येथील पचन लहान आतड्यातील ग्रंथींनी स्त्रवलेल्या आंत्ररसाच्या क्रियेने पूर्ण होते.

लहान आतड्याच्या भिंतीवर बाहेरून रक्तवाहिन्यांचे जाळे असते. अन्नाचा पचलेला भाग - या भित्तीकेतून रक्तात प्रवेश करतो. हे अन्न उर्जानिर्मिती, शरीरबांधणी व रोगप्रतिबंध या क्रियांसाठी वापरले जाते.

अन्नाचा उर्वरीत भाग, ज्यात प्रामुख्याने टाकाऊ पदार्थ असतात, मोठ्या आतड्यात जातो. येथे जास्तीचे पाणी, क्षार व जीवनसत्त्वांसहीत रक्तात शोषले जाते. हे रक्त जेव्हा मूत्रपिंडातून जाते तेव्हा त्यातून जास्तीचे पाणी व टाकाऊ पदार्थ, जसे युरिया वेगळे केले जातात व हे सर्व शेवटी मूत्राशयात जमा होते. अशाप्रकारे शरीरातील जास्तीचे पाणी बहुतांशी मूत्राद्वारे व काही प्रमाणात घामाद्वारे बाहेर टाकले जाते.

या दरम्यान घन पदार्थ विष्ठेच्या रूपाने शरीराबाहेर जाण्यापूर्वी मोठ्या आतड्यात १२ ते ४८ तास राहू शकतात. हे पदार्थ जितके अधिक काळ आतड्यात राहतील तितका त्यातील पाण्याचा अंश अधिक प्रमाणात शोषला जातो व विष्ठा अधिक घट्ट होते.

२. पाचकरसांमुळे अन्नाचे तुकडे होतात. (२ जोड तास; पापु पान ८८)

तुमच्या तोंडात अन्नाचे तुकडे दातांनी बारीक केले जातात आणि जिभेने अन्न मिसळायला मदत होते. अन्नामध्ये तोंडातली लाळ (थुंकी) सुध्दा मिसळली जाते. अन्नाचे बारीक तुकडे करण्यासाठी मदत करणारी लाळ ही एक प्रकारचा **पाचकरस** आहे.

अ. पाव, भाकरी, चपाती किंवा उकडलेल्या बटाट्याचा तुकडा २-३ मिनिटे सतत चघळत राहा. चवीतील बदलाचे वर्णन करा. (कृतीपुस्तक पान १३७)

पीठ आणि बटाट्यांमध्ये पिष्टाचे प्रमाण जास्त असते. लाळेमुळे या पिष्टाचे आणखी काहीतरी बनते. काय बनते ते तुम्हाला ओळखता येईल का?
तुम्ही अन्न खूप वेळ, चांगले चावले तर लाळेमुळे त्याचे पचन चांगले होईल.

वर्गातील अनुभव

मुलांनी डब्यात पोळी, ब्रेड किंवा भात आणला होता. ज्यांनी आणला नव्हता किंवा ज्यांच्या डब्यातील पाव/पोळी जाम, मोरंबा अशासारख्या पदार्थांमुळे गोड झाली होती त्यांनी आपल्या मित्राकडून तुकडा घेतला. गंमत म्हणजे पाव किंवा भात चावून खाल्ल्यावर जी गोडसर चव जाणवते ती अनेकांच्या लक्षातच आली नाही कारण ‘गोड’ म्हटल्यावर त्यांच्या कल्पनेत मिठाई किंवा सरबताचीच गोड चव होती. चवीतील हा सूक्ष्म बदल त्यांना पाव किंवा भाताच्या तुलनेत भाकरी खाताना नीट जाणवला. मी मधेच त्यांना काकडीचा तुकडा खाण्यास सांगितला. आधीच्या अनुभवाच्या तुलनेत काकडी खाताना चवीत बदल जाणवत नाही हे विद्यार्थ्यांना समजावे हा माझा हेतू होता. पण यावर काहींनी काकडी चावल्यावर कडू लागते असे सांगितले.

संकल्पनेतील समस्या

(धडा १० तुम्हांला माहीत आहे का?) दुधातील साखर (शर्करा) वापरून सूक्ष्मजीव दही तयार करतात व आम्ल (आंबट) आणि कार्बनडाय ऑक्साईड वायू हे सांगताना मी दूधाची गोडी कमी झाली, याकडे मुलांचं लक्ष वेधले, तेव्हाही वरीलप्रमाणेच ‘गोड’ या संकल्पनेविषयीचा घोटाळा माझ्या लक्षात आला. मी विद्यार्थ्यांना दूधाचा गोडवा व नंतर त्याच दूधापासून बनलेल्या दह्याचा आंबटपणा चाखण्यास सांगितले. येथेही विद्यार्थ्यांची निरीक्षणे अशी होती (१) मुलांना स्वतःहून साखर न घातलेलं दूध गोड लागते हे जाणवलं नाही. (२) नुकतंच लागलेल्या दह्याला ते आंबट लागते असे म्हणण्याऐवजी गोड लागते असंच म्हणत होते. यावरून माझ्या लक्षात आले की चवीची जाणीव ही व्यक्तिसापेक्ष आहे आणि इतर चवींशी तुलना करून ती ठरवली जाते. यामुळे ती व्यक्तिगणिक ज्याच्या, त्याच्या अनुभवांनुसार बदलते.

आ. आयोडिनमुळे पिष्टाचा रंग निळा किंवा काळा होतो. वेगवेगळ्या अन्नपदार्थांचे छोटे तुकडे एका ताटात ठेवा. जसे केळं आणि इतर फळं, शेंगदाणे, पोळी, दूध, भात, बटाटा, लोणी, पाव, कोबी, वेगवेगळी धान्ये, उकडलेलं अंडं, टोमॅटो, बिस्किटे, वगैरे. आयोडिनचा एकेक थेंब घालून या अन्नपदार्थामध्ये पिष्ट आहे की नाही ते शोधून काढा. (कृतीपुस्तक पान १३८)

प्रयोगासाठी सूचना

औषधांच्या दुकानात मिळणारे टिंक्चर आयोडीन पावावर टाकल्यास काळा रंग येतो. या आयोडीनच्या एका थेंबात १० थेंब पाणी घालून विरल द्रावण बनविले व त्याचा एक थेंब पावावर टाकला तर पावावर निळसर जांभळा रंग दिसतो.

निरीक्षण व अनुमान

आणखी एक मजेदार अनुभव - कडधान्य अथवा तृणधान्याच्या दाण्यांवर आयोडीन टाकल्यास मात्र निळसर रंग येत नाही. गव्हाचा दाणा निळसर रंगाचा होत नाही पण त्याच गव्हापासून बनविलेल्या पावावर मात्र निळा रंग येतो, असे का? एका मुलाला वाटले की पावातील पाण्याच्या अंशामुळेच हा रंग येतो तर इतरांना वाटलं की गहू दळले जाण्याशी याचा संबंध आहे. दुसरा तर्क बरोबर होता-गव्हाचा दाणा ठेचल्यावर त्याला निळसर रंग आला. यावरून आम्ही असा निष्कर्ष काढला की गव्हाच्या सालामध्ये (आणि इतर धान्ये) पिष्टमय पदार्थ नसतात. पण सालाच्या आतल्या भागात असतात.

वर्गातील अनुभव

आयोडिन टाकल्यावर या अन्नपदार्थांना निळसर रंग आला - कणीक, पाव, पोळी, शिजवलेला भात, बटाटा, पापड, गहू, तांदूळ, मका, ज्वारी, बाजरी, नाचणी व विविध डाळी (या सर्वांचा कुटलेला एक दाणा या प्रयोगासाठी पुरेसा होतो), बिस्किटे, सफरचंद व केळी

पुढील पदार्थांना आयोडीन टाकल्यावर निळा रंग आला नाही - टोमॅटो, संत्र, कलिंगड, दूध.

इ. कच्च्या बटाट्याचा एक तुकडा खरवडा किंवा त्याचे बारीक तुकडे करा. त्यात ३-४ चमचे पाणी घाला. बटाट्याचे बारीक तुकडे पाण्याच्या खाली जातील. वरचं गढूळलेलं पाणी बाजूला काढा. त्यातील चमचाभर पाणी घेऊन त्यात पिष्ट आहे की नाही हे तपासून पहा. (कृतीपुस्तक पान १३८)

दुसरं एक चमचाभर बटाट्याचं पाणी तुमच्या तोंडात घाला. ५-६ मिनिटे ते तोंडातच फिरवा. तोंडातलं पाणी पेल्यामध्ये थुंका. आता त्यात पिष्ट आहे की नाही हे पेल्यामध्ये आयोडीनचा थेंब घालून तपासून पहा. (कृतीपुस्तक पान १३८)

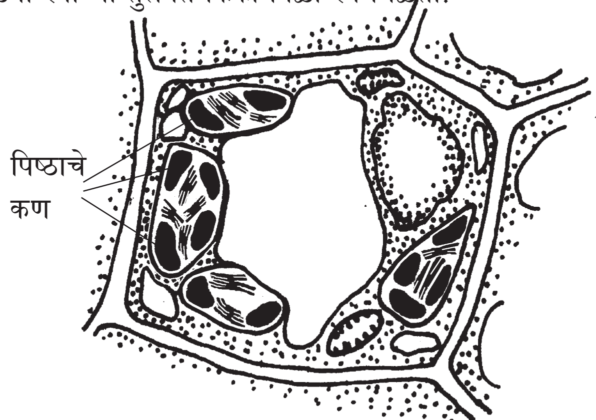
प्रयोगासाठी सूचना

या प्रयोगातून अपेक्षित निष्कर्ष काढण्यासाठी काही काळजी घ्यावी लागेल.

- प्रयोग करण्यापूर्वी काचेचा पेला नीट धुवून घ्यावा म्हणजे पेल्याच्या आतील बाजूस पिष्टमय पदार्थ चिकटला असेल तर निघून जाईल.
- तोंडातील लाळ एकावेळी तोंडभर पिष्टमय पदार्थाचे पचन घडवून आणू शकत नाही म्हणून बटाट्यातील पिष्टमय पदार्थाचे हलके द्रावण करावे. या द्रावणात बटाट्याच्या फोडी राहू देऊ नयेत.
- तोंडात घातलेले द्रावण तोंडभर ५-६ मिनिटे फिरवावे (चूळ खुळखुळवल्या प्रमाणे) यामुळे सर्व पिष्टमय पदार्थाचे पचन घडून येण्यास मदत होईल.
- ही सर्व काळजी घेऊनही तोंडातील पिष्टमय पदार्थाचे पूर्ण पचन काही वेळा होत नाही. अशा वेळी त्याची आयोडीन परीक्षा करताना मूळ द्रावणाच्या निळ्या रंगाच्या तुलनेत फिका निळा रंग मिळतो.

वर्गातील अनुभव

बहुतेक इतर गटांना देखील असा फिका निळा रंगच मिळाला. तोंडातील पचनानंतरही थोडा पिष्टमय पदार्थ शिल्लक आहे असे अनुमान त्यांनी काढले. या उर्वरित पदार्थाचे पचन जठर किंवा आतड्यात पूर्ण होते. पाठाच्या शेवटी आम्ही त्या दुधाळ आयोडीन घातलेल्या द्रावणाचे सूक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण केले तेव्हा आम्हाला पिष्टाचे कण पाहता आले.

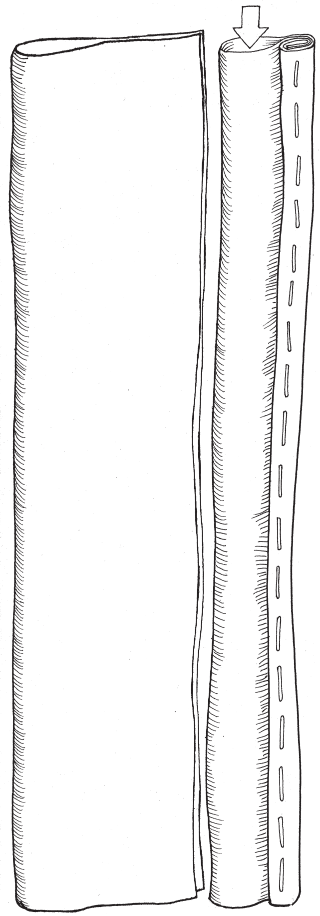


सूक्ष्मदर्शकाखाली बघितलेला वनस्पतीच्या पेशीतील पिष्ठाचे कण

३. **अन्नमार्गातून अन्न कसे जाते?** (जोड तास + गृहपाठ)

आवश्यक साहित्य

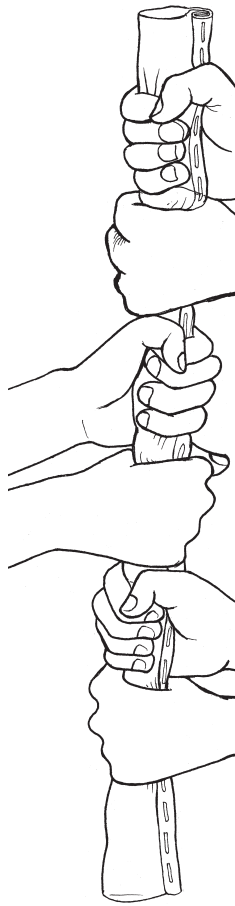
(विद्यार्थ्यांच्या एका गटासाठी) दोन-तीन वापरलेल्या प्लास्टिकच्या पिशव्या, उदाहरणार्थ, रिकाम्या दुधाच्या पिशव्या, सेलोटेप, स्टेपलर/सुई-दोरा, अर्धवट पिकलेलं केळं, सुती कापड (२० चौरस सेंमी), ताटली, चमचा.



अ. तुम्ही घास गिळता तेव्हा तो घास अन्ननलिकेमध्ये ढकलला जातो.

अन्ननलिकेची प्रतिकृती तयार करा. एका प्लास्टिकच्या पिशवीतून एक मोठा तुकडा कापा. (२० सें.मी. रुंद, ४० सें.मी. लांब) त्याची अर्धी घडी घाला. कडेने त्याची गुंडाळी करा आणि शिवून किंवा स्टेपलरच्या पिना लावून त्याची एक लांब नळी तयार करा.

त्या नळीमध्ये केळ्याचा लगदा टाका. तुमच्यापैकी तिघांनी आपल्या दोन्ही हातांनी ही नळी धरा. तिघांच्या मिळून सहा हातांमध्ये रिकामी जागा राहू देऊ नका. तुमचे हात म्हणजे अन्ननलिकेचे स्नायूच आहेत असं समजा.
हाताची पकड घट्ट किंवा सैल करून केळ्याचा लगदा हळूहळू खाली ढकलायचा प्रयत्न करा.



नळीच्या वरच्या टोकाकडून

खालच्या टोकाकडे

अशाच पद्धतीने अन्ननलिकेतून तसेच, लहान आणि मोठ्या आतड्यांमधून अन्न जाते.

(कृतीपुस्तक पान १३९-१४०)

आ. जठराची प्रतिकृती तयार करा. अन्नमार्गाच्या प्रतिकृतीमधून बाहेर पडलेलं केळं एका स्वच्छ, पारदर्शक प्लास्टिकच्या पिशवीमध्ये घाला. थोडं पाणीसुद्धा घाला. हवं असेल तर थोडा शिळा भात, आमटी किंवा एखादी मऊ भाजीसुद्धा तुम्ही घालू शकता.

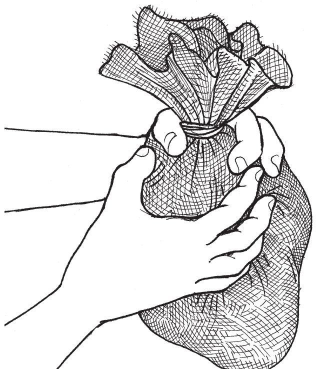
पिशवीचं तोंड घट्ट बंद करा. पिशवीमध्ये फारशी हवा राहू देऊ नका. तुमचे हात म्हणजेच जठराचे स्नायू असं समजा.

जठराचे स्नायू ज्या पद्धतीने अन्न घुसळून त्याचे बारीक तुकडे करतात, त्याप्रमणे तुमच्या हाताची हालचाल करा.

खऱ्या जठरात घडणारी कोणती क्रिया तुमच्या प्रतिकृतीमध्ये घडत नाही?

वर्गातील अनुभव

येथे प्लास्टिकची पिशवी ही जठराची प्रतिकृती आहे. ही प्रतिकृती अन्न नलिकेच्या प्रतिकृतीच्या खालच्या टोकाशी आहे. यात कुस्करलेलं केळं वरून पडतं. पाचकरस म्हणून मुलांनी थोडे पाणी त्यात टाकले. हातांनी पिशवी दाबत आतले अन्न घुसळले. (पाचक रस नसल्याने अन्नाचे रासायनिक विघटन होत नसल्यामुळे ही प्रतिकृती अपूर्ण आहे.)



इ. आता **आतड्याची** प्रतिकृती तयार करा. जठराच्या प्रतिकृतीमधील मिश्रण एका फडक्यामध्ये ठेवा. फडक्याची गाठ बांधा आणि त्याच्यावर हळूच दाब द्या. फडक्यातून काय काय बाहेर आले आणि काय काय आतच राहिले?

लहान आणि मोठ्या आतड्यांमध्ये घडणाऱ्या क्रिया अशाच असतात का?

शरीरात आणि या फडक्यात झालेल्या क्रियांमधला सारखेपणा आणि फरक सांगा.

वर्गातील अनुभव

सुती कपड्यातून जो द्रव पदार्थ बाहेर निघतो त्यावरून आतड्याच्या आवरणाद्वारे अन्नपदार्थाचे आणि पाण्याचे शोषण कशा प्रकारे होते याची साधारण कल्पना येते. शरीरात हे द्रव पदार्थ रक्तात प्रवेश करतात. हा बाहेर पडणारा द्रव पदार्थ म्हणजे मूत्र आहे असा काही मुलांचा गैरसमज झाला. हा समज चुकीचा असल्याचे मी त्यांना सांगितले. मुत्राशयामध्ये मूत्र हे रक्तापासून वेगळे केले जाते.

ई. तुमच्या अन्नपचनाच्या मार्गामधून येणारे विविध आवाज ऐका. तुमच्या मित्रमैत्रिणींच्या पोटाला कान लावा आणि दोन मिनिटे काळजीपूर्वक आतून येणारे आवाज ऐका. काय ऐकू आलं? जेवायच्या आधी आणि नंतर ही कृती करून पहा. कल्पना करा, हे आवाज कशामुळे येत असतील?

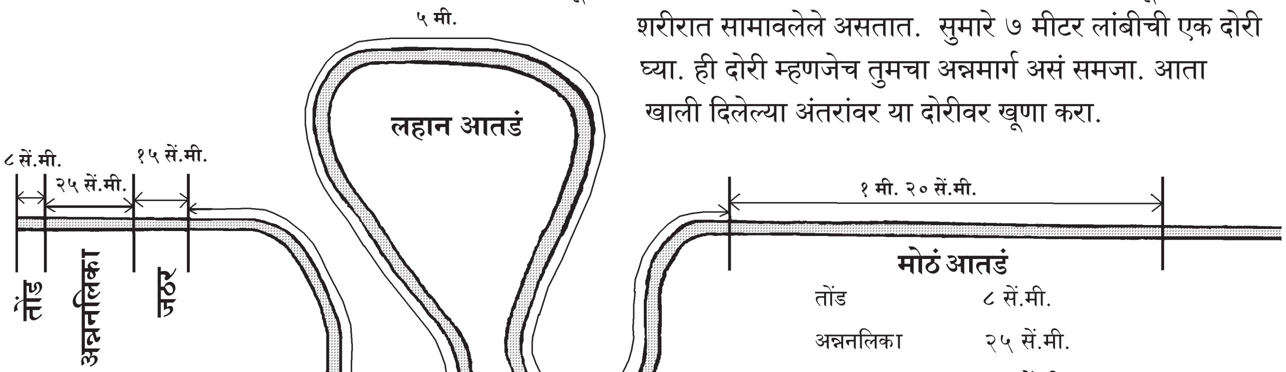
वर्गातील अनुभव

शांतता राखून व लक्षपूर्वक ऐकल्यावर बहुतेक मुलांना दुसऱ्याच्या पोटाला कान लावून पोटातून येणारा आवाज ऐकू आला. कागद चुरगाळल्यावर येणाऱ्या आवाजासारखे कडकड, गुरगुर असे आवाज ऐकू आले.

