शीत भण्डारः सिद्धान्त, संचालन तथा व्यवस्थापन

Cold Storage: Principle, Operation & Management

नेपाल सरकार

कृषि, वन तथा पर्यावरण मन्त्रालय

राष्ट्रिय कृषि आधुनिकीकरण कार्यक्रम

कार्यक्रम व्यवस्थापन एकाइ

खुमलटार, ललितपुर

शीत भण्डारः सिद्धान्त, संचालन तथा व्यवस्थापन

Cold Storage: Principle, Operation & Management

नेपाल सरकार

कृषि, वन तथा पर्यावरण मन्त्रालय

राष्ट्रिय कृषि आधुनिकीकरण कार्यक्रम

कार्यक्रम व्यवस्थापन एकाइ

खुमलटार, ललितपुर

(आ.व.२०८२/८३)

संरक्षक तथा मार्गदर्शन

डा. राजेन्द्र प्रसाद मिश्र
सचिव (कृषि विकास)
कृषि, वन तथा पर्यावरण मन्त्रालय

हिक्मत कुमार श्रेष्ठ
कार्यक्रम निर्देशक
राष्ट्रिय कृषि आधुनिकीकरण कार्यक्रम

संकलन तथा सम्पादन
Collection & Edition

डा. जीत ब. चन्द
बरिष्ठ कृषि इन्जिनियर

इ. समिर श्रेष्ठ
कृषि इन्जिनियर

प्रकाशक
नेपाल सरकार
कृषि, वन तथा पर्यावरण मन्त्रालय
राष्ट्रिय कृषि आधुनिकीकरण कार्यक्रम
कार्यक्रम व्यवस्थापन एकाइ
खुमलटार, ललितपुर

फोन नं : ०१-५५२०३४६
इमेल : pmamp.pmu@gmail.com
वेभसाईट : www.pmamp.gov.np
प्रकाशन बर्ष : २०८३ असार

विषयसूची

विषय	पृष्ठ नं.
१. परिचय तथा आवश्यकता	१
२. शीत भण्डारका प्रकार	३
३. उपयुक्त तापक्रम, सापेक्षिक आर्द्रता र भण्डारण अवधि	५
४. प्रशीतन प्रणाली (Refrigeration System)	६
५. रेफ्रिजरेन्ट र यसका प्रकारहरू	७
६. शीत भण्डार स्थापना गर्दा ध्यान दिनुपर्ने पक्ष	८
७. शीत भण्डार संरचना र निर्माण सामग्री	१०
८. वायु सञ्चरणका नियमहरू (Rules of Air Circulation)	१४
९. नियमित मर्मतसम्भारको महत्व	१६
१०. सामान्य समस्याहरूको पहिचान र समाधान	१७
११. शीत भण्डारमा जोखिम, व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण तथा आपतकालीन तयारी	२०
१२. शीत भण्डार सम्बन्धी कार्यविधिहरू	२१
१३. शीत भण्डार गृहको सामान्य लाभ-लागत विश्लेषण	२२
१४. कोल्ड रुम निर्माणको अनुमानित लागत विवरण	२५
१५. निष्कर्ष	२७
१६. सन्दर्भ सामग्री (Bibliography)	२८

१. परिचय तथा आवश्यकता

नेपाल एक कृषिप्रधान देश हो, जहाँ कुल जनसंख्याको ठूलो हिस्सा कृषिमा आश्रित छ। तर, उपयुक्त भण्डारण प्रविधिको अभावमा कृषकहरूले आफ्नो मिहिनेतको उचित मूल्य पाउन सकेका छैनन्। कृषि उपजलाई लामो समयसम्म ताजा र गुणस्तरीय राख्न शीत भण्डार (Cold Storage) एक अनिवार्य आधुनिक प्रविधि हो।

नेपालको संविधानमा खाद्य सम्बन्धी अधिकारलाई मौलिक हकका रूपमा प्रत्याभूत गरेको छ। कृषिको व्यवसायीकरण, औद्योगीकरण, विविधीकरण र आधुनिकीकरण गर्ने, कृषकका लागि कृषि सामग्री, कृषि उपजको उचित मूल्य र बजारमा पहुँचको व्यवस्था गर्ने, कृषि क्षेत्रमा लगानी अभिवृद्धि गर्दै खाद्य सम्प्रभुताको मान्यता अनुरूप जलवायु र माटो अनुकूल खाद्यान्न उत्पादनलाई प्रोत्साहन गरी खाद्यान्नको दिगो उत्पादन, आपूर्ति, सञ्चय, सुरक्षा र सुलभ तथा प्रभावकारी वितरणको व्यवस्था गर्ने उल्लेख छ।

