बृहन्मुंबई विज्ञान अध्यापक मंडळ, मुंबई

२०१/२०२, स्टारमनोर अपार्टमेंट, २रा मजला, भाऊ महाराज चिंदरकर मार्ग,
रूईया हॉलजवळ, मालाड (प.), मुंबई-४०० ०६४.
E-mail :balvaidnyanik@gmail.com ● Website : www.msta.in

कृती संशोधन प्रकल्प (इयत्ता - ९ वी)

माहिती पत्रक २०२५-२०२६

प्रस्तावना:

डॉ. होमी भाभा बालवैज्ञानिक स्पर्धा हा बृहन्मुंबई विज्ञान अध्यापक मंडळाचा एक अभिमानास्पद उपक्रम आहे. २०२५-२०२६ या वर्षी संपूर्ण महाराष्ट्रातून १,०४,०८५ विद्यार्थ्यांनी या स्पर्धेमध्ये भाग घेतला.

ही स्पर्धा लेखी, प्रात्यक्षिक, कृती संशोधन अहवाल आणि मुलाखत अशा चार टप्प्यांमध्ये घेतली जाते.

कृती संशोधन:

आपल्या सभोवतालच्या समस्येचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करून समस्येविषयी मार्गदर्शन करणे, सुधारणा घडवून आणणे, परीक्षण करून समस्येबाबत काही कृती करणे वा निर्णय घेणे असा प्रयत्न म्हणजे कृती संशोधन होय. पुस्तकी ज्ञान व दैनंदिन जीवन यांची सांगड घालून संशोधनपर छोटे प्रकल्प विद्यार्थ्यांनी कृतीसंशोधनासाठी निवडल्यास त्यांच्यामध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोन जोपासला जातो.

कृती संशोधनाची पध्दत :

कृती संशोधन वैज्ञानिक पध्दतीवर आधारित असते व त्याच्या पायऱ्या खालीलप्रमाणे असतात.

v परिसराचे बारकाईने निरीक्षण करणे. v त्यातून एक समस्या निवडणे.

v समस्येचे विश्लेषण करणे. v संबंधित माहिती मिळवणे.

v समस्येवर उपाय सुचविणे. v उपायांसंदर्भात प्रयोग करणे.

v प्रयोगावरून अनुमान काढणे. v समस्यानिर्मूलनासाठी उपाय निश्चित करणे.

टीप : शक्य असेल तेथे प्रयोग व उपाययोजनांची अंमलबजावणी करावी.

कृती संशोधनाचे महत्त्व:

कृती संशोधनाद्वारे वेगळ्या प्रकाराने शिक्षण घेण्याची एक खास संधी विद्यार्थ्यांना उपलब्ध होते. १) विद्यार्थ्यांना प्रायोगिक व प्रात्यक्षिक संशोधन पद्धतीशी अवगत करणे २) समस्या निराकरण कौशल्य विकसित करणे.

मार्गदर्शन:

कृती संशोधन करत असताना विद्यार्थ्याने तज्ज्ञांचे आणि शिक्षकांचे मार्गदर्शन घ्यावे व उपलब्ध असणाऱ्या प्रसारमाध्यमांचा योग्य तो उपयोग करून घ्यावा.

सुरूवातीस कृती संशोधन प्रकल्पासाठी एक लहानशी समस्या निवडावी. समस्यानिर्मूलन आपल्या आवाक्यातील आहे याची खात्री करून घ्यावी. चूक झाल्यास घाबरू नये कारण आपण आपल्या चुकांतूनही काही शिकत असतो.

कृती संशोधन समस्येचा शोध कुठे घ्याल ?

- v तुम्हाला भेडसावणारी एखादी समस्या / त्रुटी / अभाव
- v सभोवतालच्या निरीक्षणाद्वारे जाणवलेली समस्या / त्रुटी / अभाव
- v वाचनात आलेली समस्या / त्रुटी / अभाव
- v इतरांच्या संशोधनाद्वारे सिध्द झालेली समस्या / त्रुटी / अभाव
- v संशोधन प्रक्रियेत "समस्या" म्हणजे अभ्यासासाठी निवडलेला विषय. समस्या म्हणजे अडचण, त्रास असे नाही.

विचार शक्तीची जोपासना करण्यासाठी खालील शैक्षणिक तत्त्वांचे पालन करावे.

- v विद्यार्थ्यांनी स्वत: समस्येला सामोरे जावे.
- v समस्या हाताळण्याची पद्धती आत्मसात करावी. समस्या निराकरणाच्या पद्धतीची माहिती घ्यावी. समस्या निराकरण करण्यासाठी स्वावलंबी बनावे.
- v सकारात्मक दृष्टिकोन जोपासावा.

उद्दिष्ट्ये:

- v मुलांना पर्यावरण व त्याचे संरक्षण याविषयी संवेदनशील बनविणे व पर्यावरण-सहिष्णू जीवनशैली स्वीकारण्यास प्रवृत्त करणे.
- v ओळखीच्या अनुभवातून विज्ञानाची तत्वे शिकणे.
- v निरीक्षण, वर्गीकरण, अनुमान, रेखाटन इत्यादी मार्गांनी मनो-तांत्रिक कौशल्ये प्राप्त करणे.
- v चर्चा, संघटन, संकलन, प्रदर्शन, सादरीकरण यांमार्फत मानसिक प्रगल्भता विकसीत करणे.
- v विज्ञान, समाजिकज्ञान आणि पर्यावरण यांची योग्य सांगड घालणे.