पोटात गुरगुर का होते?
जठराचे स्नायू सर्वसाधारणतः एका मिनिटात तीन वेळा तालबद्धपणे आकुंचन व प्रसरण पावतात. परंतु जर जठर हे बराच काळ अन्नावाचून रिकामे राहिले तर हे आकुंचन २ ते ३ मिनिटांपर्यंत टिकते. पाचकरस व व वायू यांच्या घुसळण्यातून येणारा आवाज जठर रिकामे असल्यामुळे वर्धित होतो. (आपण धडा ३, कृती ७ मध्ये रिकाम्या खोक्यातून तयार केलेल्या वाद्याचा आवाज वर्धित होतो त्याप्रमाणे)

४. **अन्नमार्गाची लांबी किती असेल?** (जोडतास + गृहपाठ)

अन्नमार्गाची लांबी आपल्या उंचीपेक्षा खूप जास्त असते. हे लांबीने जास्त असलेले भाग घडी घालून आपल्या शरीरात सामावलेले असतात. सुमारे ७ मीटर लांबीची एक दोरी घ्या. ही दोरी म्हणजेच तुमचा अन्नमार्ग असं समजा. आता खाली दिलेल्या अंतरांवर या दोरीवर खूणा करा.



तोंड	८ सें.मी.
अन्ननलिका	२५ सें.मी.
जठर	१५ सें.मी.
लहान आतडं	५ मी.
मोठं आतडं	१ मी. २० सें.मी.

अन्नमार्गाची एकूण लांबी किती आहे? दोरी मोजा आणि बेरीज तपासून पाहा.

आता फरशीवर तुमच्या मित्राला झोपवून खडूने त्याच्या संपूर्ण शरीराभोवती रेघ काढा. मित्राला आता बाजूला व्हायला सांगा. फरशीवर मित्राची झोपलेल्या स्थितीतील बाह्यरेषा दिसेल. या रेषेच्या आत ही दोरी ज्याप्रमाणे अन्नमार्ग घडी घालून ठेवलेला असतो. त्याप्रमाणे ठेवा. (कृतीपुस्तक पान १४०)

वर्गातील अनुभव

वरील कृतीमुळे मुलांच्या मनातील लांबीच्या परिमाणांचे (सेंटिमीटर, मीटर) दृढीकरण झाले, मुलांना मापन व आकडेमोडीचा सराव मिळाला व अन्नमार्गाच्या विशेषत्वाने लहान आतड्याच्या आश्चर्यकारक लांबीचा अंदाज आला.

शरीराच्या बाह्यकृतीमध्ये दोरा ठेवून बघताना मला प्रश्न पडला की उदर पोकळीमध्ये जठर लहान आतडे हे अवयव आपल्या जागेवरुन सरकत कसे नाहीत? खर तरं, पोटातील हे अवयव आपण शरीररचनेची आकृती पाहतो त्यापेक्षा खूपच एकमेकांलगत चिकटून असतात. जठर व आतड्यांना जोडलेले स्नायू त्यांना त्यांच्या जागी धरून ठेवतात. या शिवाय ते शरीराच्या आतील भिंतीला संयोजी उतीच्या पातळ पापुद्र्याने जोडलेले असतात. या संयोजी उतीमध्ये स्निग्ध पदार्थ, रक्त व लसवाहिन्या व चेतातंतूंचा समावेश असतो. पूर्ण अन्न मार्गाची लांबी साधारणतः ७ मीटर एवढी भरते. माणसाच्या मृत्यूनंतर मात्र या भागांची लवचिकता नाहीशी होते. त्यामुळे हा अन्नमार्ग ताणल्यास त्याची लांबी ९ मीटरपर्यंत जाते.

चालवा डोकं!

अन्नमार्गातील प्रत्येक अवयवाचा आकार वेगळा असतो. अन्ननलिका ही लहानश्या नळीसारखी असते. जठराचा आकार पिशवीसारखा असतो, तर आतडी ही लांब गुंडाळलेल्या नळीसारखी असतात. कल्पना करा, काय झालं असतं समजा ...

अ. अन्ननलिका गुंडाळलेली असती

आ. जठर सरळ नळीसारखे (स्ट्रॉसारखे) असते

इ. आतडं आखूड आणि सरळ असते

वर्गातील अनुभव

येथे मुलांना अवयवांची रचना व त्याचे कार्य यांची सांगड घालावी लागते. अनेक मुलांनी जठराच्या आकाराविषयी पटण्याजोगी कारणे दिली. (उदा. नळीच्या आकाराच्या जठरात जास्त अन्न मावणार नाही खूपच कमी अन्न मावेल) मुलांच्या हे लक्षात आलं की ग्रसिका स्प्रिंगसारखी वळलेली असती तर त्यातून पुढे जाण्यासाठी अन्नाला अनावश्यक वेळ लागेल. लांबलचक आतडे असण्याचा उपयोग शब्दात व्यक्त करणे मुलांना अवघड गेले (आतड्याच्या लांबीमुळे पचन व शोषणासाठी जास्त पृष्ठभाग उपलब्ध होतो व ते वेटोळे असल्याने कमी जागेत मावते). पण अशा प्रकारे संबंध जाणून घेण्याचा प्रयत्न केल्याने मुलांची त्या विषयातील समज वाढते. (आपल्या अवयवांचा हा अतिशय सुयोग्य असा आकार उत्क्रांतीतून विकसित झाला आहे ही कल्पना चौथीच्या मुलांच्या आवाक्याबाहेरची आहे.)

५. शरीराच्या आत अन्नामध्ये काय काय बदल होतात? (१ तास + गृहपाठ; पापु. पान ९१)
तोंडात अन्नामध्ये काय बदल घडून येतात ते आपण पाहिलं. जठर आणि आतड्यांमध्ये गेल्यावर अन्न कसं दिसतं तुम्हांला माहीत आहे का? (कृतीपुस्तक पान १६७)

कृतीमागील उद्दिष्ट

चौथीतील मुलांना अन्नामध्ये होणाऱ्या रासायनिक बदलाची कल्पना नसते. त्यामुळे पचनाचा अभ्यास केल्यावर अनेकदा त्यांची अशी कल्पना होते की या प्रक्रियेत अन्न बारीक होते. म्हणजेच त्याचे केवळ लहान कणात विभाजन होते. या क्रियेत पाचकरस महत्त्वाची भूमिका बजावतात व अन्नाचे इतर पदार्थांत रूपांतर होते हे मुलांच्या लक्षात येत नाही. उलटी किंवा विष्ठेत अर्धवट पचलेले अन्न असते याकडे मुलांचे लक्ष वेधल्यामुळे या रासायनिक रूपांतराचे त्यांना आकलन होते.

अन्नात इतरही अनेक रासायनिक बदल होतात. उदा. फळे पिकणे, अन्न शिजणे, आंबणे किंवा व्हीनेगार, लिंबूरस घातल्यामुळे अन्नाचा रंग बदलणे, लोणच मुरल्यावर ते मऊ होणे असे विविध बदल आठवले तर रासायनिक बदलाची संकल्पना समजायला मदत होईल.

अ. आजारी असताना तुम्हाला कधी तरी उलटी झाली असेल. हे अर्धवट पचलेलं अन्न तुमच्या जठरातून तर कधी कधी लहान आतड्यांमधूनसुद्धा बाहेर येत. कसं दिसतं हे अन्न? उलटी झाल्यानंतर तोंडामध्ये कशी चव लागते?

काही वेळा जेवण जास्त झाले तर छातीमध्ये जळजळ होते. कारण जठरातील, जाठररस मिश्रित अन्न अन्ननलिकेमध्ये उसळी घेते. उलटी होताना जठरातील व छोट्या आतड्यातील अर्धवट पचलेले अन्न बाहेर फेकले जाऊ शकते. उलटीला जो असह्य वास व चव असते ती लहान

आतड्यात निर्माण झालेल्या ब्युटील आम्लामुळे निर्माण होते. अन्नातील साखरेचे त्वरित शोषण होते किंवा पचनही लवकर होते त्यामुळे उलटीमध्ये गोड चव नसते.

आ. तुमच्या शौचाचा रंग कसा असतो? शौचाचा रंग रोज बदलतो का? हिरव्या पालेभाज्या, बीट किंवा खूप टोमॅटो खाल्ल्यानंतर शौचाचा रंग कसा असतो?

चालवा डोकं!

तुम्ही चुकून एखादी बी गिळली की कोणीतरी म्हणतंच, ''आता तुझ्या पोटात झाड उगवेल आणि तुझ्या कानांमधून त्याच्या फांद्या बाहेर येतील.'' असं घडणं शक्य आहे का? हो की नाही? कारण काय?

आपल्या विष्ठेचा रंग प्रामुख्याने पिवळा असतो याचे कारण त्यात असलेले पित्त. हे पित्त यकृतामध्ये मृत लाल रक्तपेशींच्या विभाजनातून तयार होते. विष्ठेमध्ये अन्नातील टाकाऊ पदार्थ व न पचलेले घटक असतात. काही पचनक्रियेच्या दोषांमध्ये विष्ठेतील न पचलेल्या अन्नाचे प्रमाण वाढते. छोट्या बाळांच्या विष्ठेमध्येही न पचलेल्या अन्नाचे तुकडे (उदा. गाजराचे तुकडे) आढळतात. काही मुलांनी भेंडीतील बिया, कडधान्याचे दाणे आपल्या विष्ठेमध्ये पाहिले होते.

६. इतर प्राणीसुद्धा अन्न पचवतात! (१ तास + गृहपाठ)

या चित्रांमधून काही प्राण्यांचा अन्नमार्ग दाखवला आहे.

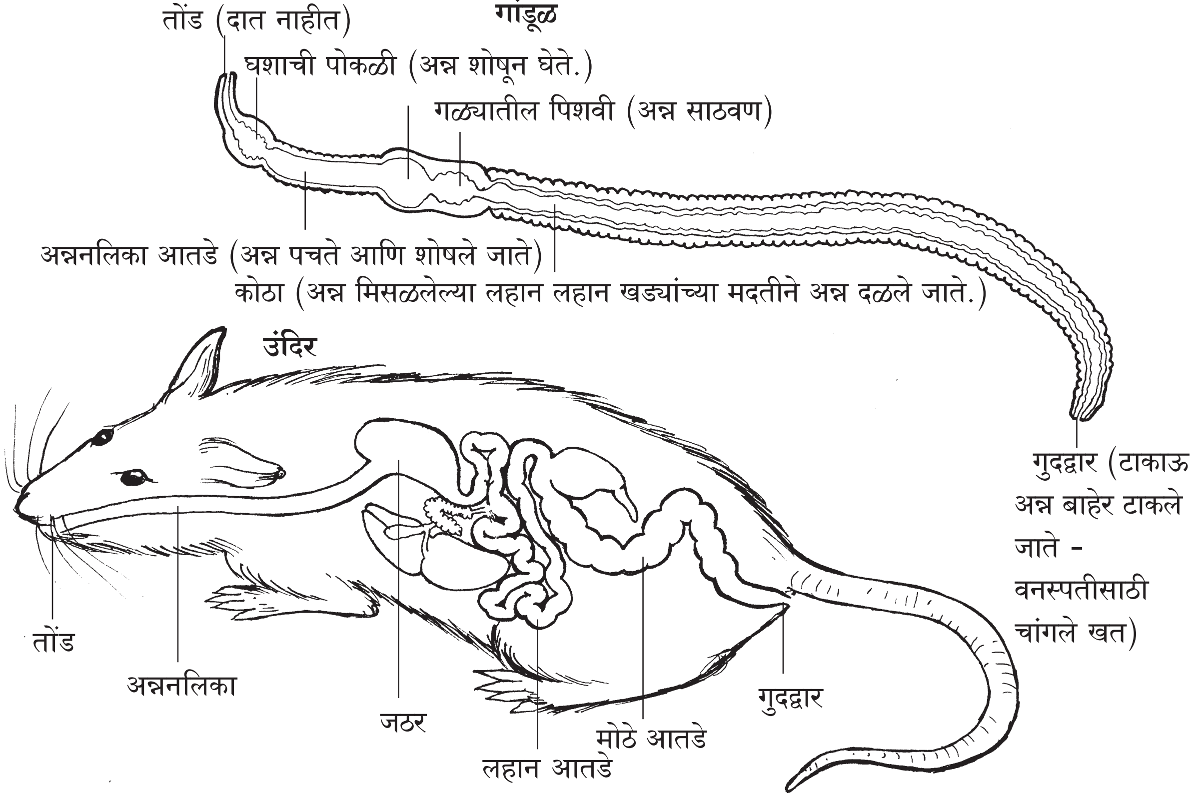
कृतीपुस्तकातील पान १४१ आणि १४२ या पानांवर अन्नमार्ग बाणाने दाखवा.

यापैकी कुठल्या प्राण्यांना तोंड आणि गुद्द्वार आहे?

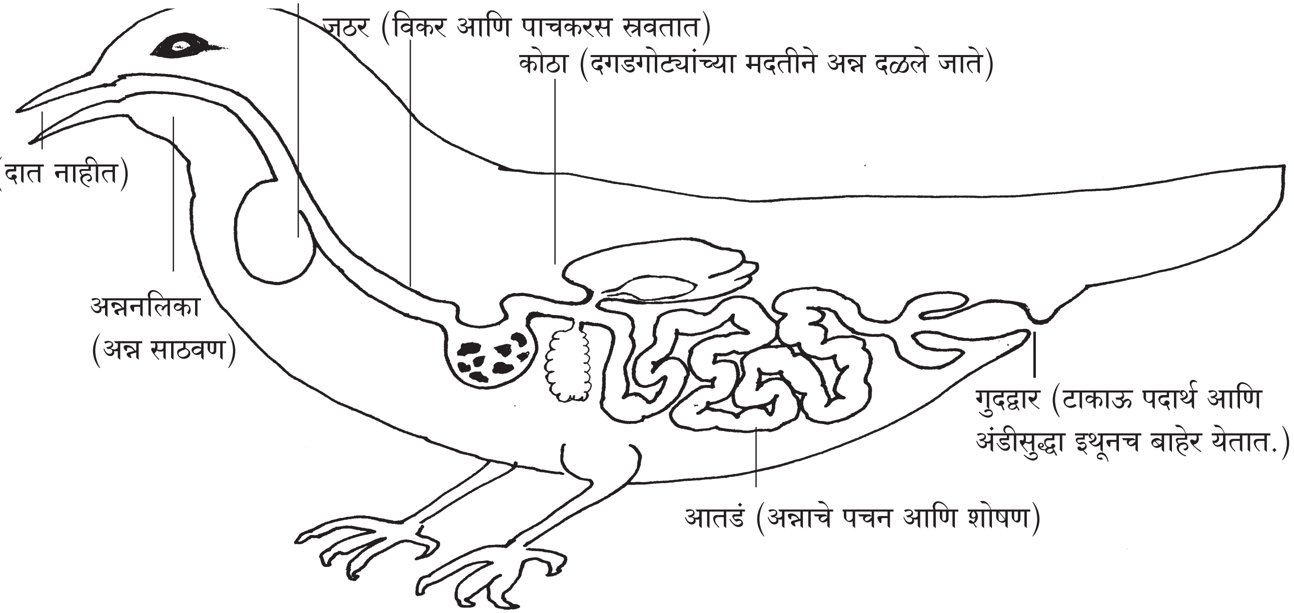
यापैकी कुठल्या प्राण्यांना जठर आहे?

कुठल्या प्राण्यांचा अन्नमार्ग जास्तीत जास्त आपल्या अन्नमार्गाशी जुळतो?

जीवाणू, कवके या सारखे सजीव अन्नग्रहण करीत नाहीत. ते पाचकरस बाहेर सोडतात. त्यामुळे अन्नपचन हे शरीराच्या बाहेर घडून येतं. पचलेले अन्न शरीरात शोषले जाते व टाकाऊ पदार्थ मात्र शरीरातून बाहेर फेकले जातात. अमिबाला निश्चित मुख किंवा गुदद्वार नसते. तो शरीराच्या कोणत्याही भागातून अन्नग्रहण करतो व टाकाऊ पदार्थ शरीराच्या कोणत्याही भागातून बाहेर टाकतो. चपट्या कृमींना अन्नग्रहण व उत्सर्जन यासाठी एकच छिद्र असते. पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ क्र. ९२ वर उच्चस्तरीय प्राण्यांपैकी काहींची पचनसंस्था दर्शविली आहे. यापैकी गांडूळाची पचनसंस्था रचनेच्या दृष्टीने साधी आहे.



पक्षी



शब्द शिका

पचन तोंड लाळ

अन्नमार्ग	जठर	पाचकरस
आंबवणे	लहान आतडं	पिष्ट
मोठ आतडं		

पचनक्रियेच्या
माहितीचे दृढीकरण

अभ्यास (१० तास + गृहपाठ; कृपु पान १४२)

चला नाटक करू या!

१. पचनक्रियेचं नाटक करू या! तोंड, दात, अन्ननलिका, जठर, लहान आतडं, मोठं आतडं आणि गुद्द्वार अशा अवयवांची भूमिका एकेकाने करायची. एक गोलाकार कागद म्हणजे पोळी! ही पोळी अन्नमार्गातून क्रमाने येऊ द्या. पोळीचं काय होईल ते नाटकातून दाखवा.

वर्गातील अनुभव

या कृतीमध्ये मुलांना खूप गंमत तर वाटलीच पण त्यांच्या अभिनय क्षमतेलाही वाव मिळाला. अन्ननलिकेतून जाताना कागदाचे बारीक बारीक तुकडे फाडले गेले. कागदाचे अतिशय बारीक (सूक्ष्म) तुकडे लहान आतड्याद्वारे शरीराच्या सर्व अवयवांकडे पाठवले तर जरा मोठ्या आकाराचे तुकडे गुद्द्वारावाटे शरीराबाहेर टाकले.

प्रश्न तुमच्या आवडीचे! (कृपु. पान १४२)

१. कृतीपुस्तकातील पान १४३ वर चित्रामध्ये गाळलेले भाग काढून दाखवा आणि भागांची नावेही द्या.

वर्गातील चर्चा (कृपु. पान १४४)

१. आपल्या शरीरात अन्नामध्ये काय काय बदल होतात? समजा, अन्नामध्ये काहीच बदल झाले नाहीत, तर शरीराला त्याचा उपयोग होईल का? का किंवा का नाही?

पचन म्हणजे काय? ते पान क्र. २९३ वर पाहा.

२. एका वाटीत बारीक, मऊ केलेलं अन्न ठेवलं आणि शरीराच्या आत तयार होणारे पाचकरस त्यात घालून चांगले मिसळले तर वाटीतलं अन्न पचेल का? का किंवा का नाही?

मुलांच्या पर्यायी संकल्पना

हा प्रश्न कृती - २ बरोबर चर्चिला गेला. 'पचन' ही क्रिया शरीराबाहेर होणे शक्य नाही हे मुलांनी एकमताने व आग्रहपूर्वक सांगितले. हे ऐकून मला खूप आश्चर्य वाटले. त्यांच्या मते केवळ पाचकरस पुरेसे नाहीत तर शरीराच्या आतील आणखी काहीतरी पचनक्रियेसाठी आवश्यक आहे, मग ते कदाचित पोटातील उबदारपणा असेल किंवा एखादी जादुई शक्ती! मी त्यांच्या कल्पनेला आक्षेप घेतल्यामुळे जोरदार चर्चा घडून आली. एकाने तर असे सुचवले की २ क या कृतीत (लाळेद्वारे पिष्टाचे पचन) बटाट्याचे द्रावण तोंडात खुळखुळवण्याऐवजी आपण ते द्रावण व लाळ यांचे मिश्रण पेल्यामध्ये एकत्र करून पाहायला हवे.

३. आपण झोपलेले असतो तेव्हा अन्नाचे पचन होते का? तुम्हाला असं का वाटतं?

४. आपल्या गरजेपेक्षा जास्त अन्न आपण खाल्लं तर काय होईल? आपल्याला जास्त उर्जा मिळेल का? आपण जास्त शक्तिशाली होऊ का?

पचनसंस्थेच्या कार्यावर मेंदूचे नियंत्रण असते. काहीवेळा हे नियंत्रण संप्रेरकांद्वारे ठेवले जाते. जठर पूर्ण भरल्यावर त्याच्याकडून मेंदूला तसे संकेत दिले जातात व मेंदू आपल्याला इशारा देतो की आता खाणे थांबवायला हवे. काही वेळा आपण या इशाऱ्यांकडे दुर्लक्ष करतो. पण जर पोट जास्त भरलं तर पाचकरसही अन्नावर योग्यप्रकारे क्रिया करू शकत नाहीत.