शीत भण्डार भनेको आधुनिक इन्जिनियरिङ्ग सिद्धान्त अनुरूप निर्माण गरिएको एक थर्मली इन्सुलेटेड (Thermally Insulated) बन्द संरचना हो। यस संरचना भित्रको तापक्रम (Temperature), सापेक्षिक आर्द्रता (Relative Humidity), र वायुको परिसंचरण (Air Circulation) लाई कृत्रिम मेकानिकल प्रणालीद्वारा निश्चित मापदण्डमा नियन्त्रण गरिन्छ। यसको प्राथमिक उद्देश्य कृषि तथा खाद्य वस्तुहरूको जैविक र रासायनिक ह्रास प्रक्रियालाई ढिलो बनाई उत्पादनको मौलिक गुणस्तर, ताजापन, पोषक तत्व र व्यावसायिक मूल्य लामो समयसम्म अक्षुण्ण राख्नु हो। ठूला र मझौला शीत भण्डारमा राखिने वस्तुहरू मध्ये ठुलो हिस्सा आलुले ओगटेको छ। फलफूल र तरकारीहरु छोटो समयको लागि राखिने गरिएको पाइएको छ।

आवश्यकता

क) कृषि उपजको नोक्सानी (Post-Harvest Loss) कम गर्न

नेपालमा भौगोलिक विकटता र भण्डारणको व्यवस्था नहुँदा खेतबाट बजारसम्म पुग्दा धेरै कृषि उपजहरू बिग्रिन्छन्।

- **अवस्था:** नेपालमा उत्पादित फलफूल, तरकारी र दुग्धजन्य पदार्थहरू उपभोक्ताको भान्सासम्म पुग्नु अगावै २०% देखि ४०% सम्म बिग्रिएर वा कुहिएर खेर जाने गरेको अनुमान छ।
- **शीत भण्डारको भूमिका:** शीत भण्डारले नियन्त्रित तापक्रम (Controlled Temperature) र आर्द्रता (Humidity) मार्फत ब्याक्टेरिया र ढुसीको वृद्धिलाई

रोक्छ। यसले खाद्यान्नको प्राकृतिक उमेर (Ripening Process) लाई ढिलो बनाई नोक्सानीलाई लगभग शून्यप्रायः गराउँछ।

ख) कृषकहरूलाई उचित मूल्य (Fair Price) दिलाउन

नेपाली किसानहरूले सधैं भोग्ने मुख्य समस्या भनेको "सिजनमा सस्तो, अफ-सिजनमा महँगो" हुनु हो।

- **बजारको समस्या:** उत्पादनको मुख्य सिजनमा बजारमा एकाएक धेरै तरकारी वा फलफूल (जस्तैः आलु, प्याज, टमाटर, सुन्तला) आउँछ। आपूर्ति बढी हुँदा किसानहरूले आफ्नो लागत मूल्य पनि पाउँदैनन् र कतिपय अवस्थामा सडकमै कृषि उपज फाल्नुपर्ने बाध्यता आउँछ।
- **शीत भण्डारको भूमिका:** सिजनमा बढी भएको उत्पादनलाई शीत भण्डारमा सुरक्षित राखेर, बजारमा अभाव भएको बेला (Off-Season) राम्रो मूल्यमा बिक्री गर्न सकिन्छ। यसले किसानलाई 'बाध्यताको बिक्री' (Distress Selling) बाट जोगाउँछ र उनीहरूको आम्दानी बढाउँछ।

ग) आयात प्रतिस्थापन र आत्मनिर्भरता (Import Substitution)

नेपाल कृषिप्रधान देश भए तापनि अर्बौं रुपैयाँको कृषि उपज अन्य देश (विशेष गरी भारत र चीन) बाट आयात गर्छ।