प्रकल्पांचे प्रकार:

- v प्रयोगावर आधारित
- v निरीक्षण आणि मापनावर आधारित
- v सर्वेक्षणावर आधारित इत्यादी.

चांगल्या प्रकल्पाची लक्षणे:

- v विषयाची सुयोग्य समज व स्पष्ट मांडणी v कामाची गुणात्मक पातळी
- v कार्ययोजना v विषयाची विश्वासार्हता v समाज, पर्यावरण यावर होणारा प्रकल्पाचा परिणाम v प्रकल्पाची आखणी आणि माहितीचे विश्लेषण करताना दिसणारी

शोधकवृत्ती, सर्जनशीलता व नाविन्य. v समस्येवर सुचविलेल्या तोडग्याची उपयुक्तता व नाविन्य v उपाय कार्यान्वित होण्यासाठी केलेला पाठपुरावा v व्यवहार्यता

प्रकल्पाचा अहवाल:

अहवाल A -४ (८.५ इंच x ११.८ इंच) या आकाराच्या कागदावर सुवाच्य **स्वहस्ताक्षरात** कागदाच्या **एकाच** बाजूला लिहिणे आवश्यक आहे. ग्लिटर पेनचा वापर करू नये. प्रकल्पाचा अहवाल जास्तीत जास्त २० ते २५ पृष्ठांचा असावा.

पूर्वार्ध:

v **पृष्ठ १ : मुखपृष्ठ :** सर्वात वर प्रकल्पाचे शीर्षक ठळक अक्षरात लिहावे. त्याखाली विद्यार्थ्याचा परीक्षा क्रमांक आणि मुलाखतीचा दिनांक लिहावा. **विद्यार्थ्याचे नाव फक्त पान दोन वरील प्रमाणपत्रावर येईल. इतरत्र कुठेही येणार नाही.**

v मुखपृष्ठ अर्थपूर्ण परंतु साधे असावे.

v **पृष्ठ २ : प्रमाणपत्र :** कृती संशोधन विद्यार्थ्याने स्वत: केले असल्याचे शाळाप्रमुखांचे प्रमाणपत्र.

v **पृष्ठ ३ : कृतज्ञता:** व्यक्ती व संस्था यांच्याकडून मिळालेल्या मदतीबद्दल आभार.

v **पृष्ठ ४ : प्रकल्पाचा सारांश :** सुमारे ५०० शब्दांत प्रकल्पाचे सर्व पैलू सारांशरूपात परिणामकारक पद्धतीने मांडल्यास परीक्षकांकडून न्याय मिळण्यास मदत होईल.

v **पृष्ठ ५ : अनुक्रमणिका.**

उत्तरार्ध:

१) **प्रस्तावना :** प्रकल्पाचे शीर्षक सर्वात वर लिहावे. प्रकल्पाची उद्दिष्टे, कारणमीमांसा, आखणी व कार्यपद्धती यांची थोडक्यात माहिती देणे व थोडक्यात निष्कर्ष मांडणे.

२) **संशोधनाची गरज व महत्त्व :** ५० ते १०० शब्दात प्रकल्पाची निवड आणि सामाजिक संदर्भ यांची कारणमीमांसा करावी.

३) **उद्दिष्टचे :** जास्तीत जास्त २-३ सुस्पष्ट विधाने असावीत.

४) **गृहितके :** शक्यतेच्या स्वरूपात असावे. जर..... केले, तर मला..... मिळू शकेल.

५) **संशोधनाचे वेळापत्रक :** समस्या सोडविण्यासाठी आखण्यात आलेल्या योजनेची थोडक्यात माहिती.

६) **संशोधनपद्धती :** प्रकल्पाच्या कार्यपद्धतीचे तपशीलवार वर्णन. यांत वेळापत्रक, प्रयोग, मापनपद्धती, निरीक्षण, सर्वेक्षण (नमुन्याची निवड व प्रश्नावली) या सर्वांचा अंतर्भाव करावा.

७) **निरीक्षण :** लागू असल्यास निरीक्षणे / अंदाज / उपयोजकता.

८) **विश्लेषण :** गुणात्मक व संख्यात्मक

९) **निष्कर्ष :** विश्लेषणातून निघालेला निष्कर्ष, समस्येवरील उपाय आणि पुढील कामाविषयी सूचना.

१०) उपाययोजना : कार्यान्वित केलेल्या उपायांचा तपशील व दिसलेले परिणाम

११) संदर्भ : अकारविल्हेवारीप्रमाणे संदर्भाची मांडणी

क्रम : लेखक, पुस्तक/लेख/प्रकाशन, पृष्ठ क्रमांक, प्रकाशन क्रमांक, खंड, प्रकाशन, स्थान, प्रकाशनाचे वर्ष इ.