५. तुम्हाला कधी अपचन झालंय का? तुमच्या पचनक्रियेमध्ये तेव्हां नेमका काय बिघाड झाला असेल? जठरातून किंवा आतड्यांमधून गॅस (वायू) बाहेर येतोय असं कधी तुमच्या लक्षात आलंय का? पचनसंस्थेमध्ये वायू कसा शिरला असेल?

अती खाणे, पचायला जड असे अन्न खाणे किंवा रोगकारक सुक्ष्मजीवांनी प्रदूषित केलेले अन्न खाणे यामुळे अपचन होऊ शकते. (पान २३१ पाहा)

अन्नमार्गातील वायू - जर आपण खूप वेगाने खाल्लं तर अन्नाबरोबर हवाही पोटात जाण्याची शक्यता असते. जेवण झाल्यावर हीच हवा ग्रसिकेतून बाहेर पडते म्हणजेच ढेकर येतो. छोटी बाळे जेव्हा दूध पितात तेव्हा याच प्रकाराने हवा त्यांच्याही पोटात जाते. अशावेळी त्यांचे दूध पिऊन झाल्यावर त्यांना उभं धरावं लागतं त्यामुळे पोटातील हवा निघून जाते.

आतड्यामध्ये सूक्ष्मजीवांमुळे वायूनिर्मिती होते. अन्न अधिक काळ आतड्यात राहिले तर हे घडू शकते. अपचनात असेच होते. वाटाणे, कोबी, कांदा आणि टर्की चे मांस हे विशेषत्वाने वायू निर्मिती करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांच्या वाढीसाठी कारणीभूत ठरतात.

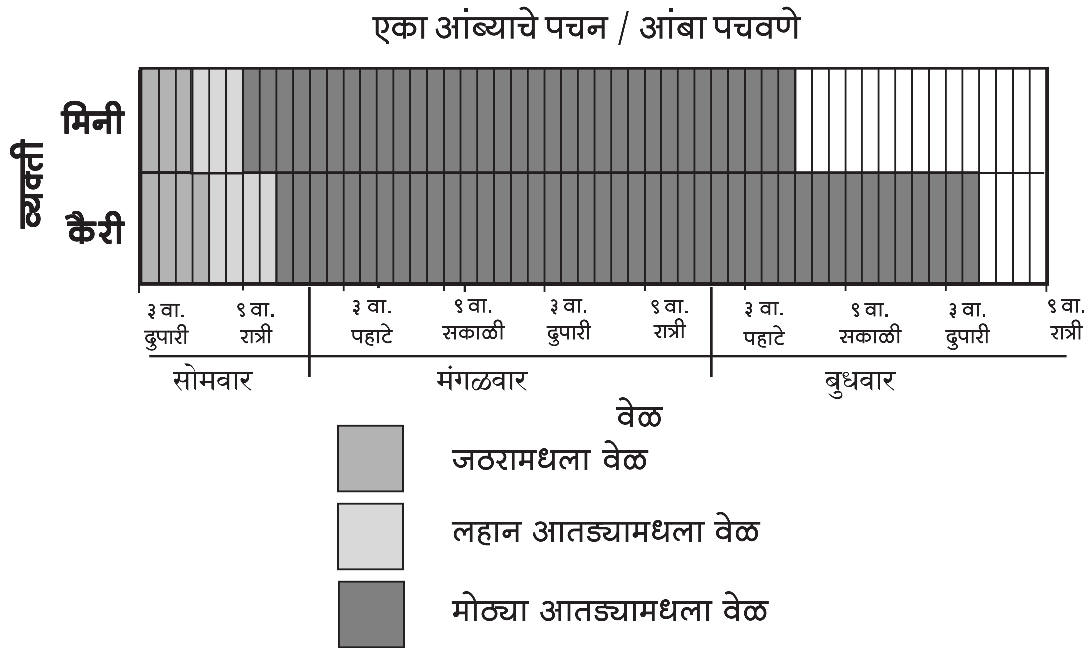
काय सारखे? काय वेगळे? (कृपु. पान १४५)

१. स्वयंपाकघरातील पाटा-वरवंटा आणि आपली पचनसंस्था यांच्यामध्ये काय सारखेपणा आहे? आपल्या पचनसंस्थेमध्ये अन्नाचं काय होतं की जे आपण पाटा-वरवंटा वापरून करू शकत नाही?

शोधा म्हणजे सापडेल! (कृपु पान १४५)

परिणात्मक विचारपद्धती

१. सोमवारी दुपारी ३ वाजता मिनी आणि कैरीने एक स्वादिष्ट आंबा खाल्ला. हा आंबा पचवण्यासाठी त्याना किती वेळ लागला ते या आलेखामध्ये दाखवले आहे.



आलेखाचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा आणि या प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. मिनीच्या अन्नमार्गामध्ये सोमवारी दुपारी ४ वाजता आंबा कुठे होता?

जठर

आ. कैरीच्या अन्नमार्गामध्ये सोमवारी दुपारी ४ वाजता आंबा कुठे होता?

जठर

इ. सोमवारी रात्री १० वाजता मिनीच्या अन्नमार्गामध्ये तो आंबा कुठे होता?

लहान आतडे

ई. सोमवारी रात्री १० वाजता कैरीच्या अन्नमार्गामध्ये तो आंबा कुठे होता?

जठर

उ. मिनी आणि कैरी, दोघींनाही आंबा पचवायला सारखाच वेळ लागला का?

नाही

ऊ. प्रत्येकीला आंबा पचवायला किती तास लागले?

मिनी - १९ तास, कैरी - ५० तास

वर्गातील अनुभव

अनेक मुलांनी अ, आ व इ या प्रश्नांची बरोबर उत्तरे दिली. पण ई, उ व ऊ या प्रश्नांची उत्तरे देताना गडबडली. आलेखावरील ओळी मोजून सकाळी, दुपारी, रात्री किंवा दिवस बदलल्यावर अन्नाचे काय होते याचे शब्दांत वर्णन मुलांना सोपे गेले. यामुळे मुलांना अन्नमार्गाच्या कोणत्या भागात अन्न किती काळ राहते याची कल्पना येते. हा काळ व्यक्तींपरत्वे, त्या व्यक्ती काम करताहेत का विश्रांती घेताहेत, आंब्याबरोबर त्यांनी इतर काय खाल्ले यानुसार बदलू शकेल.

शब्दांशी खेळू या! (कृपु १४६)

अप्पूसाठी मिनीला एक शब्दकोडे तयार करायचे आहे. कृतीपुस्तकातील पान १४६ वर दाखवलेले शब्दकोडे तिला एका जुन्या वर्तमानपत्रामध्ये सापडले. कुणीतरी ते आधीच सोडवले होते. पण कोडं सोडविण्यासाठी लागणारे पर्याय शोधायला मिनीला मदत करा.

वर्गातील अनुभव

थोड्या मुलांनाच साधी साधी शब्दकोडी सोडविण्याचा अनुभव होता. मी मुलांना विविध प्रकारची सूचके तयार करण्यास उद्युक्त केले. उदा. अवयवांच्या रचनेचे वर्णन, अवयवात घडणाऱ्या क्रिया किंवा एकाच सूचकात दोन शब्दांचा समावेश (जसे - मध्ये अन्नाचे - होते) अक्षरांचा क्रम बदलून लिहिलेला शब्द - क्रिपनयाच सूचके तयार झाल्यानंतर मुले शब्दकोड्यांसाठीचे चौकोन आखू शकतात व दुसऱ्याला सोडवायला देऊ शकतात. शब्दकोड्याचा आराखडा स्वत: बनविणे हे ही आव्हानात्मक काम होते.

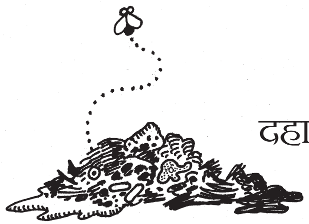
विचारा प्रश्न! (कृपु १४७)
अन्नपचनाच्या बाबतीत प्रश्न विचारा. या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करा.

मुलांचे प्रश्न
शिजलेले अन्न, कच्च्या अन्नापेक्षा पचायला जास्त सोपे असते का? कशामुळे?
या मुलीला कच्च्या भाज्या खायला खूप आवडतात पण तिची आई, कच्च्या भाज्या, पचायला जड असतात, खूप कच्ची भाजी खाल्ली तर पोटात दुखायला लागंते असं सांगून खाऊ देत नाही.

अ) शिजवण्यामुळे अन्नातील रोगजंतू किंवा परजीवींची अंडी नाश पावतात.
आ) शिजवण्यामुळे अन्नाचे अंशतः विघटन होते - म्हणजे ही प्रक्रिया स्वयंपाकघरात सुरू होते व पचनसंस्थेत पूर्ण केली जाते.
शिजवण्यामुळे भाज्यांमधील सेल्युलोजने बनलेल्या पेशीभित्तीकाचे विभाजन होते. सेल्युलोजचे प्रत्यक्ष विघटन झाले नाही तरी पेशीभोवती असलेले मजबूत धागे शिजवल्यामुळे मऊ पडतात. वनस्पतीपेशी फुटते व पेशीच्या आतले काही घटक बाहेर पडतात. उदा. पिष्टाचे कण. यामुळे शरीरातील पाचकरसांची क्रिया अधिक प्रभावी होते. मांस शिजवल्यामुळे त्यातील स्नायूतंतूंचे गठ्ठे विलग होतात. त्यामुळे मांसाचे तुकडे चावणे व पचन या दोन्ही क्रिया सुलभ होतात.
इ) शिजवल्यामुळे अन्नाला विशिष्ट स्वाद प्राप्त होतो. या वासाने पचनसंस्था उद्दिपीत होते व पाचकरस जास्त प्रमाणात स्त्रवतात.

अजब खजिना!!!

बरेचसे पक्षी फळे खातात व नंतर त्यांच्या विष्ठेवाटे या फळांच्या बिया बाहेर टाकल्या जातात. गुरं आणि शेळ्यासुद्धा न पचलेल्या बिया बाहेर टाकतात आणि त्यामधून नवीन वनस्पती उगवतात.



दहावा धडा

बाहेर काय टाकले?

आपलं अन्न कुठे जातं?

१-४ या कृतींमागील उद्दिष्टे

प्रकरणाच्या प्रारंभीच्या १ अ - ई या कृतींमुळे हे लक्षात येतं की आपण कोणत्याही अन्नाचा, प्राणीजन्य वा वनस्पतीजन्य, फारच थोडा भाग ग्रहण करतो. जे भाग आपण बाहेर टाकतो त्यांचा विचार करण्याची गरज आहे.

१. आपण बाहेर टाकतो ते भाग (२ जोड तास; पापु पान ९६, कृपु पान १४८)

अ. कृतीपुस्तकातील पाने ११९-१२१ पुन्हा बघा.

या वनस्पतींचे कुठले भाग आपण खात **नाही**? का खात नाही?

जून पाने व खोडे ही प्रामुख्याने सेल्युलोजची बनलेली असतात. प्राण्यांच्या शरीरीतील पाचकरस सेल्युलोजचे विघटन घडवून आणू शकत नाहीत पण गाय, बकरी, हरण यांसारखे शाकाहारी प्राणी गवत व झाडाची खोडे खातात, तसेच वाळवीसारखे छोटे प्राणी लाकूडही खातात. खोड व लाकडाचे पचन गुरे व वाळवी यांच्या पचनमार्गात राहणाऱ्या सूक्ष्मजीवांमुळे होते. हे सूक्ष्मजीव काही रस स्त्रवतात व त्यामुळे सेल्युलोजचे विघटन होऊन व शर्करा तयार होते. ही शर्करा प्राण्यांच्या शरीरात शोषली जाते तसेच सूक्ष्मजीवांनाही त्यांचा अन्नाचा वाटा मिळतो. (या प्रकरणाचा पुढे अभ्यास करताना, 'सूक्ष्मजैविक विघटन' अधिकाधिक परिचित होईल)

आ. पाठ्यपुस्तकातील ७६-७८ या पृष्ठांवर भाताची नांगरणी, कापणी, झोडपणी, भरडणी आणि पॉलिश अशी वेगवेगळी चित्रे दाखवली आहेत. या प्रत्येक क्रियेमध्ये भाताच्या रोपाचे कुठले भाग बाहेर टाकले जातात? हे भाग उपयोगी आहेत का, शोधून काढा. (कृतीपुस्तक पान १४९)

कापणीनंतर झाडाची मुळे व खोडाचा काही भाग जमिनीत तसाच राहतो. पुढच्या पिकासाठी जमीन तयार करताना ते खणून काढतात किंवा जाळून टाकतात. शेत जर तसेच पडिक राहिले तर या भागांचे विघटन होते व पुढच्या रोपांना त्याचा खतासारखा उपयोग होतो. झोडणी किंवा

मळणी झाल्यानंतर पाने, खोडे यासारखे जे टाकाऊ भाग उरतात त्यांचाही वैरण व खत म्हणून वापर होतो. मोठी पाने व गवत शाकारणीसाठी वापरतात. दळण्याच्या प्रक्रियेत वेगळी केलेली टरफले मातीत मिसळून विटा बनवतात. विटा भाजताना टरफले जळून जातात व वीट सच्छिद्र बनते. दाण्यांना पॉलिश करताना किंवा कणिक चाळताना वेगळा झालेला कोंडा आपल्याला व इतर प्राण्यांना अन्न म्हणून उपयोगी पडतो. (पाहा पाने २५७ - २५८)

इ. ज्या प्राण्यांचं मांस लोकं खातात, अशा प्राण्यांच्या नावांची यादी करा. या प्राण्यांचे कुठले भाग आपण खात **नाही**? का खात नाही?

मुलांची निरीक्षणे

प्राण्यांच्या शरीरातील खाण्यालायक भाग म्हणजे स्नायू (मांस), जे भाग खाल्ले जात नाहीत ते म्हणजे अंड्याची टरफले, कठीण किंवा मऊ बाह्य अवयव जसे - शिंग, केस, चामडी, पिसे, कल्ले, पर, खवले, डोळे, हाडे आणि अंतर्गत अवयव. अंतर्गत अवयवांपैकी यकृत, हृदय, मेंदू हे भाग सहसा खाल्ले जातात पण पचनसंस्थेतील अवयव खाल्ले जात नाहीत. (विचार करा - का नाही?) या सर्व चर्चेचा फायदा असा झाला की मुलांना त्यांचा मांस खाण्याचा अनुभव व त्यांनी शाळेत शिकलेली विविध अवयवांची नावे यांची सांगड घातला आली.

ई. एका दिवसात तुमच्या स्वयंपाकघरात किती कचरा तयार होतो ते शोधून काढा. हा सगळा कचरा कुठे जातो?

मुलांची निरीक्षणे

घरातील कचऱ्याच्या डब्याच्या आतून कागदाची पिशवी घालणे किंवा कचऱ्याचा डबा रिकामा करणे अशा कामात मदत करणारी काही मोजकी मुले वगळता अनेकांनी स्वयंपाक घरातील कचऱ्याचे काय होते याकडे कधी लक्षच दिले नव्हते. आता त्यांनी कचऱ्याच्या डब्याचा आकार व तो किती उंचीपर्यंत भरलेला असतो यावरून एका दिवसात किती कचरा स्वयंपाकघरात निर्माण होतो त्याचे आकारमान ठरविण्याचा प्रयत्न केला. आधी आम्हाला वाटले की आकारमानापेक्षा वजन मोजणे अधिक योग्य ठरेल. (आकारमान हे कचरा किती दाबून भरलाय त्यानुसार बदलेल.) पण शेवटी आम्ही आकारमानच काढायचे ठरवले कारण ते अधिक सोप होतं व मुलांना त्याचा सरावही होता. (धडा ७, कृती ४ आणि ५ पाने - २२५ - २२८)

मुलांनी पुढील माहिती मिळवली - त्यांच्या घरातील कचऱ्याचा डबा कोठे रिकामा केला जातो? नगरपालिकेच्या कचराकुंडीत (उघडा की झाकलेली), जवळपासच्या ढिगाऱ्यावर वा अन्य कोठेतरी. तेथून तो

कसा वाहून नेला जातो? - माणसांकरवी, ढकलगाडीतून किंवा ट्रकमधून. हा कचरा नंतर कोठे जातो? कचराडेपोत, भरावात की जाळण्याच्या भट्टीत हे शोधण्यासाठी मात्र मी त्यांना मदत केली. कचऱ्याचा कंपोस्ट खत किंवा जैविक वायू बनविण्यासाठी होणाऱ्या उपयोगाची चर्चा नंतर केली. (पाहा पान क्र. ३२५, ३३९ - ३४०, १३०)

चालवा डोकं!

प्राणी किंवा वनस्पतींपासून अन्न तयार करताना त्यांचा बराचसा भाग आपण टाकून देतो. ह्या भागांचा वेगळा काही उपयोग करता येईल का? तुमचा अंदाज काय?

यापूर्वी झालेल्या अनेक चर्चांची पुन्हा एकदा उजळणी झाली. ८ व्या प्रकरणात वनस्पती व प्राण्याच्या टाकाऊ भागापासून पाळीव प्राण्यांसाठी अन्न तयार होऊ शकते हे मुलांनी अभ्यासले होते. त्याच प्रकरणातील (पृष्ठ क्र. २८५) 'विचारा आणि शोधून काढा' यामध्ये मुलांना हे समजले की प्राणी व वनस्पतींचे वाया गेलेले भाग इतर वनस्पतींच्या वाढीसाठी अन्नघटक पुरवितात. (कंपोस्ट करणे व गांडूळखत यावरील माहिती पाहा.) वनस्पतीजन्य व प्राणीज कचऱ्याचे विघटन घडवून आणून स्वयंपाक व विजेचे दिवे लावण्यास उपयोगी पडणारा वायू (प्रामुख्याने मिथेन) निर्माण करणाऱ्या बायोगॅस संयंत्राविषयीची माहिती मी मुलांना दिली होती. वायू निर्मितीनंतर जो काला उरतो तो खत म्हणून उपयोगी पडतो. 'कचऱ्याची विल्हेवाट' या विषयावर आम्ही पुन्हा 'वर्गातील चर्चा' व 'विचारा आणि शोधून काढा' (पृष्ठ क्र. ३३९ - ३४०) स्वाध्यायमधून सविस्तर चर्चा नंतर केली.

२. आपण टाकून दिलेलं अन्न कोण खातं? (१ तास; पापु पान ९६, कृपु पान १५०)

आपण टाकून दिलेलं अन्न खाणाऱ्या काही प्राण्यांची नावे सांगा.

शाळेच्या सहलीला गेलेल्या मिनी आणि तिच्या मैत्रिणींनी केळी खाल्ली. केळीची सालें एका झुडूपाजवळ टाकली. तिथून एक बकरी गेली तिने साल खाल्लं.

दुसरं साल कुजायला लागलं. (त्याचं विघटन व्हायला सुरुवात झाली.) हे कुजणारं साल खायला माश्या, मुंग्या, मुंगळे, गोगलगायी, गांडूळे,भुंगे जमा झाले.
काही आठवड्यांनंतर ते साल आणखी कुजलं.

काही महिन्यांनतर ते साल पूर्णपणे कुजलं. त्याचे भाग मातीमध्ये आणि हवेत मिसळून गेले.

हे कसं घडलं? (कृतीपुस्तक पान १५०)

मुलांची (विद्यार्थ्यांची) निरीक्षणे

केळ्याच्या सालीच्या कथेतून कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यात सहभागी होणाऱ्या अनेक प्राण्यांची भूमिका प्रकर्षाने समोर येते. या कथेतील बकरी व्यतिरिक्त आपण फेकलेले अन्न खाणाऱ्या गाय, कुत्रा, उंदीर, डुक्कर, कावळा, गिधाड इत्यादी अनेक प्राण्यांची उदाहरणे मुलांनी दिली, या कथेतील भुंगेरे, गोगलगाई, पैसा व गांडूळ हे प्राणी थोड्यांच्याच पाहण्यात आले होते. तर झुरळे, मुंग्या, माशा आणि केमरं हे कीटक अनेक शहरी मुलांच्या पाहण्यातले होते. यापैकी बरेच प्राणी जंगली भागात कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यास उपयोगी ठरतात परंतु तेच प्राणी मानव वस्तीनजीक मात्र कचरा पसरून, विखरून टाकतात. यामुळे कचरा गोळा करण्यात अडचण येते व रोगकारक सूक्ष्मजीवही वातावरणात पसरतात (म्हणून कचरा झाकलेला असणे आवश्यक ठरते.)