- **नेपाली यथार्थ:** सिजनमा नेपालकै आलु वा स्याउले बजार पाउँदैन, तर अफ-सिजनमा करोडौंको विदेशी आलु, प्याज र स्याउ नेपाली बजारमा भित्रिन्छ।
- **शीत भण्डारको भूमिका:** यदि हामीसँग पर्याप्त र व्यवस्थित शीत भण्डारहरू हुने हो भने, नेपालकै उत्पादनलाई लगभग वर्षभरी प्रयोग गर्न सकिन्छ। यसले व्यापार घाटा (Trade Deficit) कम गर्न र देशलाई कृषिमा आत्मनिर्भर बनाउन ठूलो मद्दत पुर्‍याउँछ।

घ) उपभोक्तालाई वर्षभरी ताजा र स्वास्थ्यकर खाद्यान्न आपूर्ति

मौसम अनुसार मात्र पाइने फलफूल र तरकारीहरू वर्षैंभरी उपभोग गर्न पाउनु उपभोक्ताको अधिकार हो।

- **बजार सन्तुलन:** शीत भण्डारले बजारमा खाद्यान्नको कृत्रिम अभाव हुन दिँदैन, जसका कारण बजार मूल्य स्थिर (Stable Price) रहन्छ र कालोबजारी नियन्त्रण हुन्छ।

- **गुणस्तर र पोषण:** आधुनिक शीत भण्डारमा राखिएका सामग्रीहरूको पौष्टिक तत्व, स्वाद र ताजगी लामो समयसम्म कायम रहने भएकाले उपभोक्ताले स्वास्थ्यकर खाना पाउँछन्।

ङ) खाद्य सुरक्षा (Food Security) र आपतकालीन व्यवस्थापन

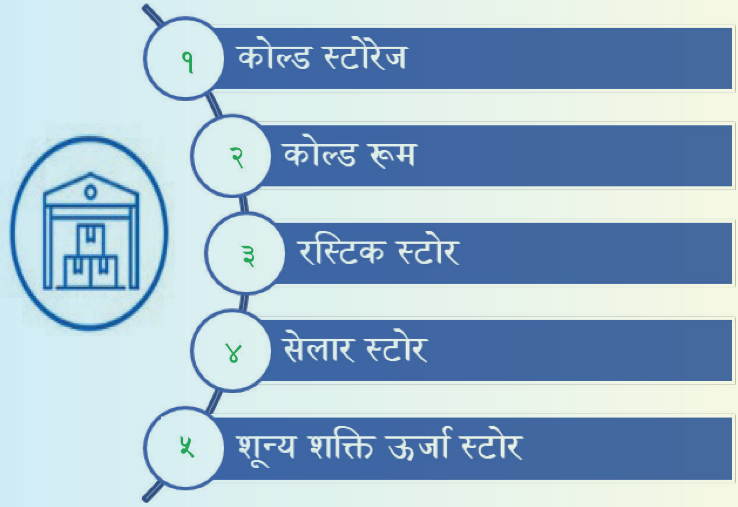
नेपाल भूकम्प, बाढी, पहिरो जस्ता प्राकृतिक प्रकोपहरुको उच्च जोखिममा रहेको देश हो।

- **आपतकालीन ब्याकअप:** महामारी वा प्राकृतिक विपत्तिको समयमा यातायात अवरुद्ध हुँदा बजारमा खाद्यान्नको हाहाकार हुन सक्छ। यस्तो अवस्थामा शीत भण्डारमा सञ्चित गरिएका वस्तुहरूले खाद्यान्न संकट टार्न महत्त्वपूर्ण भूमिका खेल्छन्।

नेपाली सन्दर्भमा शीत भण्डार केवल एउटा व्यापारिक संरचना मात्र होइन, यो ग्रामीण अर्थतन्त्रको मेरुदण्ड हो। यसले किसानको पसिनाको मूल्य जोगाउँछ, देशको पैसा बाहिरिनबाट रोक्छ र उपभोक्तालाई स्वस्थ राख्छ। त्यसैले, नेपालमा आधुनिक र ऊर्जा-दक्ष (Energy-Efficient) शीत भण्डारहरूको निर्माण, सञ्चालन र व्यवस्थापन कृषि औद्योगिकीकरणको आधारस्तम्भ हो।

२. शीत भण्डारका प्रकार

क्षमता र प्रविधीको आधारमा शीत भण्डारलाई निम्न पाँच भागमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ।