विद्यार्थ्यांना सूचित करण्यात येते की, त्यांनी त्यांच्या कृती संशोधन अहवालाची Scanned PDF प्रत पुढील E-mail address वर रविवार दिनांक 8 मार्च 2026 पर्यंत पाठवायची आहे.

email : dhbbvc@gmail.com

अहवालाचे परीक्षण:

अहवालाचे परीक्षण मुलाखतीच्या दिवशी होईल. दुसऱ्या फेरीतील निवडप्राप्त विद्यार्थ्यांनी प्रकल्प अहवालाच्या **दोन** प्रती आणावयाच्या आहेत. **एक मूळ प्रत आणि एक कृष्ण धवल (झेरॉक्स) प्रत.** झेरॉक्स प्रत ठेवून घेतली जाईल.

प्रत्येक विद्यार्थ्याला परीक्षकांबरोबर चर्चेसाठी अंदाजे पाच मिनिटांचा वेळ मिळेल. पैकी पहिल्या एका मिनिटामधे आपल्या प्रकल्पाचा आढावा सादर करून उर्वरित वेळेत प्रश्नोत्तरे होतील.

सूचना:

१) प्रकल्पाची माहिती देताना, उद्देश, निरीक्षणे, निष्कर्ष, उपाययोजना आणि महत्वाच्या वैशिष्ट्यावर भर द्यावा. शांतपणे आणि आत्मविश्वासपूर्ण सादरीकरण करावे. उत्तरे स्पष्ट असावीत.

२) येथे प्रकल्पाच्या प्रदर्शनाला वाव नाही. कोणताही तक्ता किंवा मॉडेल बरोबर आणू नये.

३) आवश्यक तेथे छायाचित्रांचा वापर अहवालात करावा.

४) प्रकल्प विषयाची माहिती करून देण्यासाठी प्रात्यक्षिक परीक्षेच्या वेळी विद्यार्थ्यांसाठी मार्गदर्शन आयोजित करण्यात येईल.

५) मुलाखत दोन टप्प्यात होईल हे विद्यार्थ्यांनी लक्षात घ्यावे. पहिल्या टप्प्यात विज्ञान विषयक मुलाखत आणि दुसऱ्या टप्प्यात फक्त प्रकल्प अहवालावर आधारित मुलाखत. दोन्ही टप्पे एकाच दिवशी असतील.

इयत्ता नववी

कृती संशोधन प्रकल्प विषय (२०२५- २६)

अक्षय ऊर्जास्तोतांच्या कार्यक्षमतांचे मूल्यांकन

प्रस्तावना :

हवामानाबदलाचा सामना करण्यासाठी व शाश्वत विकास साधण्याची तातडीची गरज निर्माण झाल्यामुळे जागतिक ऊर्जा प्रणालीमध्ये सध्या मूलभूत बदल घडून येताना दिसत आहेत. गेल्या शतकभरात पारंपरिक जीवाश्म इंधनांवर आधारित ऊर्जानिर्मितीचे वर्चस्व राहिले असले तरी यामुळे हरितगृह वायूंचे प्रचंड प्रमाणात उत्सर्जन होऊन जागतिक तापमानवाढीस चालना मिळाली आहे. या पर्यावरणीय संकटावर उपाय म्हणून सौर, वारा, जल, जैवइंधन, भूतापीय आणि हायड्रोजन यांसारख्या विविध अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानांचा वापर सुरू झाला आहे.

अक्षय उर्जा वापरात झपाट्याने वाढ होत असली, तरी आजही जागतिक पातळीवर बहुतांश वीजनिर्मिती जीवाश्म इंधनांद्वारेच केली जाते. सौर पॅनेल्स केवळ दिवसा सूर्यप्रकाशातच वीज निर्माण करू शकतात, पवन ऊर्जानिर्मितीसाठी लागणारी टर्बाईन फिरती राहण्याकरिता पुरेशा वेगाचा वारा लागतो आणि जलविद्युतसाठी प्रवाही पाण्याची गरज असते. अक्षय ऊर्जानिर्मिती तंत्रज्ञानांतील या त्रुटी, तसेच लागणारा भांडवली खर्च यांमुळे या प्रकारचे तंत्रज्ञान पारंपारिक ऊर्जानिर्मितीला सक्षम पर्याय ठरू शकण्यास मर्यादा आहेत.

या पार्श्वभूमीवर, जगभरातील संशोधक अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानाची कार्यक्षमता व विश्वासार्हता वाढविण्यासाठी सातत्याने संशोधन करीत आहेत. या संशोधनाचा भर विश्वसनीय, किफायतशीर आणि जागतिक मागणी पूर्ण करू शकेल असे तंत्रज्ञान विकसित करण्यावर आहे. या कृती संशोधनाचा मुख्य उद्देश हा पुढील मुद्द्यांवर आधारित अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञान विकसित करणे हा आहे.

१) विद्यमान अक्षय ऊर्जा प्रणालींमधील त्रुटी, अकार्यक्षमता व मर्यादा शोधणे.

२) त्या त्रुटींवर उपाय सुचविणे आणि प्रत्यक्ष सुधारणा मांडणे.

३) ऊर्जा प्रणालीचे सध्याचे स्वरूप लक्षात घेऊन विविध अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानांचा एकल किंवा एकत्रित विचार करून त्यांची कार्यक्षमता वाढविण्यासाठी किफायतशीर, कल्पक उपाययोजना सुचविणे.

४) विद्यमान प्रणालींचे चिकित्सक विश्लेषण करून वास्तविक परिस्थितीत कार्यक्षम ठरू शकतील अशा क्रांतिकारी कल्पना विकसित करण्यावर भर देऊन ठोस तंत्रज्ञानाची निर्मिती करणे.