मी मुलांना सांगितलं की मृत वनस्पती व प्राण्यांच्या सर्व भागांचे विघटन होते, हाडांसारख्या कठीण अवयवांच्या विघटनाला जास्त वेळ लागतो एवढेच. यावर एका मुलीने तिची आठवण सांगितली. तिने एक सुंदर मेलेले फुलपाखरू एका खोक्यात ठेवले होते. काही दिवसांनी त्या खोक्यात तिला फुलपाखराच्या पंखांचा व शरीराचा चुरा झालेला आढळला. या विघटनामध्ये सूक्ष्मजीवांची भूमिका हा भाग पुढील दोन कृतींमधून पुढे आला.

३. **सूक्ष्मजीवांमुळे अन्न कसं कुजतं?** (२ जोडतास + सततची निरीक्षणे; पापु पान ९७, कृपु पान १५०)

बुरशी आणि जीवाणूंसारखे सूक्ष्मजीव आपल्या सभोवताली सगळीकडे असतात. कुठल्याही अन्नामध्ये सूक्ष्मजीव हे असतातच. सभोवतालच्या हवेतील, पाण्यातील, मातीतील सूक्ष्मजीव अन्नामध्ये जातात. अन्न खायला जे प्राणी येतात ते आपल्यासोबत अनेक सूक्ष्मजीव आणतात.

सूक्ष्मजीवांच्या शरीरातून बाहेर येणाऱ्या रसांमुळे अन्नाचे विघटन होते. या अन्नाचा भाग शोषूनच हे सूक्ष्मजीव जगतात. त्याची संख्या झपाट्याने वाढते. सूक्ष्मजीवांनी टाकलेली घाण आणि वेगवेगळे वायू यामुळे अन्न सडलेले दिसते आणि त्याला कुजकट वासही येतो.

काही आठवड्यांनी किंवा महिन्यांनी हे अन्न पूर्णपणे विघटित झाले. अन्नचे विघटित झालेले भाग कुठे गेले?

वर्गातील अनुभव

मुलांना आता हे माहीत झालं होत की विघटन म्हणजे कुजणे/सडणे. (धडा ४, कृती ४ पाहा, विविध वायू कोठून येतात?) विघटनातून विविध वायुंची निर्मिती होते हेही मुलांना माहीत होत(कार्बन डाय ऑक्साईड, मिथेन, हायड्रोजन सल्फाइड, सल्फर डाय ऑक्साईड, नायट्रोजन डाय ऑक्साईड या सारख्या वायूंची नावे मी त्यांना सांगितली होती). हे वायू वनस्पतीजन्य व प्राणीज पदार्थांच्या विघटनातून तयार होतात.

आता मी मुलांना सांगितले की 'विघटन' म्हणजे 'विभाजन'. सूक्ष्मजीवांनी बनविलेल्या विविध रसांच्या (विकरांच्या) क्रियेमुळे विभाजन घडून येते. ही क्रिया पचनक्रियेसारखीच आहे. प्रकरण ९ मध्ये शिकलेल्या पचनक्रियेत पाचकरसांद्वारे अन्नाचे (विकर) विभाजन होते. म्हणजेच साधारणतः असे म्हणता येईल की सूक्ष्मजीव अन्न खातात/पचवतात. दुसऱ्या व तिसऱ्या कृतीमध्ये मुले विघटन खूप जवळून बघू शकतात आणि 'विभाजन' या शब्दाचा अर्थ त्यांना प्रत्यक्ष अनुभवता येतो. 'गुणित विभाजन' या शब्दाचा अर्थ चौथ्या कृतीमुळे लक्षात येतो.

अ. एखाद्या पोळीचा तुकडा किंवा शिजवलेलं अन्न दोन वेगवेगळ्या बशांमध्ये घ्या. एक बशी झाकून ठेवा आणि दुसरी उघडी! प्रत्येक गटाने आपली बशी वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेवा - सूर्यप्रकाशात, खोलीमध्ये किंवा फ्रिजमध्ये. काही दिवस निरीक्षण करा.

काही प्राण्यांनी हे अन्न खाल्लं का? कुठल्या? अन्नामध्ये कोणत्याही प्रकारचा बदल झाला का? उघड्या बशीमधले अन्न आणि झाकलेल्या बशीमध्ये ठेवलेले अन्न यामध्ये काय फरक दिसला?

अन्नावर काहीतरी वाढताना तुम्हाला दिसलं का? कदाचित त्यावर राखाडी, काळे, हिरवे किंवा पिवळे ठिपके तुम्हांला दिसतील. ही एक प्रकारची बुरशी आहे. ही बुरशी अन्नाचं हळूहळू विघटन करते आणि खाते. भिंग घेऊन या बुरशीचं निरीक्षण करा. लांबून वास घ्या.

या अन्नावर आपल्याला न दिसणारे पुष्कळ जीवाणू आणि इतर सूक्ष्मजीवसुद्धा आहेत.

हे अन्न तुम्ही खाणं योग्य होईल का? का नाही? काही महिन्यानंतर हे अन्न कसे दिसेल? (कृतीपुस्तक पान १५०-१५१)

मुलांची निरीक्षणे

पाठ्यपुस्तकात सुचविलेल्या पर्यायांव्यतिरिक्त मुलांनी बशीतील अन्न कोठे ठेवावे याचे अनेक पर्याय सु चविले. गच्ची अथवा मैदान (सूर्यप्रकाशात), सावली, खिडकीच्या वरचे छत, स्वयंपाकघर इ. मुलांनी पोळीचा एक तुकडा व थोडी मोड आलेली चवळी प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांमध्ये ठेवले व दुसरा असाच एक संच न झाकता उघडाच ठेवला. काही प्रातिनिधीक निरीक्षणे.

पोळीच्या तुकड्याचे काय झाले?

वर्गामध्ये		गच्चीवर	
झाकलेला	**न झाकलेला**	**झाकलेला**	**न झाकलेला**
प्लॅस्टिकच्या पिशवीच्या आत पाण्याचे थेंब आढळले पोळीवर बुरशी आढळली	तुकडा वाळला बुरशी नव्हती	मुंग्यांनी पोळीचे बारीक बारीक तुकडे करून नेले. (पोळीचे थोडे कण व ५ - ६ मुंग्या पिशवीत आढळल्या.)	बहुतेक कावळ्यांनी नेला

वाळलेल्या पोळीच्या तुकड्यावर बुरशी नव्हती. बुरशी व इतर सूक्ष्मजीवांना वाढण्यासाठी पाणी व उबेची आवश्यकता असते. पाणी व उबेमुळे विघटनाचा वेग वाढतो.

एका मुलाने विचारलं की बुरशी तर सूक्ष्मजीवात गणली जाते मग आपण ती पाहू कशी शकतो? तेव्हा मी त्याला सांगितलं की आपल्याला बुरशी दिसते ती संख्येने वाढल्यावरच. आपण पाहतो तो १० ते २० बुरश्यांचा समूह असतो. आपण एकटा जीवाणूही पाहू शकत नाही पण १००,००० जीवाणूंचा समूह एका छोट्या कणाएवढा तर १००,०००,००० जीवाणूंचा संग्रह रंगीत टिकलीएवढा दिसतो. म्हणजेच जीवाणू दिसतात ते त्यांच्या संख्येमुळे, त्यांनी स्त्रवलेल्या स्त्रावांमुळे व ते घडवीत असलेल्या अन्नाच्या विघटनामुळे. (बघा पुढील कृती : 'सूक्ष्मजीवांची वाढ किती वेगाने होते?')

आ. कचराकुंडीच्या वासाचे वर्णन करा. कुंडीत टाकण्यापूर्वी कचऱ्याला असाच वास येत होता का? आता हा वास कुठून आला?

दात घासले नाहीत तर तुमच्या तोंडाला वास येतो का? का येत असेल?

मुलांची निरीक्षणे

मुलांनी कचऱ्याभोवती घोंघावणाऱ्या माशा व केमंर (चिलटं) पाहिली होती. (सुरुवातीला मुलांना डबक्यावर

दिसणारे डास आणि कचऱ्यावरची चिलटं यातील फरक कळायचा नाही.) मी त्यांना सांगितलं की माशा व इतर कीटक कचरा खातात व त्यावर सूक्ष्मजीव आणून टाकतात. इतर सूक्ष्मजीव हवेतून येतात किंवा अन्नावर असतात. कचऱ्याला दुर्गंधी का येते याचे स्पष्टीकरण देताना काही मुलांना ४ थ्या प्रकरणातील (कृती ४ : विविध वायू कोठून येतात?) चर्चेची आठवण झाली. त्यांनी सांगितले की अन्नाच्या विघटनातून वायू मुक्त होतात व त्यामुळे दुर्गंधी येते. यातून मुलांना एक गोष्ट लक्षात आली. कचऱ्याचा डबा नियमितपणे स्वच्छ केला नाही, धुतला नाही तर त्यालाही दुर्गंधी येते कारण काही कुजलेलं अन्न डब्यात शिल्लक राहते. यामुळे दुर्गंधी तर येतेच पण हे आरोग्यालाही अपायकारक आहे. या सर्व कल्पना स्वाभाविक वाटतात. पण जोपर्यंत या सर्व कल्पना नीट चर्चिल्या जात नाहीत तोपर्यंत पाठ्यपुस्तकातील ''सूक्ष्मजीव व बुरशीच्या वाढीमुळे अन्न खराब होते इ.इ.........'' सारखे उतारेच्या उतारे अर्थ लक्षात न घेता मुले पाठ करतात. या सर्वांचा दैनंदिन अनुभवाशी काय संबंध आहे ते मुले लक्षात घेत नाहीत.

> दातात अडकलेले अन्नकण कुजतात. तोंडातील सूक्ष्मजीव या अन्नावर जगतात. त्यांनी तयार केलेल्या आम्लात दातावरील इनॅमल (बाहेरील कठीण आवरण) विरघळतं. ही सूक्ष्मजैविक क्रिया दाताच्या आतपर्यंत पोहोचली की दात किडतात.

इ. चार केळ्यांची साले घ्या. ओल्या जमिनीमध्ये, चार वेगवेगळ्या ठिकाणी ही चार साले पुरुन ठेवा. पुरून ठेवलेल्या ठिकाणी खुणा करा. दर आठवड्याला एका ठिकाणची माती उकरून साल बाहेर काढा आणि त्याचे निरीक्षण करा. सालींचे पूर्णपणे विघटन झाल्यानंतर जमिनीत काय सापडेल?

साली पूर्णपणे जमिनीत आणि हवेत मिसळायला किती दिवस लागतील?

सालींचे विघटन झाल्यानंतर जमिनीमध्ये बऱ्याच उपयोगी घटकांची भर पडली. सालींचे रूपांतर वनस्पतींसाठी उपयोगी पडतील अशा पोषक घटकांमध्ये झाले. (कृतीपुस्तक पान १५०-१५१)

सांभाळा!

विघटन झालेले अन्न हाताळल्यानंतर हात स्वच्छ धुवा. अन्नावर वाढणारे काही सूक्ष्मजीव आजार आणू शकतात. काही सूक्ष्मजीव विषारी घटक निर्माण करतात, ज्यांच्यामुळे तुम्हाला आजारही होऊ शकतो.

प्रयोगासाठी सूचना

पिकलेली किंवा अती पिकलेली केळी घेणं अधिक चांगलं कारण ही साले लवकर कुजतात. मोकळ्या जागी त्यांचा अधिक नैसर्गिक वातावरणाशी (उदा. सूर्यप्रकाश, पाऊस, विविध प्रकारचे विघटक सजीव इ.) संबंध येऊ शकत असल्याने ही साले कुंडीत पुरण्यापेक्षा बाहेर मोकळ्या जागी पुरणे अधिक चांगले. जर हवा व जमीन कोरडी असेल तर साली पुरलेल्या जागी मधून मधून पाणी घालावे. ओलसर माती व कुथितमृदा असलेल्या ठिकाणी ही साले एका आठवड्यात कुजतात. पण अती कोरड्या जमिनीत साले वाळतात व अशी साले कुजण्यास अनेक महिने व वर्षेही लागू शकतात.

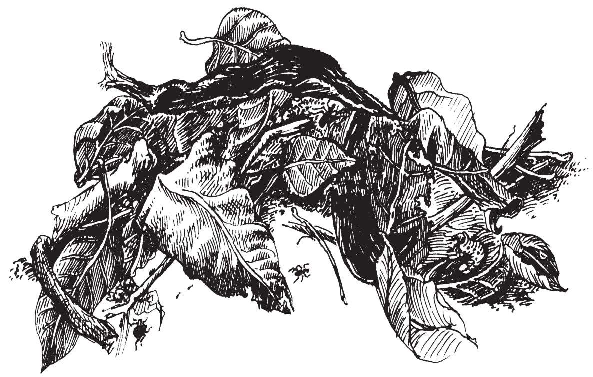
वर्गातील अनुभव

पावसाळ्यात आम्ही ही कृती केली होती. एका आठवड्यानंतर साले सुरकुतलेली होती, काळी झाली होती, त्यावर पांढऱ्या रंगाची बुरशी होती व काही छोटे किडे त्यांच्याभोवती फिरत होते. पुढच्या आठवड्यात सालीचे ४-५ तुकडे झाले होते. जसजसे दिवस जात होते तसतसे तुकडे बारीक होत होते व संख्येनेही वाढत होते. चार आठवड्यानंतर थोडे काळे कण फक्त शिल्लक उरले. आपण कल्पनाही केली नसती की हे कण म्हणजे केळाचे अवशेष आहेत.

विघटनवर केलेल्या हायकू

फक्त मृत्यूच जन्म देऊ शकतो
त्या प्रकारच्या अळंबीला
ती सुरेख किती!
(ईसा, १७६२-१८२६)

एक केळीचं साल
पडलं वाळलेल्या पानांवर, झालं काळं
आणि उरली फक्त पानं
(केरेन हेडॉक)



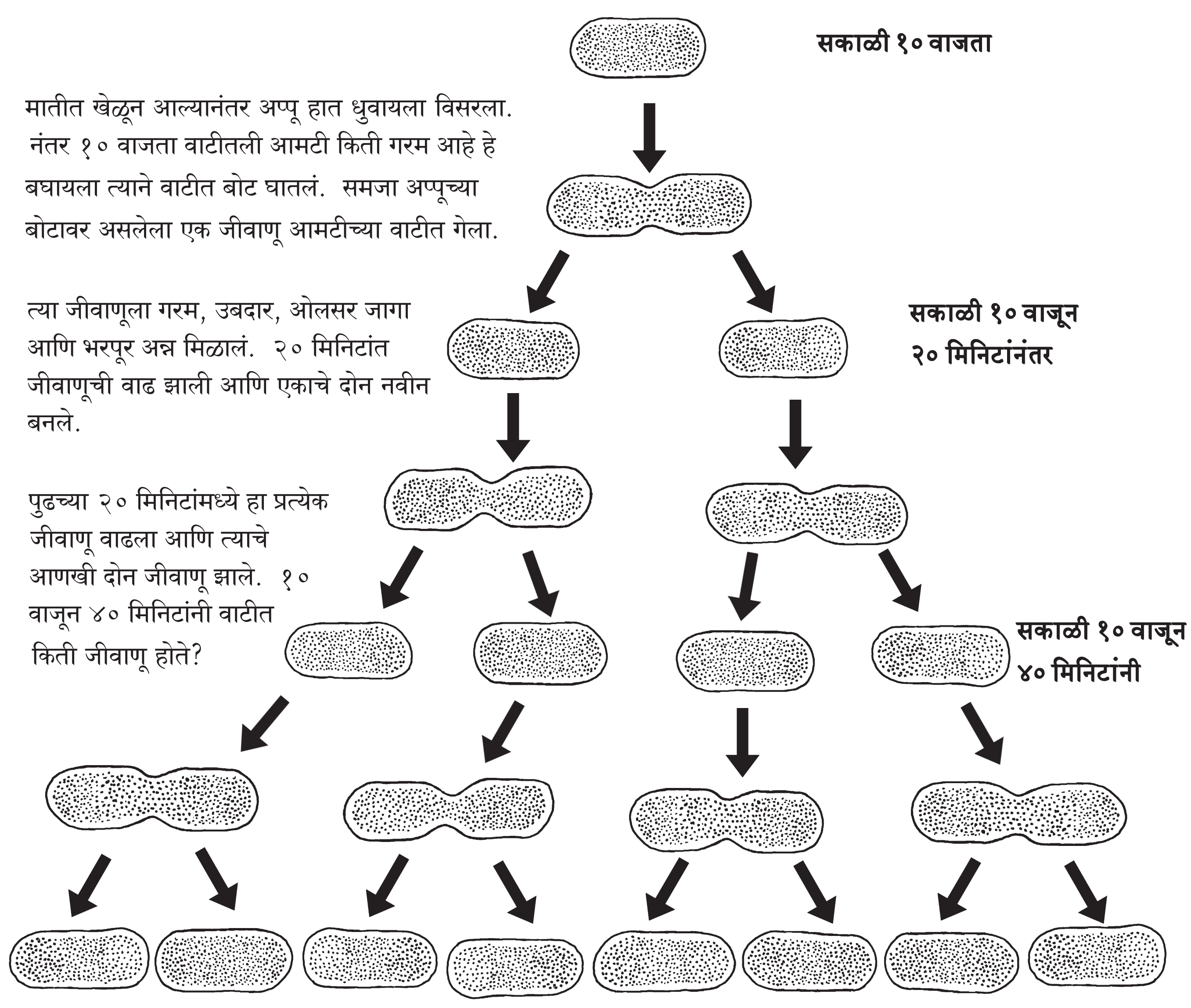
४. **सूक्ष्मजीवांची वाढ किती वेगाने होते?** (जोड तास; पापु ९९, कृपु पान १५२)

या वाटीतल्या आमटीचं काय झालं बघा!

मातीत खेळून आल्यानंतर अप्पू हात धुवायला विसरला. नंतर १० वाजता वाटीतली आमटी किती गरम आहे हे बघायला त्याने वाटीत बोट घातलं. समजा अप्पूच्या बोटावर असलेला एक जीवाणू आमटीच्या वाटीत गेला.

त्या जीवाणूला गरम, उबदार, ओलसर जागा आणि भरपूर अन्न मिळालं. २० मिनिटांत जीवाणूची वाढ झाली आणि एकाचे दोन नवीन बनले.

पुढच्या २० मिनिटांमध्ये हा प्रत्येक जीवाणू वाढला आणि त्याचे आणखी दोन जीवाणू झाले. १० वाजून ४० मिनिटांनी वाटीत किती जीवाणू होते?



११ वाजता किती जीवाणू होते?

जीवाणूंची ही वाढ इतक्या वेगाने होत असेल तर ठराविक वेळात किती जीवाणू निर्माण होतील हे तुमच्या कृतीपुस्तकातील पान १५२ वरील तक्त्यामध्ये भरा.

दुपारी २ वाजता आमटीवर बुडबुडे आलेले मिनीला दिसले. हे बुडबुडे कुठून आले? मिनीने ती आमटी खाल्ली तर काय होईल?

अप्पूने बाहेर खेळून घरात आल्यानंतर सगळ्यात पहिल्यांदा काय करायला हवं होतं?
आमटी गरम होती का थंड, हे ओळखण्याचा दुसरा चांगला मार्ग होता का?