१. कोल्ड स्टोरेज

सामान्यतया ठूलो क्षमताको शीत भण्डारहरु यस अन्तर्गत पर्दछन्। ३००० मेट्रिक टनको औसत क्षमताका ३५ भन्दा बढी कोल्ड स्टोरहरू, मुख्यतया मध्य पहाडी र तराईका जिल्लाहरूमा अवस्थित छन्।

NAMP को आर्थिक तथा प्राविधिक सहयोगमा स्थापित Green Forestry & Agriculture Pvt. Ltd., Dhanusha

२. कोल्ड रूम

कोल्ड रूम भन्नाले कोल्ड स्टोर भन्दा सानो क्षेत्रफल, कम पूँजीमा निर्माण भएको र कम क्षमताको कृषि उपज भण्डार वा कोठा भन्ने बुझिन्छ। करिब १० देखि १२ लाख सम्म पुजी लगानी गरेर १० टन सम्म क्षमता भएको कोल्ड रुम निर्माण गर्न सकिन्छ।

NAMP-PIU, Mustang मा सञ्चालित कोल्ड रुम

NAMP-PIU, Ramechhap मा सञ्चालित कोल्ड रुम

३. रस्टिक स्टोर

यस किसिमको प्रविधिको लागि १५०० देखि २००० मिटर उचाईमा भरसक उत्तर फर्केको ठाउँ छनौट गर्नुपर्दछ। यसको लागि जमिनबाट उठाएर घर बनाइन्छ र सोही घरभित्र खापाहरू निर्माण गरी भण्डारण गरिन्छ। यो प्रविधि मुख्य गरी बिउ आलु भण्डारणको लागि प्रयोग गरिन्छ। २५ मेट्रिक टन क्षमता भएको रस्टिक स्टोर बनाउन करिब ३० लाख खर्च लाग्दछ।

NAMP-PIU, Okhaldhunga मा सञ्चालित रष्टिक स्टोर

४. सेलार स्टोर

सेलार स्टोर भनेको भिरालो, गर्हा कान्ला परेको जग्गालाई खारेर अर्ध भूमिगत अवस्थाको घर निर्माण गरी कम तापक्रम र बढी आद्रताको व्यवस्थापनद्धारा फलफूल तथा तरकारी भण्डारण गर्ने एक सरल एवं प्राकृतिक प्रविधि हो।

NAMP-PIU, Baglung मा सञ्चालित सेलार स्टोर

५. शून्य शक्ति ऊर्जा स्टोर

यो स्थानीय सामग्रीबाट निर्मित एक पर्यावरणमैत्री कम लागत प्रणाली हो, जुन बाष्पीकरणीय शीतलनमा आधारित हुन्छ। यो सञ्चालनको लागि कुनै बिजुली आवश्यक छैन। चेम्बर जमिन माथि वा तल डबल पर्खाल लगाई निर्माण गरिन्छ र उक्त डबल पर्खालको बिचमा बालुवाले भरिएको छ। सापेक्षिक आर्द्रतामा वृद्धि (९०% वा बढी) र तापक्रम कम गर्नको लागि दिनको दुई पटक च्याम्बरमा पानी हाल्ने सकिन्छ।

NAMP-कर्णाली प्रदेशमा सञ्चालित शून्य शक्ति ऊर्जा स्टोर

३. उपयुक्त तापक्रम, सापेक्षिक आर्द्रता र भण्डारण अवधि

तरकारी	भण्डारण तापक्रम डिग्री सेन्टिग्रेड	सापेक्षिक आर्द्रता %	भण्डारण अवधि	फलफूल	भण्डारण तापक्रम डिग्री सेन्टिग्रेड	सापेक्षिक आर्द्रता %	भण्डारण अवधि
गेडागुडी (हरियो)	०-२	९५	७-१० दिन	स्याउ	१-४.४	८५-९०	३-८ महिना
गाँजर	०	९०-९५	२-५ महिना	आँप	१२-१३	८५-९०	२-३ हप्ता
फूलकोपी	०	९५	२-४ हप्ता	सुन्तला	३-४	८५-९०	३-४ हप्ता
काक्रा	७-१०	९०-९५	१०-१४ दिन	जुनार	३-४	८५-९०	३-४ हप्ता
बन्दाकोपी	०	९०-९५	३-६ हप्ता	केरा	११-१३	८५-९०	२-४ दिन
बैगुन	७-१०	९०	१ हप्ता	भुईकँटर	७-१२.५	८५-९०	२-४ हप्ता
प्याज	०	६५-७०	१-८ महिना	किवी	-०.५-०	९०-९५	३-४महिना