अक्षय ऊर्जास्त्रोतांची पार्श्वभूमी :

अक्षय ऊर्जा म्हणजे नैसर्गिकरीत्या पुन्हा भरल्या जाणाऱ्या ऊर्जास्त्रोतांकडून मिळणारी ऊर्जा. यात सूर्यप्रकाश, वारा, पाणी, भूऔष्णिक ऊर्जा आणि बायोमास

यांचा समावेश होतो. ही ऊर्जा पारंपरिक ऊर्जास्त्रोतांपेक्षा पर्यावरणाला कमी हानिकारक आहे आणि ती सतत उपलब्ध असल्याने “अक्षय” किंवा “नूतनीकरणक्षम” म्हणून ओळखली जाते. पारंपरिक इंधनांपेक्षा यांचे कार्बन उत्सर्जन नगण्य असते.

प्रमुख अक्षय ऊर्जास्त्रोत खालीलप्रमाणे आहेत -

- **सौर ऊर्जा :** सूर्यप्रकाशाचा वापर करून फोटोव्होल्टिक सेल्स किंवा सौर थर्मल प्रणालीद्वारे वीज किंवा उष्णता निर्माण केली जाते.
- **पवन ऊर्जा :** Betz's Limit नुसार वाऱ्यातील एकूण ऊर्जेच्या केवळ 59% ऊर्जेचे रूपांतर सैद्धांतिकदृष्ट्या शक्य आहे.
- **भूतापीय ऊर्जा :** ही ऊर्जा उष्णता इंजिनांच्या थर्मोडायनॅमिक मर्यादांवर आधारित असते आणि ती मुख्यत: स्थानविशिष्ट स्त्रोतांवर अवलंबून असते.
- **सागरी ऊर्जा :** समुद्रातील भरती-ओहोटी, लाटाची क्रिया किंवा समुद्रातील तापमानातील फरक यांचा वापर करून ऊर्जा निर्माण केली जाते.
- सौर ऊर्जा रात्री उपलब्ध नसते आणि ढगाळ हवामानात ती क्षीण होते.
- वाऱ्याची गती स्थळ व काळानुसार बदलते.

अक्षय ऊर्जास्त्रोतांची एक मुख्य मर्यादा म्हणजे त्यांची अनियमितता आणि विस्कळीतपणा. यामुळे ऊर्जापुरवठा सतत आणि स्थिर ठेवण्यासाठी ऊर्जासाठवण प्रणाली (storage systems), तसेच स्मार्ट ग्रिड व्यवस्थापन आवश्यक ठरते. याशिवाय, अक्षय ऊर्जास्तोत्रांची ऊर्जा घनता (Unit area किंवा Unit volume मध्ये मिळणारी ऊर्जा) ही पारंपरिक इंधनापेक्षा कमी असते. म्हणून सौर व पवन ऊर्जेच्या संकलनासाठी मोठ्या क्षेत्रफळाची आवश्यकता असते, यामुळे व्यावहारिक व सैद्धांतिक अडचणी निर्माण होतात.

वरील माहितीवरून आपल्या असे लक्षात येते, की सैद्धांतिक स्वरूपात नैसर्गिक स्त्रोतांपासून अक्षय ऊर्जा निर्मिती करणे फायदेशीर असले, तरीही त्याच्या काही मर्यादाही आहेत. या मर्यादा कमी करून या तंत्रज्ञानाची कार्यक्षमता वाढविणे अथवा नवीन कार्यक्षम तंत्रज्ञान विकसित करणे यांवर संशोधनाचा भर असावा, अशी अपेक्षा करता येईल. याविषयीची सविस्तर माहिती पुढे दिली आहे.

पुढील संशोधनाची गरज

जगभरातील ऊर्जेची वाढती मागणी भागविण्यासाठी जीवाश्म इंधनाच्या वापराकडून अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानाकडे वळण्याची गरज ही पर्यावरण सुरक्षेच्या दृष्टीने जितकी अनिवार्य आहे, तितकीच तंत्रज्ञान तसेच आर्थिकदृष्ट्या आव्हानात्मकही आहे. अक्षय ऊर्जानिर्मिती क्षेत्रातील संशोधक हे अनेक कारणांनी आवश्यक आहे. जसे,

- प्रदूषकांचे उत्सर्जन आणि हवामान बदल यांचा सामना करण्यासाठी.
- सध्याच्या मर्यादांवर मात करण्यासाठी.
- जागतिक ऊर्जेच्या वाढत्या मागणीची गरज भागविण्याच्या दृष्टीने तंत्रज्ञानाचा विकास आणि विस्तार करण्यासाठी.
- ऊर्जासुरक्षा आणि आर्थिक फायदे.
- प्रणालींमधील समग्र बदल.

या संशोधमानुळे सध्याच्या तांत्रिक किंवा तत्सम इतर समस्या सोडविण्यास मदत होऊ शकेल, तसेच अक्षय ऊर्जा प्रणालींची कार्यक्षमता वाढवू शकणाऱ्या नवीन संकल्पना उजेडात येतील. शिवाय, अशा ऊर्जानिर्मितीची कार्यक्षमता आणि आयाम निश्चितपणे वाढवता येईल. अक्षय ऊर्जानिर्मिती तंत्रज्ञानातील प्रत्येक पैलू जसे; कार्यक्षमता, ऊर्जा साठविण्याची क्षमता किंवा धोरणातील सकारात्मक बदल यातील थोड्याशा सुधारामुळे जागतिक ऊर्जा वितरणामध्ये लक्षणीय सकारात्मक वाढ दिसून येऊ शकेल.