संकल्पना विषयक गोंधळ

जीवाणू व बुरशी (कवके) हवेमार्फत पसरतात हे एवढ्या चर्चेनंतर मुलांना समजते. पण कुजणाऱ्या पोळीवरील बुरशीचा आकार दर का दिवशी वाढतो? असे विचारल्यावर काहींनी उत्तर दिलं की त्याच प्रकारची हवेतील बुरशी तेथे येऊन चिकटते. बुरशीचे 'प्रजनन' ही कल्पना सर्वांनाच आश्चर्यचकित करणारी होती. ती स्पष्ट करून सांगितल्यावरही अनेकांना ते स्पष्टीकरण व आधीच्या पानावरील सूक्ष्मजीवांचे प्रजनन स्पष्ट करणारी आकृती यांचा मेळ घालणे कठीण जात होते. ही संकल्पना त्यांना कालांतराने व हळूहळू स्पष्ट होईल असे मला वाटते. जीवाणूंची संख्या आणि वेळ यांच्यातील घातीय संबंध मुलांना आत्ताच समजणे अपेक्षित नाही. (थोडक्यात : जीवाणूंचे विभाजन होऊन त्यांची संख्या वाढते)

मुलांना सांगण्याचे महत्त्वाचे मुद्दे

मी मुलांना सांगितले की टेबलावर तशीच राहून गेलेली आमटी त्यात मुळातच असलेल्या जीवाणू व कवकांमुळे किंवा हवेतून आमटीत गेलेल्या सूक्ष्मजीवांमुळे कालांतराने खराब झालीच असती. म्हणजे खराब होण्याची प्रक्रिया सुरू करण्यासाठी अप्पूने आपले बोट (धुतलेले वा न धुतलेले) डाळीत बुचकळण्याची आवश्यकता नव्हती. पण या गोष्टीतून हे दाखवून दिले आहे की अ) दूषित अन्नातून धोकादायक सूक्ष्मजीवांचा प्रसार होऊ शकतो. ब) जीवाणू कल्पनातीत वेगाने द्विगुणित होतात. क) ही जीवाणूंची वाढलेली संख्या डोळ्यांना दिसू शकत नाही, काही वेळा तर अन्नामध्ये ते फारसा दृष्य बदलही घडवून आणीत नाहीत. ज्या अन्नामध्ये प्रचंड संख्येने जीवाणू आहेत किंवा जीवाणूनिर्मित विषारी पदार्थ आहेत ते अन्नही चवीला वासाला किंवा दिसायला सर्वसाधारण अन्नासारखंच दिसतं. सणावारी मिठाई किंवा लग्नसमारंभातील पक्वान्न खाल्ल्यामुळे झालेल्या मोठ्या प्रमाणावरील अन्न विषबाधेच्या घटना आपण पेपरमधून वाचतो तो वरील विधानांचा चांगला पुरावा आहे. (अशा घटना सहसा सालमोनेला आणि बोट्यूलिझम या सूक्ष्मजीवांमुळे घडतात)

यावरून मुलांच्या एक गोष्ट लक्षात आली की आमटी फ्रीजमध्ये ठेवली तर खराब होणार नाही. पण साधारणतः फ्रीजमधील तापमानाचा (१२°C किंवा जास्त) परिणाम काही दिवस टिकतो कारण या तापमानालाही जीवाणूंची वाढ (संख्यात्मक) हळूहळू सुरुच असते.

चालवा डोकं! (पापु पान १००, कृपु पान १५३)

''मला सूक्ष्मजीव अजिबात आवडत नाहीत!'' अप्पू म्हणाला. ''ते घाणेरडे असतात, त्यांना घाण वास येतो. त्यांच्यामुळे आपण आजारी पडतो.''

''सूक्ष्मजीव घाणेरडे नसतात.'' मिनी म्हणाली, ''त्यांच्यामुळे सगळीकडे स्वच्छता होते. ते कचरा खाऊन त्याचं लहान लहान कणांमध्ये विघटन करतात. हे लहान कण मातीत मिसळतात आणि वनस्पतींना वाढायला मदत करतात.''

तुम्हाला काय वाटतं?

सूक्ष्मजीवांना त्यांचं काम करायला वेळ लागतो. जर खूप लोकांनी त्यांचा स्वयंपाकघरातला कचरा रोज एकाच ठिकाणी टाकला तर त्या कचऱ्याचं पूर्णपणे विघटन व्हायला खूप जास्त वेळ लागेल. माश्या, झुरळं आणि उंदीर ते अन्न खातील आणि त्यांची वाढ होईल. त्यांच्यामुळे सगळीकडे रोगाचे जीवजंतू पसरतील.

या सगळ्या स्वयंपाकघरातील कचऱ्याचं आपण काय करू शकतो? (कृतीपुस्तक पान १५३)

मुलांना सांगण्याचे महत्त्वाचे मुद्दे

मिनी व अप्पूमधील संभाषण अनौपचारिक भाषेत आहे. 'घाणेरडे' व 'घाण वासाचे' ह्या शब्दांनी पूर्ण विघटन न झालेले अन्न व सूक्ष्मजैविक विघटनातून निर्माण होणारे वायू याचे वर्णन केले आहे.

या अर्थाने विचार केल्यास अप्पू व मिनी दोघांचे म्हणणे बरोबर आहे. सूक्ष्मजीवांमुळे होणारा धोका आपण ओळखायला हवा. तसेच जी हवा आपण घेतो. जे पाणी आपण पितो, जे अन्न आपण खातो त्यात जास्त संख्येने जीवाणू नसतील याचीही खात्री करून घ्यायला हवी. पण त्याच वेळेस जीवाणू आपले मित्रही आहेत हेही ओळखायला हवे. ते नसते तर कचरा व विष्ठेचे ढीग आपल्याभोवती साचून राहिले असते. टाकाऊ पदार्थांचा पुनर्वापर, यातून जमिनीतील अन्नघटक परत जमिनीत मिसळणे ही क्रिया सूक्ष्मजीवांमुळेच शक्य होते.

तशा अनेक गुंतागुंतीच्या व अवघड संकल्पना येथे आहेत - मोठ्या संख्येने असणारे अनेक प्रकारचे सूक्ष्म, अदृश्य जीवाणू, त्यांच्या चयापचय क्रिया, अन्नाचे रासायनिक विघटन, इ. आपणास ज्यांच्यापासून धोका आहे असे जीवाणूंचे प्रकार तुलनेत कमी आहेत (अंदाजे १००). हेच जीवाणू मानवामधील रोगांना कारणीभूत होतात. उरलेले हजारो प्रकारचे जीवाणू अपायकारक नाहीत. जीवाणूंच्या आसपास असणाऱ्या पदार्थाचे ते विघटन घडवून आणतात. असंख्य गुंतागुंतीच्या व विस्मयकारक प्रक्रियांद्वारे काही जीवाणू इतर जीवाणूंचं व जीवाणू निर्मित टाकाऊ पदार्थांचेही विघटन घडवून आणतात.

आपल्या घरगुती कचऱ्याचं (आणि मैल्याचं, ज्याची चर्चा पुढे केली आहे) व्यवस्थापन कसे केले म्हणजे सूक्ष्मजीवांना विघटन घडवून आणण्यासाठी पुरेसा वेळ व जागा मिळेल हे मुलांना कळावे हे किमान उद्दिष्ट येथे आहे. ओल्या कचऱ्यासाठी स्थानिक स्वरूपाचं उत्तर काढणे सोपे आहे. कचऱ्याचे ढीग जमविण्यापेक्षा त्याला खड्ड्यात टाका व मातीने झाका. मातीमध्ये गांडूळांची पैदास केल्यास विघटन अधिक वेगाने होईल. (कंपोस्ट खड्डा, पान क्र. ३३९ - ३४० पाहा.)

५. **आपल्या शौचामधील सूक्ष्मजीव** (जोड तास; पापु पान १००, कृपु पान १५३)

शौचाला जाऊन आल्यावर हात स्वच्छ धुवायला तुम्ही शिकला आहातच! तुम्हाला माहीत आहे की शौचाचा आणि अन्नाचा आणि पिण्याच्या पाण्याचा कधीही संपर्क होता कामा नये. या सगळ्या गोष्टींची इतकी काळजी का घ्यावी लागते?

शौच ही इतकी घाणेरडी गोष्ट का समजतात? (कृतीपुस्तक पान १५३-१५४)

जर तुम्ही निरोगी आणि तंदुरुस्त असाल तर तुमच्या शरीरात सुमारे १००,०००,०००,०००,००० इतके सूक्ष्मजीव असतील. बहुतेक सगळे सूक्ष्मजीव तुमच्या आतड्यांमध्ये असतात. हे सूक्ष्मजीव निरूपद्रवी असतात तर कधी कधी मदत करणारेही असतात. पण त्यात सुद्धा सूक्ष्मजीवांचे असे काही प्रकार आहेत ज्यांची संख्या वाढली तर तुम्हांला आजार होऊ शकतो.

सूक्ष्मजीव आपल्या शरीरात प्रवेश करू शकतात का? कोणत्या भागांमध्ये? ते तेथे कसे जातात? असे प्रश्न विचारूनच मी सुरुवात केली. ३ऱ्या व ९व्या प्रकरणात (पान क्र. ११५, १२७ - १२८ आणि ३१०) आपण असा निष्कर्ष काढला होता की फुप्फुसे व अन्न नलिकेत (जी शरीराबाहेर उघडतात) हवा असते पण ती हवा (दुखापत किंवा अपघात हा अपवाद करून) स्नायू, रक्त व हाडांमध्ये जाऊ शकत नाही. हीच गोष्ट सूक्ष्मजीवांनाही लागू पडते.

पाठ्यपुस्तकातील प्रश्नांकडे येताना मुलांनी स्वच्छतेचे नियम व त्यामागील कारणे यांवर विचार करावा असा माझा प्रयत्न होता. नंतर मी त्यांना आतड्यातील सूक्ष्मजीव कसे उपयोगी पडतात याविषयी सांगितले. 'सांभाळा' या भागामध्ये आम्ही हगवणीची काळजी व प्रतिबंध याविषयी चर्चा केली. (ही महत्त्वाची माहिती हलके फुलके विज्ञान- इयत्ता ५ वीच्या पुस्तकात पुन्हा आली आहे.)

अन्नाबरोबर आपल्या शरीरात प्रवेश करणाऱ्या जीवाणूंपैकी बहुसंख्य जठरातील पाचक रसांमुळे मारले जातात. काही मात्र आतड्यांपर्यंत पोहोचतात व तेथे झपाट्याने वाढतात. आपलं आतडे - उबदार, ओलसर व अन्नानी भरलेलं असल्याने जीवाणूंच्या वाढीसाठी ही जागा अतिशय उपयुक्त ठरते. ६ व्या प्रकरणात (पाठ्यपुस्तकातील पृ.क्र.६०) आतड्यामध्ये राहू शकणाऱ्या अमिबा व काही जीवाणूंची चित्रे दाखविली आहेत. (पृष्ठ क्र. २०९ वरील माहिती पाहा.) इ. कोलाय व इतर काही जीवाणू हे अन्नाच्या पचनाला मदत करतात आणि शरीराला आवश्यक जीवनसत्त्वे तयार करतात. आपल्या आतड्यातील असंख्य उपयोगी सूक्ष्मजीव हे उपद्रवी सूक्ष्मजीवांची वाढ रोखतात. (उपद्रवी सूक्ष्मजीव संख्येने सहसा कमी असतात.)
जर उपद्रवी सूक्ष्मजीवांची संख्या वाढली तर आपण आजारी पडतो. काही प्रकारचे अमिबा, इ. कोलाय आणि स्टॅफिलोकोकस, सॅलमोनेला, कॉलरा हे जीवाणू विविध प्रकारच्या हगवणीसाठी कारणीभूत ठरतात (प्रकरण ७, पृष्ठ २३१). सूक्ष्मजीवांनी जर अपघाताने उदर पोकळी अथवा रक्तात प्रवेश केला तर मात्र ते प्राणघातक ठरू शकतात (जसे ॲपेंडिक्स फुटण्याच्या क्रियेत घडते) पण हा प्रकार तसा अपवादात्मक असतो.

चालवा डोकं! (कृपु पान १४२)

तुमच्या आतड्यांमध्ये गॅस झाल्याचं कधी तुमच्या लक्षात आलंय का? हे गॅस (वायू) कुठून बरं येऊ शकतात?

या निरीक्षणातून सूक्ष्मजीव वायू निर्माण करतात याच मुद्याकडे लक्ष वेधले जाते. नवव्या धड्यातील (पृष्ठ ३१०) वर्गातील चर्चा पाहा.

सांभाळा!

आपल्या शौचामध्ये खूप मोठ्या संख्येने सूक्ष्मजीव असतात. शौचामध्ये सूक्ष्मजीवांची वाढ अतिशय झपाट्याने होते. सूक्ष्मजीवांना वाहून नेणाऱ्या माश्या शौचाकडे आकर्षित होतात. या माशा अन्नावर येऊन बसतात. हे अन्न खाल्ले तर आपण आजारी पडतो.

आपल्या शौचाची योग्य प्रकारे विल्हेवाट लावायचे मार्ग आपण शोधले पाहिजेत.

अब्जावधी जीवाणू, आदिजीव व कवके विष्ठेबरोबर बाहेर टाकली जातात. पाणी वजा केल्यास आपल्या विष्ठेचा एक तृतियांश भाग सूक्ष्मजीवांनी बनलेला आहे! आपली लघवी (आपल्याला काही रोग झाला नसल्यास) निर्जंतुक असते. पण शरीराबाहेर मात्र लघवी व विष्ठा सूक्ष्मजीवांच्या वाढीसाठी उत्तम माध्यम ठरते. म्हणून अन्नाच्या अथवा पाण्याच्या संपर्कात विष्ठेचा अंश जरी आला तरी त्यांच्याद्वारे रोगाचा फैलाव होतो.

हगवण

मुलांना या रोगाचा काही प्रमाणात तरी अनुभव असतो. हगवण रोखण्यासाठी पाणी व अन्नाची स्वच्छता अत्यंत महत्त्वाची आहे हे त्यांना सांगायला हवे. स्वच्छ पाणी पिणे, ताजे अन्न खाणे, कच्चे अन्न भरपूर पाण्याने चांगले धुवून घेणे, जेवणापूर्वी व शौचाला जाऊन आल्यावर हात स्वच्छ धुणे यासारख्या स्वच्छतेच्या चांगल्या सवयी ३री व चौथीच्या वर्गात मुले शिकतात.

हगवण बरी करण्याचा जलसंजीवनी हा प्रभावी मार्ग आहे. एक पेलाभर स्वच्छ पाण्यात १ चमचा साखर व १ चिमूटभर मीठ घालून केलेले मिश्रण म्हणजेच जलसंजीवनी. असे अनेक पेले असे मिश्रण तयार करून हगवणीच्या रोग्याला थोडे थोडे पण सतत देणे गरजेचे असते.

६. **आपले मलमूत्र कुठे जाते?** (३ तास; पापु पान १०१, कृपु पान १५४)

अ. तुम्ही रोज शौचाला जाता ती जागा आठवून बघा. मलमूत्र तिथेच साठून राहतं का? तुम्ही पाणी टाकता की फ्लश वापरता? तुमचं मलमूत्र कुठे जात असेल?

वर्गातील अनुभव

माझ्या वर्गातील मुलांच्या घरी फ्लशचे संडास होते व इतर प्रकारचे संडास त्यांनी त्यांच्या गावी किंवा शहराबाहेर

पाहिले होते. फ्लश केल्यावर संडासातून खाली गेलेल्या विष्ठेचं काय होतं असे मी मुलांना विचारले. मुलांनी कल्पना केली की ही विष्ठा (मैला) नलिकेतून वाहून नेली जाते व शेवटी समुद्रात सोडतात. समुद्रकिनारी असलेल्या ठिकाणी हे बरचं खरं आहे.

> एक तृतियांश भारतीय शहरांमध्ये नळपाणीपुरवठा योजना कार्यरत आहे पण १० टक्क्यांहून कमी शहरांमध्ये भुयारी गटार योजना आहे. विसंगती पाहा की ख्रिस्तपूर्व २५०० वर्षांपूर्वीची सिंधू संस्कृती ही जगातील पहिली प्रगत संस्कृती तेव्हा घरामध्ये नहाणीघरं व संडासांची व्यवस्था होती. भुयारी गटारं होती, मलवाहिन्या व मैला एकत्रिकरणासाठी भुयारी टाक्या होत्या. घन कचरा हटविण्यासाठी मुख्य गटाराच्या तोंडाशी लाकडी जाळ्या बसविलेल्या होत्या.
> आजच्या काळात वाढती लोकसंख्या आणि मैला व सांडपाण्याचे प्रचंड प्रमाण लक्षात घेता आपल्याला जास्त चांगल्या सुविधांची आवश्यकता आहे. पण १९९३ मधील राष्ट्रीय नमुना परीक्षण अहवालात घरातील स्वच्छतागृहांच्या बाबतीत पुढील आकडेवारी उपलब्ध आहे.
> स्वच्छतागृहांची व्यवस्था नाही - ३०.६% , टोपलीचे संडास - ७.४%, सेप्टीक टँक - २९.६%, फ्लशचे संडास - २८.५% , इतर - ३.८%

आ. खाली दाखवलेल्या चित्रांपैकी तुम्ही कुठल्या प्रकारचा संडास वापरता? पुढील प्रत्येक चित्रासाठी या प्रश्नांचा विचार करा.

या मलमूत्राचं काय होतं? या मलमूत्राचा काही भाग शौचापासून दूर नेला जातो का?

प्रत्येक वेळी संडास स्वच्छ करायला किती पाणी लागतं?

या संडासाच्या जवळ माश्या आणि घाणेरडा वास येऊ शकतो का? (कृतीपुस्तक पान १५४)

वर्गातील अनुभव

प्रत्येक प्रकारच्या स्वच्छतागृहातून मैला कोठे जातो? संडास कसे स्वच्छ करावेत? स्वच्छतेसाठी किती पाणी लागते? एका दिवसात संडासाचा वापर किती जणांनी करणे योग्य असे सांगता येईल का? अशा अनेक मुद्यांवर मी मुलांशी चर्चा केली.

(१) उघड्यावर शौच करणे (पापु पान १०१)

एखाद्या जंगलातली किंवा शेतातली एकांतातली जागा शौच करण्यासाठी योग्य आहे.

सांभाळा!

पाणवठ्याजवळ शौचाला बसू नका! (का?)

वस्ती, गावाजवळ शौचाला बसू नका! (का?)

जर तुम्ही बाहेर शौचाला बसलात तर त्या शौचावर माती टाका. त्यामुळे माश्या येणार नाहीत आणि शौचामधील सूक्ष्मजीव पसरणार नाहीत. मातीच्या खाली हे सूक्ष्मजीव हळूहळू शौचाचं विघटन करतील. या विघटन झालेल्या शौचामधून मातीमध्ये काही उपयोगी घटकांची भर पडेल. विघटनामधून वनस्पती वापरू शकतील असे पोषक घटक तयार होतात.

वर्गातील अनुभव

सर्वच मुलांना कधी ना कधी बाहेर शौचाला बसावे लागले होते. प्रथम मी यातील आरोग्याच्या मुद्यांवर भर दिला जसे - शी केल्यानंतर धुणे व मातीने झाकणे, पाण्याच्या स्त्रोताचा जंतूसंसर्ग टाळणे, विष्ठेचा अन्नाशी व पाण्याशी प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष जराही संपर्क येणार नाही याची काळजी घेणे. (धडा ७, पृष्ठ २३, वरील विष्ठेद्वारे पसरणारे रोग पाहा.)

मुलांचा प्रतिसाद

यानंतर मी विष्ठेच्या सूक्ष्मजैविक विघटनाकडे वळले. विष्ठेवर माती पसरल्यावर मातीखाली विष्ठा तशीच राहील का (तर्क करा)? दुसऱ्या दिवशी असेल का? पुढच्या आठवड्यात असेल का? एक महिन्यानंतर? एक वर्षानंतर? असे प्रश्न मी मुलांना विचारले. मुलांनी तर्क केला की विष्ठा बहुधा मातीत मिसळून जात असेल. मुलांना कचऱ्याचे सूक्ष्मजैविक विघटन होते हे आठवले तरी विष्ठेचे तसे होईल का याबद्दल ते साशंक होते. (ही घाणेरडी विष्ठा सूक्ष्मजीवांसाठी अन्न कसे ठरू शकते?) शेवटी त्यांनी ही गोष्ट मान्य केली.

> मातीमध्ये किती वेगाने विष्ठेचे जैविक विघटन होईल हे तापमान, मातीचा प्रकार व आर्द्रता यावर अवलंबून असते. उबदार व दमट परिस्थिती व सूक्ष्मजीवांची मोठी संख्या यामुळे विघटन खूप वेगाने होते. रोगकारक सूक्ष्मजीवांमुळे होणाऱ्या विघटनानंतर तयार होणारे पदार्थ अपायकारक नसतात.

चालवा डोकं!

जर थोड्याच लोकांनी उघड्यावर शौच केले तर ते मलमूत्र दुसरीकडे वाहून नेण्याची गरज नाही. खूप लोकांनी रोज जवळपास एकाच ठिकाणी शौच केले तर काय होईल?