तरकारी	भण्डारण तापक्रम डिग्री सेन्टिग्रेड	सापेक्षिक आर्द्रता %	भण्डारण अवधि	फलफूल	भण्डारण तापक्रम डिग्री सेन्टिग्रेड	सापेक्षिक आर्द्रता %	भण्डारण अवधि
आलु white	५-१०	९३	२-५ महिना	एभोकाडो	४.४-१२.५	८५-९०	२-४ हप्ता
आलु sweet	१२-१६	८५-९०	४-६ महिना	खरबुजा	४.४-१०	९०	२-३ हप्ता
टमाटर काचो	१२-२०	८५-९०	१-३ हप्ता	मेवा	१०-१३	८५-९०	२-३ हप्ता
टमाटर पाकेको	७-१०	८५-९०	४-७ दिन	स्ट्रबेरी	-०.५-०	९०-९५	१ हप्ता

४. प्रशीतन प्रणाली (Refrigeration System)

आधारभूत प्रशीतन प्रणाली एक बन्द-लूप प्रक्रिया हो जसले तातोलाई बन्द ठाउँ (जस्तै फ्रिज वा कोठा) बाट बाहिर सार्छ। यसले रेफ्रिजरेन्ट भनिने परिसंचरण तरल/ ग्यास पदार्थ प्रयोग गर्दछ, जुन बारम्बार तरल र ग्यासको बीचमा तातो अवशोषित गर्न र रिलीज गर्न परिवर्तन हुन्छ। संसारभरि प्रयोग गरिने प्रशीतन प्रणालीको सामान्य प्रकार बाफ कम्प्रेसन प्रशीतन हो।

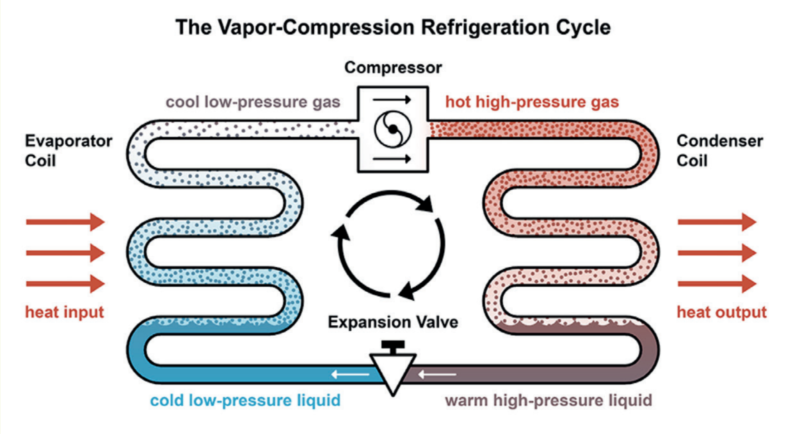


Fig: Vapor Compression Refrigeration diagram

प्रशीतन प्रणाली चक्र चार निरन्तर, भिन्न चरणहरू मार्फत सञ्चालन हुन्छ:

क. **कम्प्रेसन (कम्प्रेसर):** चक्र यहाँ सुरु हुन्छ। कम्प्रेसरले पम्पको रूपमा काम गर्दछ, कम-दबाव, चिसो फ्रिज ग्यासलाई उच्च-दबाव, उच्च-तापमान ग्यासमा निचोड्छ।

ख. **कन्डेन्सेसन (कन्डेन्सर):** तातो, दबाबयुक्त ग्यास कन्डेनसरमा बग्छ (कुण्डलहरू सामान्यतया एकाइको पछाडि वा बाहिर)। यसले आफ्नो तातो बाहिरी हावामा छोड्छ, जसले रेफ्रिजरेन्टलाई चिसो पार्छ र यसलाई उच्च-दबावको तरलमा गाढा बनाउँछ।

ग. **विस्तार (विस्तार भल्भ/मिटरिङ उपकरण):** उच्च-दबावको तरल साँघुरो विस्तार भल्भ मार्फत जान्छ। यसले दबाबमा अचानक गिरावट निम्त्याउँछ, रेफ्रिजरेन्टलाई चिसो, कम-चापको तरलमा परिणत गर्दछ।