विद्यार्थ्यांनी काय करायचे आहे?

- **कृतीसंशोधन प्रकल्प :**
  १) नवीन सौर संग्राहकाचा (solar concentrator) नमुना तयार करणे, ग्रिड इंटिग्रेशनसाठी सॉफ्टवेअर मॉडेल विकसित करणे किंवा जैवइंधन निर्मितीची अधिक कार्यक्षम पद्धत विकसित करणे.
- **नवोपक्रमशील कृती संशोधन विषय हाती घेणे :**
  १) वाऱ्याच्या टर्बाईनच्या पात्यांचे साहित्य सुधारून झीज कमी करणे.
  २) ग्रामीण भागातील विजेसाठी सौर-वारा-बॅटरी मायक्रोग्रिडचे कॉन्फिगरेशन ऑप्टिमाईझ करणे
  ३) हे अनुभव विद्यार्थ्यांना औद्योगिक गरजा समजून घेण्यास उपयुक्त ठरतात.
  ४) प्रयोग, सिम्युलेशन किंवा क्षेत्रभेटीद्वारे अक्षय ऊर्जास्त्रोतांचा वापर गावोगावी वीजपुरवठ्यासाठी करण्याचा अभ्यास विद्यार्थ्यांनी केल्यास या क्षेत्रात नवीन ज्ञाननिर्मिती होऊ शकेल, तसेच भविष्यात विद्यार्थ्यांना या क्षेत्रातील रोजगाराच्या संधी उपलब्ध होऊ शकतील.
  ५) एखाद्या कंपनीच्या सहकार्याने सौर ऊर्जा प्रकल्पाचा अभ्यास करून, तेथे काही त्रुटी आढळल्यास त्यावर उपाययोजना सुचविणे.
- **स्पर्धा व इनोव्हेशन चॅलेंजमध्ये सहभाग :** उदाहरणार्थ, संपूर्णपणे अक्षय ऊर्जेवर चालणारे घर डिझाईन करणे किंवा दुर्गम भागासाठी वाऱ्यावर फिरणारी कमी खर्चिक टर्बाईन तयार करणे.

- **आंतरशाखीय शिक्षण :** विद्यार्थ्यांनी आंतरविद्याशाखीय दृष्टीकोन बाळगल्यास विषय सर्व बाजूंनी समजून घेण्यास मदत होईल. ऊर्जेचे अर्थशास्त्र किंवा पर्यावरण धोरण यांसारखे विषय समजून घेतल्यास तांत्रिकदृष्ट्या सक्षम व सामाजिकदृष्ट्या उपयुक्त योजना आकारास आणता येतील.
- **सर्वेक्षण व सामुदायिक प्रकल्प:** आपापल्या विभागात सर्वेक्षण करून किंवा केस स्टडीजच्या माध्यमातून विद्यार्थी अक्षय ऊर्जा अध्ययनास हातभार लावू शकतात. उदाहरणार्थ, विद्यार्थ्यांचा गट घरगुती ऊर्जा वापर व सौर पॅनेलविषयी दृष्टीकोनावर आधारित सर्वेक्षण करू शकतो. अशा अभ्यासांमधून समस्येचे वास्तविक स्वरूप जाणून घेता येऊ शकते. (उदा. आर्थिक अडचणी, जागरूकतेचा अभाव इ.) आणि त्यानुसार जनजागृतीसारखे उपाय सुचविता येतात.

या व्यतिरिक्त जनसामान्यांना प्रत्यक्ष अनुभव देऊन अक्षय ऊर्जास्त्रोतांचे महत्त्व आणि फायदे पटवून देता येऊ शकतात. उदाहरणार्थ, समाज केंद्रामध्ये सौर ऊर्जा संयंत्राचा वापर करून किंवा एखाद्या इमारतीमध्ये ऊर्जेचा अपव्यय कसा टाळता येईल, याचा आराखडा बनवून अमलात आणण्यासारख्या कृतींमधून जनजागृती तर होतेच, पण अशा गोष्टी अमलात आणताना प्रत्यक्ष अडचणी काय असू शकतात, याचाही अंदाज येतो.

संभाव्य कृती संशोधन विषय

शैक्षणिक वर्ष 2025-26 च्या मुख्य विषयाशी निगडित उपविषय पुढे दिले आहेत. अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञानातील सध्याच्या त्रुटी शोधून त्यावर व्यवहार्य सुधारणा सुचविणे या मुख्य उद्दिष्टांशी त्या निगडित आहेत.