कचऱ्याच्या समस्येची जी चर्चा पाठ्यपुस्तकातील पृष्ठ क्र. १०० वर आहे त्याच्याशी ही समस्या मिळतीजुळती आहे. फक्त काहीच जण उघड्यावर, लोकवस्ती व पाण्याच्या साठ्यापासून दूर, शौचाला बसले तर फारशी समस्या निर्माण होणार नाही. मातीतील व विष्ठेतील सूक्ष्मजीव कालांतराने त्याचे विघटन करतील. पण जेव्हा अनेक माणसे एकत्र राहू लागतात तेव्हा त्यांनी निर्माण केलेल्या विष्ठेची विल्हेवाट लावणे ही समस्या बनते.

(२) टोपलीचे संडास (पापु पान १०२)

या प्रकारच्या संडासातील मैला कोण वाहून नेतं? ही मैला कुठे नेली जात असेल? त्या मैल्याचं काय करता येईल?

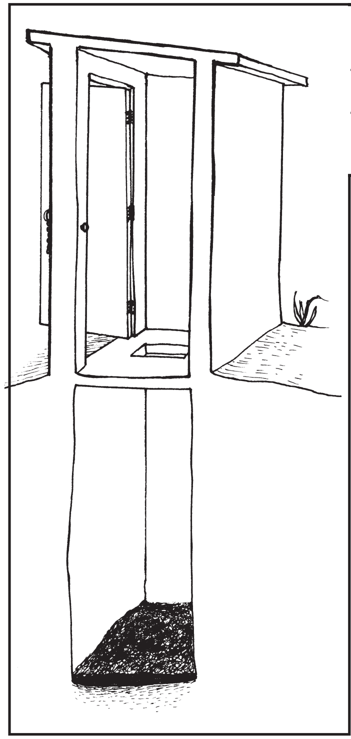
हे काम आरोग्याला धोकादायक आहे का? का?

हे काम आवडीने कोणी करेल का?

आपल्या सरकारने असे सांगितले आहे की टोपलीचे संडास हे आरोग्यास धोकादायक आहेत. मैला वाहून नेणाऱ्या लोकांना अमानवी काम करावं लागतं. त्यामुळे असे संडास बांधायला परवानगी नाही. तुम्हाला काय वाटतं?

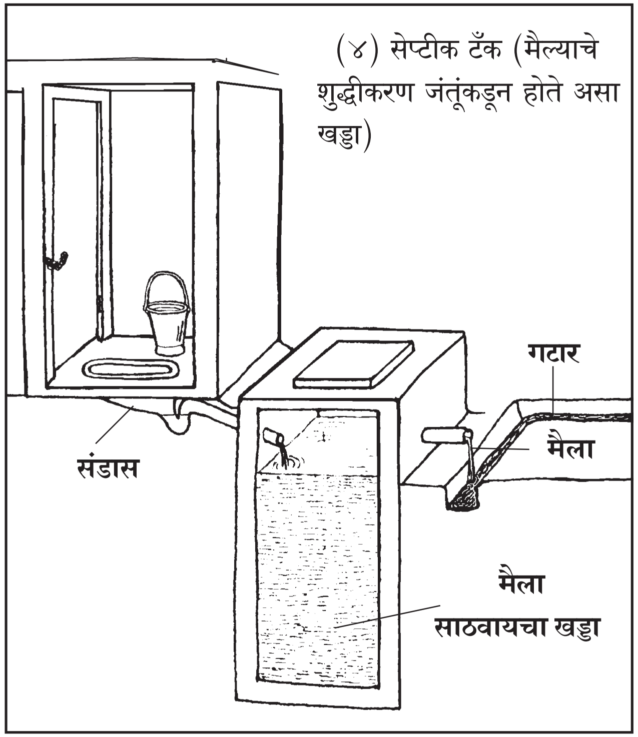
टोपलीच्या संडासात विष्ठा खालच्या बाजूच्या टोपलीत जमा होते व ती माणसांनाच वाहून न्यावी लागते. ही टोपलीतील विष्ठा मोकळ्या जागेत टाकली जाते. ती कुजल्यावर त्याचाही खत म्हणून वापर होऊ शकतो. कोणालाही करायला घृणा वाटेल असे हे काम आपल्या समाजातला सर्वात कनिष्ठ समजण्यात येणाऱ्या भंगी जातीतल्या लोकांना करायला लागते.

हे काम अत्यंत अनारोग्यकारक असे आहे. मैला हाताने जमा करून डोक्यावरून वाहून नेला जातो. रस्ते खराब असल्याने हातगाडीही अनेकदा वापरता येत नाही. म्हणून १९९३ मध्ये संसदेने टोपलीचे संडास व सफाई कामगारांचे अमानवी स्वरूपाचे काम या विरोधात कायदा केला. कायद्याप्रमाणे कोरड्या संडासांची बांधणी आता बेकायदेशीर समजली जाते. 'सुलभ शौचालय संस्थान' सारखी संस्था तर सुधारीत स्वच्छतागृहांचा आराखडा मांडणे व भंग्यांना पर्यायी रोजगार उपलब्ध करून देणे यासाठीच काम करते. तरीही आपल्या देशात अशा प्रकारचे संडास आजही वापरले जातात.



(३) शोषखड्डा असलेले संडास शोष खड्ड्यातील मैल्याचे काय होत असेल?

खड्ड्याचे संडास - अशा संडासात मैला जमा करण्यासाठी मातीत एक खड्डा खणला जातो यात घन व द्रवरूप मैला जमा होतो. द्रव पदार्थ मातीत शोषले जातात. कालांतराने हा खड्डा भरला की दुसरा खड्डा करावा लागतो. कुजणाऱ्या मैल्यातून निघणारे वायू संडासच्या भांड्याला असलेल्या भोकातून वर येतात व दुर्गंधी पसरते.



(४) सेप्टीक टँक (मैल्याचे शुद्धीकरण जंतूंकडून होते असा खड्डा)

या सेप्टीक टँकमधील मैला कशी वाहून नेली जाते? ती कुठे जात असेल? तुम्हाला काय वाटतं?
जर ही मैला नदी किंवा तळ्यामध्ये गेली तर त्यातील पाणी पिण्याऱ्या लोकांना अपाय होईल.
त्यामुळे प्राणी किंवा वनस्पतींनासुद्धा विषबाधा होण्याची शक्यता आहे.

सेप्टीक टाकीच्या संडासात सर्व मैला विटांनी बांधलेल्या टाकीत येतो. काही वेळा टाकी अशी बांधली जाते की द्रवरूप मैला खालच्या बाजूने जमिनीत शोषला जाईल. काही वेळा द्रवरूप मैला टाकीच्या वरच्या भागात असलेल्या नळीतून बाहेर टाकला जातो. साधारणपणे अशा संडासातील मैला नाल्यावाटे, तलाव, नदी किंवा समुद्रात सोडला जातो (किंवा भुयारी सच्छिद्र नलिकेद्वारे जमिनीखाली सोडला जातो. परंतु यासाठी जास्त जागा लागते) घनमैला टाकीत जमा होतो व तेथेच त्याच्या कुजण्याला सुरुवात होते. यावेळी मिथेनसारखे वायू बाहेर पडतात. काहीवेळा हे वायू गोळा करून इंधन म्हणून वापरले जातात. (काही वर्षांनी) जेव्हा टाकी भरते तेव्हा ती स्वच्छ करावी लागते. त्यातील कुजलेले पदार्थ खत म्हणून वापरता येतात. दोन टाक्यांच्या पद्धतीत (उदा. सुलभ शौचालय) एक टाकी भरल्यावर ती न वापरता कुजण्यासाठी ठेवतात व दुसरी टाकी भरायला सुरुवात करतात. चित्रात दाखविल्याप्रमाणे या संडासाच्या भोकात कायम पाणी राहण्याची व्यवस्था असल्याने वायू संडासच्या भांड्याच्या भोकातून बाहेर येत नाहीत.

(५) मैला वाहून नेण्याची सोय असणारे संडास (पापु पान १०३)
या प्रकारच्या सगळ्या संडासांमधील मैला ही मोठ्या जमिनीखालून जाणाऱ्या गटारांमधून नेली जाते.
मोठमोठ्या शहरांमधून लाखांच्यावर वस्ती असते. या सगळ्या मैलेचं आपण काय करू शकतो? (कृतीपुस्तक पान १५६)

इतर पद्धतीचे संडास १ ते २ लिटर पाण्यात स्वच्छ होतात तर फ्लश प्रकारचे संडास स्वच्छ करण्यासाठी ५ ते १५ लिटर (संडासाचा प्रकार आणि टाकीवर अवलंबून) पाणी लागते.

संडासातील मैला, न्हाणीघरातील व स्वयंपाकघरात वापरलेले पाणी हे एकत्र होऊन भुयारी गटारामार्गे वाहून नेले जाते. पृष्ठ १०३ वरील चित्रात वेगवेगळ्या घरातून बाहेर पडणारी गटारे मोठ्या मैला वाहिनीला कशाप्रकारे जोडली जातात ते स्पष्ट होईल. ही गटारे उतारावरून जातात किंवा त्यांच्या मार्गात उपसा केंद्रे असतात.

हा मैला सांडपाणी प्रक्रिया केंद्रात नेणे ही आदर्श स्थिती आहे. पण आपल्या देशात अशी प्रक्रिया केंद्रे क्वचितच आढळतात. अनेक ठिकाणी मोठा कचरा वेगळा काढून व घनपदार्थ तळाशी स्थिर झाल्यावर सांडपाणी नदीत, तलावात अथवा समुद्रात सोडले जाते. हा अत्यंत घातक मार्ग आहे. (खाली पाहा.)

७. सूक्ष्मजीव आपल्या मलमूत्राचं विघटन करायला मदत करतात! (१ तास + क्षेत्रभेट; पापु. पान १०३)

स्वयंपाकघरातील कचऱ्याचं विघटन सूक्ष्मजीव करतात, त्याचप्रमाणे मलमूत्राचंही विघटन ते करू शकतात. हे विघटन झालेले मलमूत्र पुन्हा मातीत मिसळते आणि वनस्पती त्याचा उपयोग करू शकतात. मात्र या मलमूत्राचं विघटन होण्यासाठी पुरेसा वेळ आणि जागा आपण दिली पाहिजे. त्याचवेळी हे सूक्ष्मजीव हवेत, पिण्याच्या पाण्यामध्ये, अन्नात मिसळून रोग पसरवणार नाहीत याची काळजी आपण घेतली पाहिजे.

मल शुद्धीकरण केंद्रात लाखो लोकांनी निर्माण केलेल्या मैल्यावर प्रक्रिया करता येते. तुमच्या आसपास मल शुद्धीकरण केंद्र आहे का ते शोधून काढा. त्या केंद्राला भेट देण्याचा प्रयत्न करा.

तुम्ही राहता त्या भागात शौच आणि मैला यांपासून माणसे आणि इतर सजीवांना काही धोका पोचतो का, याची माहिती मिळवा. (कृतीपुस्तक पान १५६)

सांडपाण्याची विल्हेवाट ही आपल्यासाठी एक प्रचंड समस्या आहे. आपली गावे, शहरे व महानगरे ही नदीकाठी वसली आहेत. घरे, उद्योगधंदे व शेती यातून विविध प्रकारचे सांडपाणी निर्माण होते. हे सर्व जर नदीत सोडले तर काय होईल? वनस्पती, मासे व इतर सजीवांसाठी अत्यावश्यक असणारा ऑक्सिजन पाण्यामध्ये असतो. सांडपाण्यातील सूक्ष्मजीव वेगाने हा

ऑक्सिजन वापरतात. सांडपाण्यातील कार्बनी व अकार्बनी पदार्थही हा ऑक्सिजन ऑक्सिडीकरणासाठी वापरतात. काहीवेळा सूक्ष्मजीवही ऑक्सिडीकरणासाठी मदत करतात. हवेतील ऑक्सिजन सातत्याने पाण्यात विरघळत असता तरी मोठ्या प्रमाणावरील सांडपाण्याच्या वाढत्या ऑक्सिजनची मागणी पूर्ण होऊ शकत नाही.

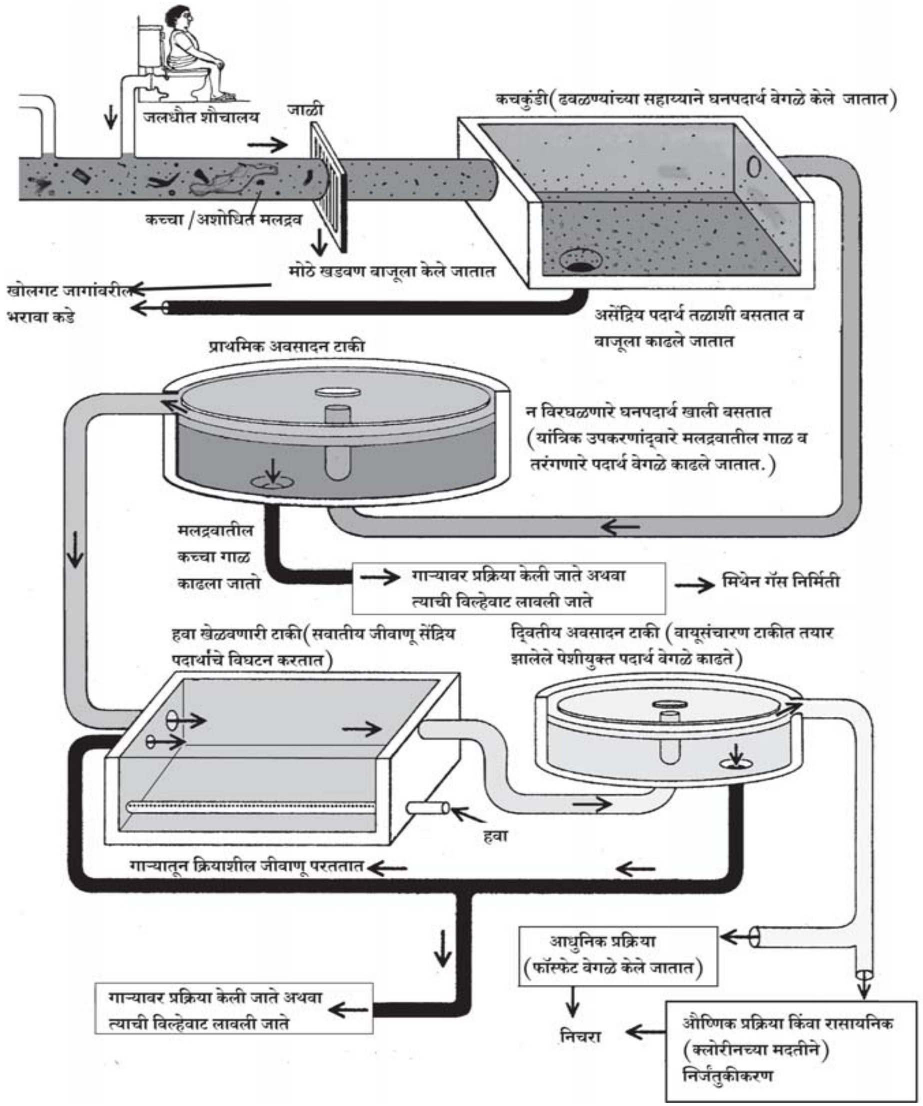
सांडपाणी हे इतरही प्रकारे घातक आहे. आपल्या विष्ठेत विषारी पदार्थ व रोगकारक जीवाणू असतात. उद्योगधंद्यातील सांडपाणी व घरातील साबण, आम्ले, वंगण, इत्यादी रसायने सजीवांसाठी घातक असतात. साबण पावडरीतील व खतांतील फॉस्फेटमुळे होणाऱ्या शैवालांच्या प्रचंड वाढीमुळे प्रमाणात इतर अनेक सजीवांची वाढ रोखली जाते.

म्हणूनच सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्याची गरज आहे. या प्रक्रियेची पहिली पायरी (पुढील पानावरील आकृती पाहा) म्हणजे सांडपाण्याला चाळण्यांमधून वाहू देणे. चाळण्यांमधून वाहताना पाने, कागद, चिंध्या, प्लॅस्टिक अडकून राहते. हे सांडपाणी नंतर (सीळीं) टाकीमध्ये जाते.

या टाकीत रेव व वाळू तळाशी बसते. ही नंतर बाहेर काढून टाकली जाते. या टाकीतून सांडपाणी प्राथमिक अवसादन टाकीमध्ये जाते. येथे सर्व घन पदार्थ तळाशी साठतात व बाहेर काढले जातात. याला मैला म्हणतात. या मैल्यावर प्रक्रिया करून त्याचा खत म्हणून वापर करता येतो. तेथे विनॉक्सीश्वसन करणारे जिवाणू विघटन घडवून आणतात व मिथेन वायू तयार होतो (गोबर गॅस प्लँटप्रमाणे). सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणाऱ्या यंत्रणेसाठी इंधन म्हणून त्याचा उपयोग होऊ शकतो. मैला वाळवून इंधन म्हणून जाळता येऊ शकतो.

अवसादन टाकीमधील वरील पाण्यावर विविध मार्गांने प्रक्रिया करता येते. यापैकी एक म्हणजे हे विगालक तळ्यामध्ये स्थिरीकरणासाठी सोडणे. काहीवेळा प्रक्रिया न केलेले सांडपाणी व मैलासुद्धा स्थिरीकरणासाठी तळ्यामध्ये सोडतात. हे तळे काही मीटर खोल व त्याचे पृष्ठफळ अनेक एकर असते. तळ्यातील जीवाणू, शैवाल व वनस्पती या सांडपाण्याचे विघटन घडवून आणतात. (वनस्पती पाण्यात सोडत असलेल्या क्रियेत ऑक्सिजन असल्यामुळे ऑक्सिश्वसन करणारे जीवाणू सांडपाण्याचे विघटन घडवून आणतात)

सांडपाण्यावर प्रक्रिया



विगालक प्रक्रियेची दुसरी पद्धत म्हणजे सांडपाण्यात यंत्राच्या मदतीने किंवा पंख्याचा वापर करून ऑक्सिजन मिसळणे. यामुळे ऑक्सिश्वसन करणाऱ्या जीवाणूंचे काम वेगाने होते. मुंबईत वर्सोव्यानजीक याप्रकारची यंत्रणा उभारण्यात आली आहे. या प्रकारच्या यंत्रणेला भरपूर जागा लागते तसेच वीजेचीही आवश्यकता असते.

सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणाऱ्या काही यंत्रणांमध्ये दुय्यम अवसादन टाक्यांमध्ये मैला वेगळा करून उर्वरित पाणी पुन्हा ऑक्सिजन मिसळण्यासाठी पाठवले जाते. शेवटी फॉस्फेट वेगळे करून पाण्यातील इतर जीवाणू रासायनिक प्रक्रिया करून नष्ट केले जातात.

सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणाऱ्या यंत्रणांना मोठ्या प्रमाणात पाणी लागते. आज अनेक शहरांमध्ये ते उपलब्ध होत नाही. तरीदेखील भारतात काही मोजक्या ठिकाणी अशा यंत्रणा कार्यान्वित आहेत. नागपूरच्या राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी व संशोधन संस्थेने बनवलेल्या अशा यंत्रणा आहेत.

चालवा डोकं!

जर मलमूत्राचे विघटनच झाले नसते तर काय झाले असते?

शब्द शिका.

ज्या सांडपाण्यामध्ये मल आणि मूत्र असते त्याला **मैला** असे म्हणतात.

मैला वाहून नेणाऱ्या, जमिनीखालच्या नळ्यांना गटार म्हणतात. (कधीकधी गटारे उघडीसुद्धा असतात)

अतिशय सूक्ष्म कणांमध्ये तुकडे होणे म्हणजेच **विघटन** होय.

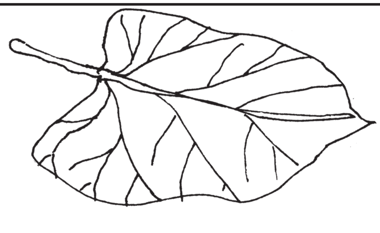
वस्तू कुजतात तेव्हा त्यांचे **विघटन** होते.

निरीक्षणावर आधारित प्रश्न

अभ्यास (८ तास + गृहपाठ; कृपु. पान १५७)

नावे सांगा आणि चित्रे काढा.

१. एक हिरवे पान



२. एक विघटित होणारे (कुजणारे) पान

प्रश्न तुमच्या आवडीचे! कृपु पान १५७

१. एखाद्या भाजीचा रस्सा किंवा त्यासारखा एखादा ओला अन्नपदार्थ उघडाच राहिला तर त्याला घाण वास यायला लागतो आणि कधीकधी त्यावर बुडबुडे सुद्धा दिसतात. सूक्ष्मजीवांबद्दल आतापर्यंत तुम्हाला असलेली माहिती आठवा आणि या घटनेमागची कारणे समजावून सांगा.