घ. **वाष्पीकरण (इभपोरेटर):** चिसो तरल रेफ्रिजरेन्ट फ्रिज वा एसी एकाइ भित्रको बाष्पीकरण कोइलमा बग्छ। यसले बाहिर परिवेशको तापलाई अवशोषित गर्दा, तरल रेफ्रिजरेन्ट उम्लिन्छ र कम-चापको ग्यासमा परिणत हुन्छ, जसलाई चक्र पुनः सुरु गर्न कम्प्रेसरमा फेरि चुसिन्छ।

५. रेफ्रिजरेन्ट र यसका प्रकारहरू

रेफ्रिजरेन्ट एक रासायनिक यौगिक वा तरल पदार्थ हो जुन एयर कन्डिसनर, रेफ्रिजरेटर र तातो पम्पहरूमा गर्मी स्थानान्तरण गर्न प्रयोग गरिन्छ। तरल पदार्थ र ग्यासको बीचमा बारम्बार साइकल चलाएर, यसले चिसो कोठा वा चिसो भण्डारघर भित्रबाट तातो सोस्छ र यसलाई बाहिर निकाल्छ, त्यसपछि प्रभावकारी रूपमा भण्डार घरलाई चिसो पार्छ।

मुख्य प्रकारहरू

Category	Examples	Main characteristics	Advantages	Disadvantages
HFCs (Hydrofluorocarbons)	R410A, R32	Synthetic, not harmful to the ozone layer, medium-to-high GWP	Stable, low toxicity, non-flammable (A1)	High GWP, subject to future restrictions

Category	Examples	Main characteristics	Advantages	Disadvantages
HFOs (Hydrofluoroolefins)	R1234ze	Next-generation synthetic refrigerants, very low GWP	Low GWP, good performance	Flammability (A2L), less widespread
Natural	R717 (ammonia), R744 (CO_2), R290 (propane)	Naturally occurring, zero or very low GWP	No impact on ozone or climate, high efficiency	Toxicity (ammonia), flammability (R290), high pressures (CO_2)

Note: - GWP: Global Warming Potential

६.शीत भण्डार स्थापना गर्दा ध्यान दिनुपर्ने पक्ष

- **यातायात पहुँच (Accessibility and Transportation)**

  शीत भण्डारको व्यावसायिक सफलता यसको यातायात सञ्जालसँग कति बलियो सम्बन्ध छ भन्ने कुरामा निर्भर गर्दछ।

  बजार र उत्पादन क्षेत्रको दुरी: शीत भण्डार यस्तो ठाउँमा हुनुपर्छ जहाँबाट किसानहरूको खेतबारी (कृषि पकेट क्षेत्र) र मुख्य बजार (Whole-sale Markets) दुवै सहज दुरीमा हुनुपर्छ। यसले ढुवानी खर्च (Transportation Cost) कम गर्छ।

  सडकको अवस्था: मुख्य राजमार्ग वा कम्तीमा बाह्रै महिना गाडी चल्ने (पिच वा ग्राभेल) चौडा सडकसँग जग्गा जोडिएको हुनुपर्छ। वर्षायाममा हिलो भएर वा बाढीले गर्दा बाटो बन्द हुने ठाउँ हुनु हुँदैन।

  लोडिङ र अनलोडिङ क्षेत्र: शीत भण्डारको हाताभित्र कम्तीमा १०-चक्के ट्रक वा ठूला कन्टेनरहरू सजिलै भित्र पस्न, घुम्न (Turning Radius) र सामान लोड-अनलोड गर्न सक्ने पर्याप्त खुला ठाउँ (Parking & Yard) हुनुपर्छ।

- **विद्युत आपूर्ति (Power Supply)**

  शीत भण्डारको मुटु भनेकै यसको 'रेफ्रिजेरेसन सिस्टम' हो, जसलाई निरन्तर र उच्च भोल्टेजको बिजुली चाहिन्छ।

  थ्री-फेस लाइन (3-Phase Power Line): औद्योगिक कम्प्रेसर र ठूला मेसिनहरू चलाउन ११ KV वा सोभन्दा बढी क्षमताको थ्री-फेस राष्ट्रिय प्रसारण लाइन नजिकै उपलब्ध हुनुपर्छ।