- **सौर फोटोव्होल्टाईक सेलची कार्यक्षमता सुधारणे :** यामध्ये किंवा यासारख्या नावीन्यपूर्ण साहित्याची किंवा रचनेची निवड करता येईल, जेणेकरून पारंपरिक सिलिकॉन पी व्ही सेल्सच्या मर्यादा ओलांडून पुढे जाता येईल. ऊर्जेच्या विविध कारणांनी होणारा क्षय कमी करण्यावर संशोधनाचा भर असावा. उदा. फोटोंमधील अतिरिक्त ऊर्जेचे thermalisation करणे, तसेच सूर्यप्रकाशातून अधिकाधिक ऊर्जा कशी मिळविता येईल हे पाहणे.
- **वाऱ्याच्या टर्बाईनची कार्यक्षमता आणि विश्वासार्हता सुधारणे :** पवन ऊर्जा प्रणालींमध्ये वरचेवर येणाऱ्या समस्या जसे, गिअर बॉक्स काम करेनासा होणे, पात्यांचा फिरण्याचा वेग कमी होणे यांसारख्या समस्यांवर उपाय शोधणे. अशा संशोधनाचा भर हा पात्यांसाठी न गंजणारे कार्यक्षम साहित्य तयार करणे किंवा सेन्सर्स आणि IoT च्या माध्यमातून तसेच “एआय” आधारित प्रणाली विकसित करून टर्बाईन बंद पडण्याच्या आधीच उपाययोजना करता येईल.

- **ऊर्जासाठवण व त्याचे ग्रिडसह समाकलन :** बॅटरीज, फ्लाय व्हील्स किंवा तत्सम तंत्रज्ञानाचा वापर मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा साठवणूकीसाठी करताना त्याचे समाकलन नवीनकरणीय स्त्रोतांबरोबर कसे करता येईल याचा विचार करणे. यामध्ये सौर आणि पवन ऊर्जानिर्मितीचे क्षेत्रफळ आणि ऊर्जा साठवणुकीच्या बॅटरीचे आकारमान यांचा योग्य मेळ साधणे, तसेच बॅटरीकडून वितरणसंस्थेकडे ऊर्जा सुलभतेने विस्थापित होणे या गोष्टींचा अभ्यास करता येईल. असे करताना माहिती तंत्रज्ञानाचा वापर करून प्रत्यक्ष परिस्थितीचा अभ्यास करणे, तसेच व्यवस्थापन करणे शक्य होईल.
- **हायब्रीड ऊर्जा प्रणाली व मायक्रोग्रिड :** या विषयांमध्ये विविध नवीकरणीय ऊर्जास्त्रोतांचा (तसेच ऊर्जा साठवणूक आणि बॅकअप जनरेटरचा) समन्वय साधून विश्वसार्ह ऊर्जा वितरण प्रणाली विकसित करण्याचा प्रयत्न केला जाईल. उदा. हायब्रीड प्रणाली कदाचित सकाळी सौर ऊर्जा, तर रात्री पवन ऊर्जेचा वापर करेल, तर आणीबाणीच्या परिस्थितीत बॅटरी स्टोरेजवर अवलंबून असेल. मायक्रोग्रिड कंट्रोलद्वारे ही प्रक्रिया नियंत्रित केली जाईल. अशा प्रकारच्या अभ्यासामध्ये विश्वसनीय ऊर्जा वितरणाची वानवा असलेल्या दुर्गम भागासाठी मायक्रोग्रिड डिझाईन करणे, हा उद्देश असेल. यामध्ये स्त्रोतांचा उच्चतम वापर होण्यासाठी नियंत्रक अल्गोरिदम तयार करावे लागतील. जेणेकरून मागणी आणि पुरवठा यांचा मेळ साधता येईल, तसेच या प्रणालीचे आर्थिक विश्लेषणही करता येईल.
- **नवीकरणीय स्त्रोतांचा वापर वाढविण्याकरता स्मार्ट ग्रिडस व IoT प्रणाली :** नवीकरणीय ऊर्जास्त्रोतांचा वापर जसजसा वाढेल, तसतसे पारंपरिक पावर ग्रिडचे रूपडे पालटून त्याला स्मार्ट नेटवर्कचे स्वरूप येणे आवश्यक आहे. यामधे अधिक कार्यक्षमतेने देखरेख नियंत्रण, तसेच स्त्रोतांच्या वापरामध्ये लवचीकपणा दाखवू शकणाऱ्या स्मार्ट ग्रिड तंत्रज्ञानाचे विकसन आणि चाचण्या यांवर संशोधनाचा भर असेल. IoT सेन्सर्सचा वापर करून प्रत्यक्ष आकडेवारीवर आधारित ऊर्जानिर्मिती आणि मागणी यांचा "एआय" च्या मदतीने मेळ घातला जाईल, तसेच यामध्ये प्रगत इन्व्हर्टर कंट्रोलचाही वापर सौर किंवा पवन ऊर्जानिर्मिती केंद्राकडून (व्होल्टेज रेग्युलेशन, तसेच फ्रिक्वेन्सी रिस्पॉन्सद्वारे) मागणीनुसार पुरवठा मिळविण्यासाठी केला जाईल. "एआय" आधारित ऊर्जा व्यवस्थापन प्रणाली वापरून एखाद्या शहरात साठी ८० टक्के ऊर्जा ही नवीकरणीय स्त्रोतांपासून मिळविली जाईल, तसेच विनाकारण विद्युत प्रवाह खंडित होण्याचे प्रसंगही ओढवणार नाहीत.
- **जैव ऊर्जा व कचऱ्यातून ऊर्जानिर्मिती :** जैव ऊर्जा, तसेच घनकचऱ्यापासून ऊर्जानिर्मिती करताना प्रदूषण, तसेच कार्यक्षमता हे दोन मुद्दे महत्वाचे ठरतात. म्हणूनच पारंपरिक दहनपद्धतीच्या जागी गॅसिफिकेशन, तसेच पायरोलिसिससारख्या प्रगत तंत्रज्ञानाचा वापर स्वच्छ ऊर्जानिर्मितीसाठी केला जातो. यामध्ये प्रथम सिनगॅसची निर्मिती करून त्याचे नंतर विजेमध्ये रूपांतर केले जाते. या बाबतीतल्या संशोधनाची दिशा ही या प्रक्रियेमध्ये निर्माण होणाऱ्या कार्बनचे जागीच संश्लेषण कसे करता येईल, जेणेकरून या प्रकारची ऊर्जानिर्मिती ही खरोखरच कार्बन न्यूट्रल असेल यावर