मुलांनी पुढील माहितीचा वापर करायला हवा (अ) सूक्ष्मजीव सर्वत्र असतात (आ) सूक्ष्मजीवांना जेथे पाणी, अन्न व ऊब मिळते तेथे ते वाढतात. (इ) सूक्ष्मजीव निर्माण करत असलेल्या वायुमुळे द्रवपदार्थात बुडबुडे येतात. (ई) यापैकी काही वायूंचा वास येतो.

२. लवकर खराब होणाऱ्या काही आणि खूप काळ टिकणाऱ्या काही अन्नपदार्थांची नावे सांगा.

हा प्रश्न प्रकरण ८ मधील 'दाखवा व सांगा' या कृतीशी संबंधित आहे. येथे केवळ अन्नपदार्थांची यादी करणे अपेक्षित आहे परंतु काही अन्नपदार्थ जास्त काळ का टिकतात याचा आपल्याला अंदाज करता येईल. बहुधा त्यांच्यात पाण्याचे प्रमाण कमी असते किंवा मीठ खूप असते. त्यामुळे त्यात सूक्ष्मजीव वाढू शकत नाहीत (प्रश्न ६ पाहा). काही तयार अन्नपदार्थात परीरक्षके असतात.

३. तुम्ही पीठ उघडं ठेवलं तर ते लवकर खराब होतं, डब्यात बंद करून ठेवलं तर ते जास्त दिवस टिकतं असं का होत असेल?

हवेत तरंगणारे सूक्ष्मजीव सहजपणे उघड्या अन्नात प्रवेश करतात. उघड्या अन्नाभोवती फिरणारे छोटे प्राणी त्यांच्याबरोबर इतर सूक्ष्मजीव व कीटकांची अंडी आणतात.

४. दूध खूप थंड करून ठेवलं तर ते लवकर खराब होत नाही. असं का होत असेल?

अनेक सूक्ष्मजीवांना वाढण्यासाठी ऊब लागते.

५. काही अन्नपदार्थ उन्हात वाळवून ठेवले तर खराब न होता काही महिने किंवा काही वर्षसुद्धा टिकू शकतात. असं का होत असेल?

विद्यार्थ्यांचा प्रतिसाद

सुकवलेला नारळ, आंबा व मासे हे ताज्या अन्नापेक्षा जास्त काळ टिकतात हे मुलांना माहीत होते. सूर्यकिरण सूक्ष्मजीवांचा नाश करतात. सूर्याच्या उष्णतेने सूक्ष्मजीवांना राहण्यासाठी व वाढण्यासाठी आवश्यक असलेल्या पाण्याची वाफ होते.

काही फळे वाळवून टिकविली जातात. आंबा, केळी, आवळा, बोरे, चिंच, फणस, द्राक्षे, अंजीर, खजूर, नारळ. काही भाज्याही वाळवून टिकविल्या जातात. टॉमेटो, भेंडी, कारले, मिरची, वाटाणे, बटाटे, कमळ काकडी, अनेक प्रकारचे मासे, शिंपले व मांस खारवून टिकवितात. धान्य व डाळींपासून पापड बनवितात व सुकवतात.

६. अन्नपदार्थ जास्त काळ टिकवून ठेवण्याचे काही मार्ग सांगा. अन्नधान्य, कडधान्ये, फळे, भाजीपाला, मासे आणि मांस वेगवेगळ्या प्रकारे टिकवून ठेवले जातात. काही उदाहरणे सांगा.

अनेक अन्नपदार्थ हे हंगामी स्वरूपाचे असतात वर्षातील ठरावीक काळ असणाऱ्या हंगामात मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध होणारे हे पदार्थ तेव्हा पुरुन उरतात. अन्नपदार्थ टिकविण्याचे काही मार्ग पुढे दिले आहेत - अन्न हवाबंद करणे, यामुळे सूक्ष्मजीव अन्नात प्रवेश करू शकत नाही, अन्न थंड जागी - फ्रीजमध्ये, पाण्यात, मातीच्या भांड्यातील ओल्या वाळूत - ठेवून सूक्ष्मजीवांची वाढ रोखणे, पाश्चरायझेशन क्रियेने सूक्ष्मजीवांना मारणे व नंतर अन्न टीनच्या, प्लॅस्टिकच्या किंवा टेट्रापॅक खोक्यात ठेवणे; गरम तेलात तळून सूक्ष्मजीवांचा नाश करणे; व्हीनेगार व मिठाच्या वापराने टिकविणे; साखरेच्या पाकात शिजवून किंवा सायट्रीक आम्ल वापरून - अशा सर्व स्थितीत सूक्ष्मजीव वाढू शकत नाहीत. तसेच वाळविण्यामुळे सूक्ष्मजीवांना वाढण्यासाठी आवश्यक असे पाणी मिळू शकत नाही. (वरील उदाहरणे पाहा)

सूचित कृती

लिंबू किंवा कैरीच्या फोडी करा. यातील अर्ध्या तुकड्यात मीठ घाला. मीठ घातलेल्या व न घातलेल्या फोडी काचेच्या बरणीत स्वतंत्रपणे भरून त्या अनेक दिवस उन्हात ठेवा. मीठ न घातलेल्या फोडी मीठ घातलेल्या फोडींपेक्षा लवकर खराब होतात.

७. खालीलपैकी कशाचे विघटन लवकर होईल?

अ. पाव की लाकूड

आ. वाळलेला पाव की ओलसर पाव

इ. उबदार ठिकाणी ठेवलेला पाव की थंड ठिकाणी ठेवलेला पाव

ई. पावसाळ्यात टाकलेलं केळ्याचं साल की उन्हाळ्यात कोरडं हवामान असताना टाकलेलं साल

प्रश्न तुमच्या आवडीचे १ मधील यादी केलेले घटक पाहा.

निरीक्षण आणि
भाषेवर आधारित स्वाध्याय

वर्गातील चर्चा (कृपु पान १५८)

१. अन्नपदार्थाच्या कचऱ्याशिवाय तुमच्या कचराकुंडीमध्ये कुठल्या प्रकारचा कचरा टाकला जातो? यातील कोणत्या वस्तूंचं विघटन सूक्ष्मजीव करू शकणार नाहीत? मग अशा कचऱ्याचं तुम्ही काय कराल?

२. कचरा इकडेतिकडे टाकणे धोकादायक का असते? पुष्कळ घरांमधून तयार झालेल्या कचऱ्याचं काय करता येईल?

अनेक प्रकारचे प्लॅस्टिक, पीव्हीसी व नायलॉन हे सूक्ष्मजीवांना खाता येत नाहीत. रसायने किंवा उष्णता यामुळे या पदार्थांचे विघटन होऊ शकते. काही पेट्रोलियम पदार्थांचे अनेक वर्षांनंतर सूक्ष्मजैविक विघटन होऊ शकते. पातळ प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांचे शेकडो वर्षांनंतर नैसर्गिक विघटन होते तर जाड्या प्लॅस्टिकचे विघटन होण्यासाठी हजारो वर्षे लागतात. मधल्या काळात कचऱ्यातील हे पदार्थ असंख्य समस्या उभ्या करतात - गुरे, मासे, सील यांनी खाल्यास पचनमार्गात अडथळा निर्माण होऊन त्यांचा मृत्यु होऊ शकतो. प्लॅस्टिकच्या पिशवीत रसायने, रंगद्रव्ये असल्यास ती मातीत मिसळतात यामुळे प्राणी व वनस्पतींना विषबाधा होऊ शकते. यामुळे या पदार्थांचा वापर कमीत कमी करणे हाच उत्तम मार्ग आहे. उदा. बाजारात जाताना कापडी पिशवी बरोबर नेणे, प्लॅस्टिकचे व थर्माकॉलचे कप, ताटल्या न वापरणे, ओल्या कचऱ्यातून प्लॅस्टिक, काच, धातू, कागद हे सर्व वेगवेगळे करणे इ.

वर्गातील अनुभव

रद्दी कागद, बाटल्या डबे जमा करीत घराभोवतीच्या गल्ल्यांतून फिरणारा रद्दीवाला किंवा भंगारवाला मुलांना माहीत होता. काही भागात काच, कागद, प्लॅस्टिक वेगवेगळे टाकण्यासाठी वेगवेगळे डबे दिले जातात. काच, कागद व प्लॅस्टिक यांच्या उत्पादनात त्यांचाच पुनर्वापर होतो हे मुलांना माहीत होते.

विचारा आणि शोधून काढा. (कृपु. पान १५९)

१. कचऱ्यापासून खत तयार करायला गांडूळे कशी मदत करतात?

चौथ्या प्रकरणात वनस्पतीजन्य कचरा जाळणे का इष्ट नाही यावर आपण चर्चा केली आहे. कंपोस्ट खड्डा बनविणे हा वनस्पतीजन्य व प्राणीजन्य कचऱ्याच्या विल्हेवाटीचा उत्तम मार्ग आहे.

असा हिरवा कचरा व प्राण्यांचे शेण खड्ड्यात टाकतात. त्यावर वाळलेली पाने, माती व राख यांचे एकावर एक भर टाकतात आणि हा पूर्ण खड्डा ओला राहील असे पाहिले जाते. काही महिन्यांनी अत्यंत सुपीक खत तेथे तयार होते. गांडूळांमुळे ही प्रक्रिया वेगवान बनते. याप्रकाराने गांडूळे वाढविण्याच्या क्रियेला 'गांडूळशेती' म्हणतात.

२. तुमच्या गावाची, शहराची, महानगराची लोकसंख्या किती आहे? एवढे लोक एका दिवसात किती कचरा तयार करत असतील? या सर्व कचऱ्याचं काय होतं?

अनेकदा कचरा जमीन भरावाच्या ठिकाणी टाकला जातो. खर म्हणजे त्यापूर्वी त्यातील विषारी पदार्थ अलग करून व तो कचरा दाबून त्याचं आकारमान कमी करायला हवं. त्यानंतर कचऱ्यावर मातीचा थर घालावा. जमीन भरावाची अशी ठिकाणे विहीरी, तळी, ओढे, नद्या अशा पाण्याच्या उद्‌गमापासून दूर असावीत. कचरा भट्टीतही जाळता येतो. परंतु अशा वेळी विषारी वाफा तयार होतील त्याची बिनविषारी पदार्थात रुपांतर करायची काळजी घ्यावी लागेल.

३. तुमच्या गावातील, शहरातील, महानगरातील मैल्याचं काय केलं जातं?

४. इस्पितळे, कारखाने, छोटे उद्योग यांमधून निर्माण होणारा कचरा जास्त धोकादायक असतो. तुम्ही राहता त्या भागात अशी ठिकाणे आहेत का? असतील तर त्यांच्या कचऱ्याचं काय करतात?

सरकारने विशेष प्रकारच्या टाकाऊ पदार्थांच्या विल्हेवाटीसाठी काही नियम बनविले आहेत. उदा. जैव वैद्यकीय कचरा, औद्योगिक सांडपाणी, अणुविद्युत केंद्रातील राख इ. यापैकी काहींचा पुनर्वापर शक्य आहे तर उरलेल्यांची पर्यावरणावर कमीत कमी घातक परिणाम होईल अशा प्रकारे त्यांची विल्हेवाट लावावी लागते. या सर्व ठिकाणाहून निघणारा कचरा व सांडपाणी हे घरगुती सांडपाणी व कचरा याबरोबर कधीही एकत्र करू नये.

बघा आणि सांगा!

१. तुमच्या परिसराचं निरीक्षण करा. त्या भागात कचऱ्याच्या किंवा मैला वाहून नेण्याच्या काही समस्या असतील तर त्या वर्गात सांगा.

विचारा प्रश्न! (कृपु. पान १५९)

१. आपण निर्माण करतो त्या कचऱ्याबद्दल, आणि त्या कचऱ्याचं आपण काय करू शकतो, याबद्दल प्रश्न विचारा.

अजब खजिना!!!

पृथ्वीवरील सर्व सजीवांच्या संख्येपेक्षा सूक्ष्मजीवांची संख्या कितीतरी जास्त आहे.

काही प्रकारचे सूक्ष्मजीव अन्न आंबवायला मदत करतात जसे, दही, इडली, ढोकळा, भटुरा, ब्रेड, इत्यादी.

या अन्नातील साखरेचे विघटन हे सूक्ष्मजीव करतात आणि त्यातून कार्बन-डाय-ऑक्साईड यांसारखे वायू बाहेर टाकले जातात.

दही हे दुधाचे अंशतः विघटीत असे रूप असल्याने ते दुधापेक्षा पचायला हलके असते. आंबवलेले पदार्थ खाण्यायोग्य होण्यासाठी ती क्रिया योग्य सूक्ष्मजीवांच्या सहाय्याने घडवून आणावी लागते. जर तसे झाले नाही तर अन्न खराब झाले असे आपण म्हणतो. (पाहा कृती ३)

प्राथमिक विज्ञान शिक्षणाचा होमी भाभा अभ्यासक्रम वापरणाऱ्या शाळा

इंग्रजी माध्यम (Small Science)-

विवेक हायस्कूल, चंदिगड; जीईएआर फाऊंडेशनची मिरांडा स्कूल, बंगलोर; कृष्णमूर्ती फाऊंडेशनची सह्याद्री स्कूल, पुणे; ए.के.जोशी इंग्लिश मिडीयम स्कूल, ठाणे; आनंदनिकेतन स्कूल, अहमदाबाद; दिल्ली पब्लिक स्कूल, राजकोट; कोंगु कालवी निलायम मॅट्रिक सेकन्डरी स्कूल, तामीळनाडू; मयूर स्कूल, राजस्थान; राजमाता कृष्णकुमारी गर्ल्स पब्लिक स्कूल, राजस्थान; ऋषि व्हॅली स्कूल, आंध्रा प्रदेश; साईकृपा, उत्तर प्रदेश; सांदिपानी स्कूल, नागपुर; संस्कृती स्कूल, अजमेर; शिक्षांतर स्कूल, हरयाणा; शिशुवन स्कूल, मुबंई; द सन स्कूल, आंध्रा प्रदेश; सत्य पब्लिक स्कूल, काकीनाडा; हेरिटेज स्कूल, नवी दिल्ली; क्रिस्टल हाउस इंडिया, बंगलोर.

मराठी माध्यम (हलके फुलके विज्ञान)-

आनंदनिकेतन शाळा, नाशिक; कमला निंबकर बालभवन, फलटण; ग्राममंगल, ऐना ठाणे जिल्हा, महाराष्ट्र;अक्षरनंदन, पुणे; चेतना-विकास, वर्धा.

हिंदी माध्यम (हलका फुलका विज्ञान)-

मध्यप्रदेशात एकलव्य तर्फे वितरण

अतिरिक्त वाचन

घटक १ - आकाश आणि हवामान

कामाक्षी बालसुब्रमण्यम् : वेटिंग फॉर द रेन, नॅशनल बुक ट्रस्ट, नवी दिल्ली, १९९० (लहान मुलांसाठी)

पी. के. दास : द मान्सून, नॅशनल बुक ट्रस्ट, नवी दिल्ली, १९६८

सुकन्या दत्ता : रेन रेन कम अगेन, नॅशनल इन्स्टिटयूट ऑफ सायन्स कम्युनिकेशन (सीएस्आयआस), नवी दिल्ली, १९९६

पी.ए. मेनन : अवर वेदर, नॅशनल बुक ट्रस्ट, नवी दिल्ली, १९८९

पी.ए. मेनन : वेज् ऑफ अवर वेदर, नॅशनल बुक ट्रस्ट, नवी दिल्ली, १९८९

ओ.जी. सुटन : दी चॅलंज ऑफ ॲटमॉस्पीअड, हार्पर मॉडर्न सायन्स सीरीज, एड. जेम्स. आड. न्यूमन, हार्पर ॲन्ड ब्रदर्स, न्युयॉर्क, १९६१
दीपक खेमानी : साईन्स ऑफ दी झाडिॲक, भारत ज्ञान-विज्ञान समिती, नवी दिल्ली, १९९५
जी.पी. परांजपे : आकाश दर्शन ॲटलास, राष्ट्रीय शिक्षण अनुसंधान व प्रशिक्षण संस्था, १९७८ (मुळ प्रकाशन मराठीतून)
दिलीप एम्. साळवी : मि. सन्. टेक्स् अ हॉलिडे (मीट दी फोर एलिमेंटस् सीरीज) (अदर इंडिया बुक स्टोअर मध्ये उपलब्ध), १९९४ (वयोगट ५-८ साठी)

घटक २ - हवा

सुनील बी. आठवले : विंड एनर्जी, नॅशनल बुक ट्रस्ट, १९९४
सी.बी. बॉईज : सोप बबल्स, देअंड कलर्स अँड दी फोर्सेस विच मोल्ड देम,डोव्हर पब्लिकेशन्स इन्कॉर्पोरेशन, न्युयॉर्क, १९५९
राजीव वर्तक साबणाचे फुगे, मराठी विज्ञान परिषद १९९१
सुदर्शन खन्ना हद जॉय ऑफ मेकिंग इंडियन टॉइज, नॅशनल बुक ट्रस्ट १९९३.
सुदर्शन खन्ना, गीता वुल्फ आणि अनुष्का रविशंकर : टॉईज, नॅशनल ॲन्ड टेल्स विथ एव्हरीडे मटेरिअल्स, टाटा पब्लिशिंग आणि एन्.आय.डी, १९९९
बी.सी. देवा - म्युझिकल इन्स्ट्र्युमेंट, नॅशनल बुक ट्रस्ट, भारत, १९९३.
सी.पी.आर. एन्व्हायरमेंटल एज्युकेशन सेंटर : ॲटमॉस्पीअरीक पोल्युशन, सेटर फॉर दी सी.पी. रामस्वामी अय्यर फाऊंडेशन, चेन्नाई - ६०००१८.
मीरा रघुनाथन् आणि ममता पंड्या : पझलींग आऊट पोल्युशन सेंटर फॉर एन्हायरमेंट एज्युकेशन, फॉर आऊट पोल्युशन, सेंटर फॉर एनव्हायरमेंट एज्युकेशन, फॉर साऊथ एशिया, कॉ-ऑपरेटिव्ह एनव्हायरमेंट प्रोग्रॅम, १९९४.
दिलीप साळवी : मॅडम एअर वॉटस् अ चेंज (मीट दी फोर एलिमेंटस् सीरिज) (अदर इंड्या बुक स्टोअर मध्ये उपलब्ध), १९९४ (वयोगट ५-८ साठी)

घटक ३ - पाणी

अनिल अगरवाल आणि सुनीता नदैन (संपादन) - डाईंग विस्डम् - दी राईझ, फॉल अँड सिस्टीम, स्टेट ऑफ इंडियाज ट्रॅडिशनल वॉटर हार्वेस्टींग सिस्टीम, स्टेट ऑफ इंडियाज एनव्हायरमेंट - ए सिटिझन्स रिपोर्ट, सेंटर फॉर सायन्स अँड एनव्हायरमेंट, नवी दिल्ली, १९९१.

अ.पां. देशपांडे (संपादन) : पाणी प्रश्न आणि उपाय, मराठी विज्ञान परिषद, मुंबई, १९९८.

दिलीप एम्. साळवी : मि. सन्. टेक्स् अ हॉलिडे (मीट दी फोर एलिमेंटस् सीरीज) (अदर इंडिङ्ग बुक स्टोअर मध्क्के उपलब्ध), १९९४ (वयोगट ५-८ साठी)

लिला मजुमदार : दी स्टोरी ऑफ अवर रिव्हर्स (भाग १ - रिव्हर्स ऑफ नॉर्थ इंडिया), नेहरु बाल पुस्तकालय, नॅशनल बुक ट्रसट, १९७०.

ए.एल. वल्लीयप्पा - दी स्टोरी ऑफ अवर रिव्हर्स (भाग २ - रिव्हर्स ऑफ साऊथ इंडिया) नेहरु बाल पुस्तकालय, नॅशनल बुक ट्रस्ट, १९७३.

रवी परांजपे - ए स्टोरी अबाऊट वॉटर, नॅशनल बुक ट्रस्ट, दिल्ली, १९९२ (लहान मुलांसाठी)

राम : वॉटर, नॅशनल बुक ट्रस्ट, भारत, १९८७.

राम : अवर वॉटर रिसोर्सेस - नॅशनल बुक ट्रस्ट, भारत, १९९४, एच्.एम्. रघुनाथ : ग्राऊंड वॉटर, विली ईस्टर्न निमिटेट, नवी दिल्ली, १९८२.