आधारित असू शकेल.

- **भूतापीय आणि सागरी ऊर्जा क्षेत्रातील संशोधन शक्यता :** अक्षय ऊर्जास्त्रोतांपैकी ही दोन्ही क्षेत्रे तुलनात्मकरीत्या कमी आजमावली गेली आहेत. त्यांचा वापर वाढवण्याच्या दृष्टीने अधिक संशोधनाची गरज आहे. वर्धित भूतापीय प्रणालीचा (Enhanced Geothermal Systems) अभ्यास जसे नवीन ड्रिल करण्याच्या पद्धती आजमावणे त्यामुळे पारंपरिक भूतापीय ऊर्जा केंद्रांव्यतिरिक्त इतर जागीही या प्रकारच्या ऊर्जेचे स्त्रोत शोधता येईल. कार्यक्षम टायडल टर्बाईन किंवा प्रगत सागरी ऊर्जेचे रूपांतरक, जे तीव्र सागरी हवामानातही तग धरू शकतील, तसेच देखभालीची गरजही कमी असेल; तयार करण्याबाबतचे संशोधन या क्षेत्रामध्ये केले जाऊ शकते. किनारपट्टीच्या भागांमध्ये भरती-ओहोटीची ऊर्जा संकलित करणाऱ्या प्रणालीचे मॉडेल तयार केले जाऊ शकते.
- **हरित हायड्रोजन आणि इंधन सेल प्रणाली :** अधिकच्या नवीकरणीय ऊर्जेचा वापर करून विद्युत अपघटन प्रक्रियेद्वारे हायड्रोजनची निर्मिती करणे आणि या हायड्रोजनचा उपयोग स्वच्छ इंधन म्हणून (फ्युएल सेल अथवा टर्बाईनद्वारे) गरजेनुसार वीजनिर्मितीसाठी करणे, हा या विषयाचा उद्देश आहे. विद्युत अपघटकाची कार्यक्षमता वाढविणे अपघटन प्रक्रियेची नवीन उत्प्रेरक शोधून किंवा नवीन मेम्ब्रेन टेक्नॉलॉजी विकसित करून खर्च कमी करण्याचा प्रयत्न करणे, या दृष्टीने विशेष प्रयत्न करता येऊ शकतील. याशिवाय, विद्युत अपघटकाला लागणारी ऊर्जा पवन किंवा सौर ऊर्जा प्रकल्पाकडून मिळवून हायड्रोजन निर्मिती करणे आणि हा हायड्रोजन फ्युएल सेल प्लांटमध्ये भविष्यातील वापरासाठी साठवून ठेवणे, यांसारख्या पद्धतीचा विचार करता येऊ शकतो. सध्या जवळजवळ ९५ टक्के हायड्रोजन निर्मिती ही जीवाश्म इंधनांचा वापर करून केली जाते. हा मुद्दा लक्षात घेता, हरित हायड्रोजन निर्मितीच्या क्षेत्रात संशोधनाला किती वाव आहे हे लक्षात येईल. ऊर्जा म्हणजेच ऊर्जेचा वापर करून हायड्रोजननिर्मिती आणि या हायड्रोजनचा वापर ऊर्जेची निर्मिती करणाऱ्या चक्राकार प्रणालीचे व्यवहारिक मॉडेल तयार करणे, हा संशोधनाचा हेतू असू शकतो.

हे विषय प्रातिनिधिक आहेत. प्रत्येक विषयामध्ये सद्य:स्थितीतील रचना आणि त्रुटींचा अभ्यास, तांत्रिक आणि व्यावहारिक उपाय शोधणे, तसेच उपलब्ध तंत्रज्ञानाचा मेळ घालून नावीन्यपूर्ण उपाय शोधून काढण्याच्या अनेक शक्यता आहेत.

विद्यार्थ्यांनी मूळ विषयाला धरून पुढीलपैंकी किमान एक उद्दिष्ट साधले जाईल अशा कोणत्याही विषयावर आधारित कृती संशोधन करायचे आहे.

१. **वर्तमान परिस्थितीतील अडचणींवर उपाय शोधणे, विद्यमान प्रणालींचे विश्लेषणात्मक निदान:**

उद्देश : वर्तमान पद्धतीतील त्रुटी, त्यावरील व्यवहार्य उपाय, तसेच संभाव्य क्षमता यांचा अभ्यास करणे.

काही उपविषय :

- शैक्षणिक संकुलांच्या गच्चीवरील सौर ऊर्जा प्रकल्पातून होणाऱ्या ऊर्जेच्या संभाव्य व्ययाचा अभ्यास.
- वाऱ्याच्या टर्बाईनची क्रियाशीलता आणि निमशहरी भागात उपलब्ध ऊर्जा यांचा तौलनिक अभ्यास.

सौर पॅनेलच्या कार्यक्षमतेत कालानुरुप होणारी घट अभ्यासणे.

सौर ऊर्जेवर चालणाऱ्या घरगुती जलतापन यंत्रणेच्या कार्यक्षमतेचे लेखापरीक्षण.

विविध MMPT अल्गोरिदमचा विद्यमान सौर इन्व्हर्टरच्या कामगिरीवर होणाऱ्या परिणामाचा तौलनिक अभ्यास.

महापालिकेच्या कचरा प्रक्रिया केंद्रावरील बायोडाइजेस्टरच्या कार्यक्षमतेचा अभ्यास.

केस स्टडी : लहान जलविद्युत प्रकल्पांच्या कमी कामगिरीमागच्या कारणांचा अभ्यास.

अपेक्षित परिणाम : आकडेवारीसह विवक्षित कारणे शोधून उपाययोजना सुचविणे.

२. उपाय अमलात आणणे

विद्यमान आणि नवीन प्रणालींचा तुलनात्मक अभ्यास

उद्दिष्ट : जुन्या आणि प्रगत संयंत्राच्या कार्यक्षमतेचा तौलनिक अभ्यास आणि प्रमाणीकरण.

- **उपविषय :**
- फ्लोटिंग पीव्ही प्रणाली आनि पारंपारिक जमीनआधारित पीव्ही यंत्रणांचा तौलनिक अभ्यास.
- हायब्रीड वारा-सौर प्रणाली व स्टँडअलोन सौर प्रणालीतील आऊटपुट आणि साठवणक्षमतेचा तौलनिक अभ्यास.
- बायोचार उत्पादन व ईंधन म्हणून वापर याची पारंपारिक बायोमासशी तुलना.
- प्रगत लिथियम आयन बॅटरी व पारंपारिक लेड-ॲसिड बॅटरी यांच्या कार्यक्षमतेची तुलना.
- पारंपारिक ग्रामीण सौर मायक्रोग्रिड व प्रगत स्मार्ट इन्व्हर्टर्स यांचा तुलनात्मक अभ्यास.
- नॅनो फ्लुइडवर आधारित सौर थर्मल कलेक्टर्स व पारंपारिक पाण्यावर आधारित प्रणालींची तुलना.
- शहरी वाऱ्याचे टर्बाईन व पारंपारिक पवनचक्क्यांमधील कार्यक्षमतेची तुलना.
- अपेक्षित निष्कर्ष : नवीन तंत्रज्ञानाच्या क्षमता अथवा मर्यादांवर सिम्युलेशन किंवा प्रत्यक्ष आकडेवारीवर आधारित प्रमाणीकरण.

- **३.नावीन्यपूर्ण प्रणालींची रचना करणे.**
- **नवीन संकल्पना मांडून त्या अमलात आणणे**
- **उद्दिष्ट :** नावीन्यपूर्ण नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालींची कल्पना मांडून त्यांची किंवा एका भागाची रचना करणे, तसेच प्रत्यक्ष कार्यान्वित करणे.

सुचविलेले उपविषय :

- झोपडपट्ट्यांसाठी खर्चिक मॉड्युलर सौर पीव्ही युनिट्सची निर्मिती.
- जागेची मर्यादा असलेल्या ठिकाणी सौर झाडे किंवा इबे पवन टर्बाईन डिझाईन करणे.
- अक्षय ऊर्जा प्रणालींच्या प्रत्यक्ष कामगिरीचे IoT आधारित मूल्यांकन व बिघाड शोध प्रणालीची रचना करणे.
- इंधन सेल मूल्यांकनासाठी सौर ऊर्जा चालित हायड्रोजन इलेक्ट्रोलिसिस सेटअप तयार करणे.
- सौर किंवा पवन ऊर्जा यंत्रणेच्या इष्टतम कामगिरीचा अंदाज वर्तविण्यासाठी एआय आधारित मॉडेल तयार करणे.
- वाया जाणाऱ्या औद्योगिक उष्णतेतून ऊर्जानिर्मितीसाठी थर्मोइलेक्ट्रिक जनरेटरचे प्रोटोटाईप तयार करणे.
- ई-कचऱ्याचा पुनर्वापर करून लहान प्रमाणात ऊर्जानिर्मितीसाठी प्रणाली विकसित करणे.
- अपेक्षित निष्कर्ष : कार्यरत मॉडेल, प्रोटोटाईप किंवा सिम्युलेशनद्वारे तांत्रिक सुसंभाव्यता व शाश्वततेसह नवोपक्रम सिद्ध करणे.

मूल्यांकनाचे निकष :

- संशोधनाची सृजनशीलता व व्यावहारिक उपयोगिता
- विश्लेषणाची सखोलता आणि वैज्ञानिक पद्धतींचा वापर
- संख्यात्मक परिणाम, मोजमापे व आकडेवारीचे विश्लेषण
- अक्षय ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा घडवून आणण्याचे योगदान
- प्रत्यक्ष जीवनातील उपयोगिता आणि नवोपक्रमशीलता