दिलीप साळवी : ईन सर्च ऑफ वॉटर (मीट द फोर एलिमेंटस्) (अदर इंडिया बुक स्टोअरमध्ये उपलब्ध) १९९४ (वयोगट ५-८ साठी)

ब्रिज गोपाल (संकलन) : हॅन्डबुक ऑफ वेटलँड मॅनेजमेंट, वेटलँड डिव्हिजन, डब्ल्यु.डब्ल्यु.एफ फॉर नेचर, भारत, १९९५.

सीईईठ गट : कॉन्झर्व्हींग अवर वॉटर रिसोर्सेस - पाचवी ते आठवीच्या शिक्षकांसाठी पर्यावरणीय शिक्षणासाठीच्या कृतींची हस्तपुस्तिका, पर्यावरणीय शिक्षणासाठीच्या कृतींची हस्तपुस्तिका, पर्यावरण शिक्षण केंद्र - नेहरु फाऊंडेशन फॉर डेव्हलपमेंअ, अहमदाबाद, १९८८.

फैझल अल्काझी (जयश्री ओझा, प्रीती जैन आणि कौशल्या रामदास बरोबर) : नैनाज्, व्हिलेज, विज्ञान व पर्यावरण केंद्र, नवी दिल्ली, १९९२.
कौशल्यत रामदास (फैझल अल्काझी आणि मार्था फॅरेल बरोबर) : विदीन दि वेल, विज्ञान व पर्यावरण केंद्र, नवी दिल्ली, १९९३.
सी.ई.ई. आणि विक्रम साराभाई कम्युनिटी सायन्स सेंटर तखघडअढ आणि दर्पन ॲकेडमी फॉर परफॉर्मिंग आर्टस्, राष्ट्रीय शिक्षण अनसंधान आणि प्रशिक्षण केंद्र:- जॉय ऑफ लर्निंग, पर्यावरण शिक्षण कृतींची हस्तपुस्तिका इयत्ता ३ री ते ५ वी, सीईई १९८६.
ममता पंड्या आणि मीना रखुनाथन: ओशन ऑम्निबस, पर्यावरण शिक्षण केंद्र १९९६.
मीना रखुनाथन आणि ममता पंड्या: फॉरेस्ट टेल्स्, पर्यावरण शिक्षण केंद्र आणि दक्षिण आशिया संयुक्त पर्यावरण कार्यक्रम, १९९४.

घटक ४ - अन्न

एन्. शकुंतला मनाई आणि एम् शडाक्षरस्वामी: फूडस्, फॅक्ट्स् अँड प्रिन्सिपल्स्, न्यू अेज इंटरनॅशनल पब्लिशर्स, १९८७.
बिश्वजित चौधरी: भाज्या, एन्.बी.टी. नवी दिल्ली, नववी आवृत्ती, १९९६.
के.टी. अचया - युवर फूड अँड यू, एन्बीटी नवी दिल्ली, १९९५.
के.टी. अचया - एव्हरी डे इंडियन प्रोसेस्ड् फूड, एन्.बी.टी., नवी दिल्ली, १९८४.
मासानोबु फुकुओका - वन् स्ट्रॉ रेव्होल्युशन (एका काडातून क्रांती)
रोनाल्ड प्रेस, १९७८, दी अदर इंडिया बुक स्टोअर, १९९७.
(मराठी, इंग्रजी आणि हिंदी आवृत्ती प्रकाशित. रंजक पद्धतीने, प्रेरणादायी ठरणारी अशी सेंद्रीय शेतीची ओळख करुन देणारे पुस्तक. फुकुओकांच्या - दी नॅचरल वे ऑफ फार्मिंग.

दी थेअरी अँड प्रॅक्टीस ऑफ ग्रीन फिलॉसॉफी, ओबीआय एस् १९९३) या दुसऱ्या पुस्तकात जास्त सविस्तर माहिती मिळते.
ओंकार कृष्णन आणि अंजली घोषाल: राईस, अ सर्व्हे ऑफ लिटरेचर अँड नवज्ञाज फिल्ड एक्सपिरिअन्स ईन ट्रॅडिशनल राईस कल्टीव्हेशन.
नवज्ञा अँ ड दी रिसर्च फाऊंडेशन फॉर सायन्स, टेक्नॉलॉजी अँड नॅचरल रिसोर्स पॉलिसी, १९९५.
बिंदश्वर पाठक - सुलभ शौचालय (हँड क्लश वॉटरसील लॅटरिन)
अ सिंपल आयडिया दॅट वर्कड्, सुलभ इंटरनॅशनल, गांधी मैदान, पटना, ८०० ००१, सहावी आवृत्ती, १९८७.

विज्ञान साहित्य प्रकाशित आणि वितरित करणाऱ्या काही संस्थांचे पत्ते -

नॅशनल बुक ट्रस्ट (एन्‌बीटी) ए-५, ग्रीन पार्क, नवी दिल्ली - ११००१६.
दी चिल्डेन्स बुक ट्रस्ट (सीबीटी), ४ नेहरु हाऊस, बहादूरशाह जफर मार्ग, नवी दिल्ली - ११००१६.
राष्ट्रीय शिक्षण अनुसंधान व प्रशिक्षण केंद्र, श्री अरविंदो मार्ग, नवी दिल्ली - ११००१६.
रुपा आणि कं. माखनलाल स्ट्रीट, अन्सारी रोड, दर्यागंज, नवी दिल्ली - ११०००२.
सेंटर फॉर एनव्हायरमेंट एज्युकेशन (सीईई), नेहरु फाऊंडेशन फॉर डेव्हलपमेंट, थायतेज टेकडा, अहमदाबाद.
दी अदर इंडिया बुक स्टोअर (ओआयबीएस), मापुसा क्लिनिकच्या वर, मापुसा, गोवा - ४०३५०७. ई-मेल - oib@goatelecom.com
दी रिसर्च फाऊंडेशन फॉर सायन्स, टेक्नॉलॉजी आणि नैसर्गिक संसाधने धोरण, ए-६० हौझखास, नवी दिल्ली - ११००१६.
सी.पी.आर., एनव्हायरमेंटल एज्युकेशन सेंटर, दि सी.पी. रामस्वामी अय्यर फाऊंडेशन, एल्मास रोड, मद्रास - ६०००१८.
साऊथ एशिया को-ऑप एनव्हायर्नमेंट प्रोग्रॅम (एसएसीईपी), ८४ लॉरेन्स रोड, कोलंबो ४, श्रीलंका.

सूची

अवजारे
- शेतीसाठी २६७-२७१, २७९
- वर्गासाठी २६, ८२, १५६, २५१

अन्न २४७-३४१
- प्राणी २५५-२५८
- शिजवणे ३१३
- पचन २९१-३१३
- सणवार २८१
- वर्ज्य २८३
- खेळ २८४
- कुटूंबाची गरज २८८
- वनस्पती २५३-२५५, २८३
- ऋतूमानानुसार ४८-४९
- तुटवडा २८१-२८२
- शरीरातंर्गत रुपांतर २९२, २९८, ३००, ३०५-३०६, ३०९
- निरुपयोगी पदार्थ ३१४-३१७
- पाणी २८०

अन्नपचन २९१-३१३
- इतर प्राण्यांमधील ३०६-३०८
- ब्युमाँरची निरीक्षणे २९९
- निर्माण झालेले वायू ३१०, ३२६
- अवयव २९४-२९७
- विद्यार्थी कृती (प्रतिकृती) ३००-३०५
- विद्यार्थ्यांच्या कल्पना २९२-२९३, ३०९
- अन्नाचे रुपांतर २९२, २९६-२९८, ३००, ३०५-३०६, ३०९
- कालावधी २९५-३११

अतिसाराचे आजार २०८-२०९, २३१, ३२६, ३२७

अमिबा २०७, २०८

आकारमान १९०
- धान्याचे २७४-२७५
- कचऱ्याचे ३१५-३१६
- पावसाचे ४०-४३, ५७-६२
- पाणी २२५-२२७

आकाश
- चंद्र ६८-६९, ७४-७६, ७८
- निरीक्षणे ३७-४०, ६८-७३
- सूर्य ६४-६७, ६९, ७७, ७८

आजार
- हवेमार्फत पसरणारे १३९-१४२
- पाण्यामार्फत पसरणारे २०७-२०९, २३१, २३३, ३२६-३२७
- तंबाखुमुळे येणारे १३४-१३५

आर्द्रता ४३, १७३

आंबविणे १५०

आरोग्य १३४-१३५, १३८-१४२, २२८-२३४, ३२०-३२५

आलेख २४३

ध्वनी ८६-८७, १०४-१११, ११८-११९

इंद्रधनुष्य ४७

ई-कोली जीवाणू २०७, २०९
उडणे ९७-९९
ओली ताखालची जमीन २०९-२११, २१९
कचरा
धोके ३१७-३२०, ३२३-३२४, ३३९, ३४०
सुरक्षित विल्हेवाट २०-१२१, १४६-१४७, ३१५-३१६, ३३९, ३४०
विद्यार्थी कृती ३१४-३२१
कमळ २११
कापणी
पीके २६५-३१४
पाणी (बघा पाण्याचे संवर्धन)
केषाकर्षण १६८-१७०
कविता आणि गाणी
हायकू २७-२८
शेतीवर २५९-२६०
हवेवर ८३, ११८
ऋतूंवर ५४
आकाशावर ७३-७४
पाणी आणि जीवन १९३
कीटक १९२-१९३, २०३-२०४, २११, २३१, २३३
कीटकनाशके २६७
कुजणे आणि गांडूळखते १३०, ३३९-३४०
कूपनलिका २३८
केळी २५४, ३१६, ३२०-३२१
कौशल्ये, मुलभूत २-३
कॉलऱ्याचे जीवाणू २०७, २०९
कृती ७-९
कृतीपुस्तक, वापर १४-२१
खते (fertilizers) २६७, २८५-२८६
खत (Manure) २६०, २८५
खारफुटी २१९
खेळ ६८, ९२, ९९, ११७, १८४, २८४
खंड्या २१०
ग्रह ७०, ७७
गांडूळ
पावसाळ्यात १९३
गांडूळखत ३३९
गाळणे २३०, २३७, २४२
घनता १९०
चक्रीवादळे ६३
चंद्र सण ७३-७५
कला ६८, ७५-७६
उदय आणि अस्त ६८-६९
आकार ७८
विद्यार्थ्यांच्या कल्पना ६९
चित्रे ५, ९-१०, १५, ३९, २७२-२७३
जलशुद्धीकरण २२९-२३२
जमिनीतील पाणी २४४-२४५
जमिनीतील पोतक द्रव्ये २८५-२८६
जिज्ञासा २
जीवाणू २०७-२०९
ज्वलन १३१-१३५, १४६, १४९, १५१
झिंगे २०९
टिकाऊ पदार्थ

  विल्हेवाट ३३०-३३६
  अन्न ३१४-३१७
  टेट्रापॅक १६१-१६२
  टोळ २११-२१२
डास १२, २११, २३१, २३३
ढग
  निरीक्षण ३८-४०
  तयार होणे ४४-४५
तलाव २४०
तंबाखू ओढणे १३४-१३५
तरंगणे व बुडणे १६४-१६६, १८४, १८८
तारे ७०-७२, ७६
तारापुंज ७०-७२, ७६
तापमान ३१-३४, ४९-५०
तांदूळ पॉलिश करणे २५६-२६६
दिनदर्शिका, हवामान २९-३०, ४८
दुष्काळ ४६, ५२, २४१
द्रवरुप प्रेट्रोलिअम वायू १५१
दृष्टीक्षेप २४-२६, ८०-८२, १५४-१५६
नद्या २४०, २४४-२४५
नांगरणी २६०, २६९-२७०, २८०, २८२
निवळणे २२९, २३७
पचनक्रियेवर २९४-२९७
पंप ८८, ११५, २३८
प्रदूषण
    हवेचे १२९-१५१
    पाण्याचे २२८-२२९, २३१-२३२, २६७, ३३२-३३३
    तंबाखु १३४-१३५
प्रश्न विचारणे २, १०-१२
पाऊस (बघा मोसमी पाऊस) ४०, ४४, ५०, १७८, १८०, २२०-२२२
  चित्रे ४६
  मोजणी ४०-४३, ५७-६२
  जलसंधारण २३३-२३४, २३५
पाणी
  क्रियादर्शक शब्द १८८-१८९
  शेतीसाठी २२४-२२५, २२७
  प्राणी २०४, २०९-२१०, २१५, २१७-२१९
  प्राण्यांच्या शरीरातील २००-२०१, २१६-२१७
  बचत २३२-२३४, २३६, २४५
  चक्र १७८, १८१, १९१
  पसरणारे आजार २०७-२०९, २३१, २३३, ३२६-३२७
  ख्यायोग्य वनस्पती आणि प्राणी २८०
  सण १८९
  उताराकडे वाहणारे १५७, १५९, १८२-१८३, १८६
  अन्नातील १९६
  घरगुती वापर २२३-२२४, २२७-२२८, २३६-२३७
  आणि जीवन १९२-२१९
  सूक्ष्मजीव २०७-२०९
  वनस्पती २०५-२०६, २१०-२११
  वनस्पतींमधील पाणी १९४-१९९, २१३, २१५-२१७
  प्रदूषण २२८-२२९, २३१-२३२, २६७, ३३२-३३३
  शुद्धीकरण २२९-२३२
  जलसंधारण २३३-२३४, २३५

बाष्पीभवन आणि संघनन १७१-१८१, १८५-१८६
बायोगॅस १३०, ३३४
बियाणे
विष्ठेतून बीजप्रसार ३१३
उडणे ९६-९७, १७३
मोड येणे २६२
बियांना मोडयेणे २६१-२६२, २७१-२७३
बुडणे आणि तरंगणे १६४-१६६, १८४, १८८
बेडूक १९३, २१०
ब्यमाँट, विल्यम २९९
भात
लागवड २५९-२७०
टरफल आणि कोंड्याचे उपयोग २५७, ३१५
भरडणे आणि पॉलिशिंग २६५, २६६
उकडणे २८९-२९०
हेक्टरी उत्पादन २५९
लावणी २६०, २६३
भाताची लावणी २६०, २६३
भात उकडणे २६५-२६६
भात दळणे २८९-२९०
भूक २८२
मळणी २६५
मानवी शरीर
पचन २१९-३१३
फुप्फुसे आणि श्वसन १२७-१२८, १२३-१३०
मासे
श्वसन २१८
खाणे २८०
अन्न २५८
मूर्त अनुभव ५
मूल्यांकन ६, १४-२१
मुल्यमापन ६, १४-२३
मूल्यमापनासाठी गुण योजना ६, १६-२३
मूल्ये (शालेय विज्ञानातील) ५
मैलावर प्रक्रिया ३२९-३३३
मोजमाप
अंतर ९९-१०१
सावलीची लांबी ६७
तापमान ३१-३४
श्वास धरुन ठेवण्याचा वेळ १२५-१२६
जळक्या काडीचा वास येण्यासाठी लागणारा
कालावधी १३१-१३२
सूर्योदय आणि सूर्यास्ताची वेळ ६४-६६
आकारमान १९०
धान्याचे आकारमान २७४-२७५
कचऱ्याचे आकारमान ३१५-३१६
पावसाचे आकारमान ४०-४३, ५७-६२
पाण्याचे आकारमान २२५-२२७
वाऱ्याची दिशा ३४-३७
मोसमी पाऊस २७, ६३, १५५
पीके ४५-४६
एकत्र येण्याचा (समागमाचा) काळ १९३
सजीवांचे निरीक्षण २०२-२०७
ल्युवेहॉक, अँटोनी व्हे न २०८
वस्तूस्थिती ४
वाफ बाहेर पडणे १९७, २२९

वाद्य १०८-११०
वारा
    चक्राकार फिरणारा ६३
    दिशा ३४-३७, १५१
    निरोक्षण ३४-३७, १५१
    गती ९४-९६
    प्रकार ५५, ५६-५७, ६३
    वातदिशादर्शक ३५-३७
    चाके ९३
    धान्य पाखडणे २६५
वाऱ्याची दिशा ३४-३७, ९४-९५
विष्ठा २९२, २९५, २९७, ३०६
    सूक्ष्मजीव ३२५-३२७
    विल्हेवाट ३२७-३३६
वायु १२१-१२५, ३१०, ३२६
वाळवंट
    प्राणी २११
    वनस्पती २१२, २१६
विघटन (कुजणे)
    बायोगॅस १३०, ३३४
    विष्ठा ३३३-३३६
    अन्न ३१६-३२५, ३३७-३३८
    पोषक द्रव्ये २८५, २२०, ३२९
    प्लास्टीक ३३९
    विद्यार्थी कृती १३०, ३१८-३२१
विरघळणारे पदार्थ १६७-१६८, १८४-१८७
विहिरी २३८, २४६
वेळ / कालावधी
    अध्यापनासाठी अंदाजे वेळ १३, २६, ८२, १५६, २५०
    पचनासाठी ३१०-३१२
    श्वास धरुन ठेवण्यासाठी १२५-१२६
    जळक्या काडीचा वास येण्यासाठी १३१-१३२
    सूर्यादयआणि सूर्यास्ताची वेळ ६४-६६
व्हेन आकृत्या
    प्राणी २५६
    वाद्ये १०८-१०९
    हवामान ६०-६२
शब्दकोडी ११७, ३१२
श्वसन १२३-१३०, २१८-२१९
शिजवणे ३१३
शेती
    कीड २६३, २७६-२७७
    समस्या २६७
    विद्यार्थी कृती २७०-२७३
    अवजारे २६७-२६८, २७९
    पाणी २२४-२२५, २२७
शेतपातळी २६१
शेतीतील कीड २६३, २७६-२७७, २८६-२८७
शैक्षणिक तत्वज्ञान २-६
शैवाल १२०६-२०८, २१०
शौचालये ३३०-३३६
षटकोन १६२-१६३
संघनन १७२-१८१, १८५
सण
    चंद्रकला ७३-७५
    पाणी १८९

संडास (प्रकार) ३२७-३३३
संगीत १०५-११२
समुद्र (महासागर) १७८, २४४
सारस २१०
सावल्या ६७-६८, ७६-७७
सूय
    उदय आणि अस्त ६४-६६, ६९, ७७
    आकार ७८
समुद्री तण २१०
सूक्ष्मजीव
        हवेतील १३८-१४२
        संकल्पनात्मक अडचणी १४०-१४१, ३२३, ३२५
        विष्ठेतील ३२५-३२७
        आंबवण्याची क्रिया ३४१
        अन्नातील ३१७-३२५
        गवत चाणाऱ्या प्राण्यांमधील पचनक्रिया ३१४
        गुणनक्रिया ३२१-३२४
        ल्युवेनहॉकची निरीक्षणे २०८
        पाण्यातील २७०-२०९, २३०-२३२
  पाण्यातील गरज २०८-३१९
सॅलमोनिला जीवाणू २०७, २०९
स्टॅफिलोकोकस जीवाणू २०७, २०९
स्वाध्याय
    रचना आणि अभियांत्रिकी ३, ८
    भाषा विकास ३, ११-१२, १८
    निरीक्षणाधारित ९-१०, १६
    संख्यात्मक विचार पद्धती ३, १२,१८
हलके फुलके विज्ञान इयत्ता तिसरी १
हवा ८३-१५१
    फुगे १०२-१०३, ११२
    दाब ८८-९१
    सगळीकडे ८४-८८, ११४-११५
    वायुनी बनलेली १२१-१२५
    आवाज ८६-८७, १०४-१११, ११८-११९
    सूक्ष्मजीव १३८-१४२
    रेणू ९४-९५, १२१
    हलवते आणि ढकलते ९१-१०२
    प्रदूषण १२९-१५१
हवेवरील दाब ८८-९१
हवेचे रेणू ९४-९५, १२१
हवेतून सहज उडत जाऊ शकणारे आकार ९५-१०२
हवामान
    दिनदर्शिका २९-३०, ४८
    ढग ३७-४०, ४३-४५
    पाऊस ४०-४४, ४६, ५०, ५७-६२
    तापमान ३१-३४
    वारा ३४-३७, ५६
क्षमता (बघा आकारमान)
क्षेत्रफळ (एकक) २८८-२८९
क्षेत्रभेट ९, २०२-२०३, २५९
ऋतू
    हवामानाची दिनदर्शिका २९-३०,४८
    अन्न ४८-४९