  विद्युतको गुणस्तर: भोल्टेज तल-माथि भइरहने (Fluctuation) क्षेत्रमा मेसिनहरू बिग्रने डर हुन्छ। त्यसैले सब-स्टेशन नजिक हुनु फाइदाजनक मानिन्छ।

  वैकल्पिक ऊर्जा (Backup System): नेपालको सन्दर्भमा विद्युत ट्रिपिङ वा

लोडसेडिङको सम्भावना सधैं रहन्छ। शीत भण्डारभित्रको तापक्रम १ डिग्री पनि तल-माथि हुँदा करोडौंको सामान कुहिन सक्छ। त्यसैले १००% ब्याकअप दिन सक्ने ठूला डिजेल जेनेरेटर (DG Set) वा सम्भव भएमा सौर्य ऊर्जा (Solar System) जोड्न मिल्ने ठाउँ हुनुपर्छ।

- **पानी र ढल (Water and Drainage)**

शीत भण्डारमा तापक्रम सन्तुलनमा राख्न र सरसफाइका लागि पानीको ठूलो भूमिका हुन्छ।

पानीको परिमाण र गुणस्तरः 'कन्डेन्सर कुलिङ टावर' चलाउन, भण्डारण गर्नुअघि फलफूल/तरकारी धुन (Pre-cooling & Washing) र कर्मचारीहरूको दैनिक प्रयोजनका लागि प्रतिदिन हजारौं लिटर पानी चाहिन्छ। भूमिगत पानी (Boring) वा नदीको पानी बाह्रै महिना उपलब्ध हुने ठाउँ हुनुपर्छ। पानीमा खिया (Iron) वा अन्य रसायन बढी हुनु हुँदैन, जसले मेसिनका पाइपलाइनहरू बिगार्न सक्छ।

ढल निकास (Waste Water Management): सरसफाइ गर्दा निस्कने फोहोर पानी र वर्षाको पानी सुरक्षित तरिकाले बगाउन उचित निकास हुनुपर्छ। यदि ढलको व्यवस्था भएन भने शीत भण्डारको वरपर पानी जमेर दुर्गन्ध फैलिने र ब्याक्टेरियाको संक्रमण बढ्ने खतरा हुन्छ।

- **भूमि र भौगोलिक अवस्था (Land and Topography)**

जग्गाको भौतिक र भौगोलिक अवस्था बलियो नभएमा भविष्यमा ठूलो दुर्घटना हुन सक्छ।

माटोको भार वहन क्षमता (Soil Bearing Capacity): शीत भण्डारको भवन, ठूला मेसिनरी र भण्डारण गरिने हजारौं टन सामानको वजन धेरै हुन्छ। त्यसैले दलदले, कालो माटो वा जग्गा पुरेर बनाइएको (Filled Land) ठाउँ हुनु हुँदैन। माटो प्राविधिक रूपमा बलियो हुनुपर्छ।

प्राकृतिक प्रकोपबाट सुरक्षितः बाढी आउने नदी किनार, पहिरो जाने भीरमुनि वा भूकम्पीय जोखिम बढी भएको फल्ट-लाइनमा जग्गा हुनु हुँदैन।

समतल जग्गा (Flat Terrain): पहाडी वा भिरालो जग्गामा शीत भण्डार बनाउँदा जग खन्न र गाडी आवतजावत गर्न धेरै गाह्रो र खर्चिलो हुन्छ। त्यसैले समतल वा कम भिरालो जग्गा उत्तम हुन्छ।

- **सामाजिक र कानुनी पक्ष (Social and Legal Aspects)**

लामो समयसम्म बिनाकुनै अवरोध व्यवसाय चलाउन कानुनी र सामाजिक स्पष्टता आवश्यक छ।

जग्गाको वर्गीकरण (Zoning Laws): नेपाल सरकारको जग्गा वर्गीकरण नियम अनुसार उक्त जग्गा 'औद्योगिक क्षेत्र' वा 'व्यावसायिक क्षेत्र' मा परेको हुनुपर्छ। आवासीय (बस्ती भएको) क्षेत्रमा शीत भण्डार खोल्न अनुमति पाइँदैन।

वातावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (EIA/IEE): शीत भण्डार स्थापना गर्नुअघि यसले वातावरणमा पार्ने असरबारे सरकारी मापदण्ड अनुसार IEE वा EIA स्वीकृत गराउनुपर्छ।

स्थानीय समुदायको स्वीकार्यता: शित भण्डार चल्दा जेनेरेटर र कम्प्रेसरको आवाज (Noise Pollution) आउन सक्छ। यसले छिमेकीहरूलाई असर नगर्ने गरी उपयुक्त दुरीमा हुनुपर्छ। स्थानीयस्तरमा रोजगारी सिर्जना हुने भएकाले समाजसँग राम्रो समन्वय गर्नुपर्छ।

- **जलवायु र वातावरण (Climate and Environment)**

बाहिरी वातावरणको तापक्रमले शीत भण्डारको बिजुली बिल र मेसिनको आयु निर्धारण गर्छ।

अपेक्षित तापक्रम (Ambient Temperature): अत्यधिक गर्मी हुने ठाउँ (जस्तै तराईको तल्लो भाग) मा बाहिरी तापक्रम ४०-४५ डिग्री सेल्सियस पुग्दा, शीत भण्डारभित्र माइनस वा एकल अंकको तापक्रम कायम राख्न कम्प्रेसरलाई धेरै मिहिनेत गर्नुपर्छ, जसले गर्दा बिजुलीको खपत निकै बढ्छ। तुलनात्मक रूपमा शीतल वा छहारी भएको क्षेत्रमा ऊर्जा बचत हुन्छ।

वरपरको स्वच्छता: शीत भण्डारको नजिक कुनै फोहोर डम्पिङ साइट, केमिकल फ्याक्ट्री, इँट्टा भट्टा वा सिमेन्ट उद्योग हुनु हुँदैन। त्यहाँबाट निस्कने धूलो, धूवाँ र हानिकारक ग्यास शीत भण्डारभित्र पसेमा खाद्यान्नहरू दूषित हुन्छन् र मेसिनका पार्टपूर्जाहरूमा समेत असर पर्न जान्छ।

७. शीत भण्डार संरचना र निर्माण सामग्री

शीत भण्डारको डिजाइन र निर्माण सामान्य भवनहरू भन्दा निकै फरक र संवेदनशील हुन्छ। यसको मुख्य उद्देश्य भित्रको चिसोपन (Temperature) लाई स्थिर राख्नु र बाहिरको तातो हावा वा आर्द्रता (Moisture) लाई भित्र पस्न नदिनु हो।

क. जग र भित्ता (Foundation & Walls)

शीत भण्डारको जगले भवनको भार मात्र धान्दैन, यसले जमिनबाट आउने चिसो र आर्द्रतालाई पनि रोक्नुपर्छ। भित्ताहरूले थर्मल इन्सुलेशन (Thermal Insulation) को मुख्य काम गर्छन्।

- **RCC (Reinforced Concrete Cement)**
  - **विवरण:** डन्डी र सिमेन्ट कङ्क्रिटको मिश्रणबाट बन्ने यो परम्परागत तर सबैभन्दा बलियो संरचना हो। कोल्ड स्टोरेजको जग, प्लिन्थ बीम, र मुख्य पिलरहरूका लागि RCC अनिवार्य जस्तै हुन्छ।
  - **विशेषता:** यसले ठूलो लोड (जस्तैः क्रेन, भारी र्याक र भण्डारण गरिने सामान) सजिलै धान्न सक्छ।
    - यो आगो, पानी र भूकम्प प्रतिरोधात्मक हुन्छ।
    - भित्तामा RCC को प्रयोग गर्दा बाहिरी सुरक्षा बलियो हुन्छ, तर यसको थर्मल इन्सुलेशन क्षमता कम हुने भएकाले यसको भित्री भागमा थप इन्सुलेशन लेयर हाल्नुपर्छ।
- **PEB (Pre-Engineered Building)**
  - **विवरण:** यो कारखानामै पहिल्यै तयार पारिएका स्टिलका बिम, पिलर र ट्रसहरू ल्याएर साइटमा नट-बोल्टले जोडेर बनाइने आधुनिक संरचना (Steel Structure) हो। आजकल ठूला कोल्ड स्टोरेजहरू यसै प्रविधिबाट बन्छन्।
  - **विशेषता:**
    - **द्रुत निर्माण:** परम्परागत भवनभन्दा यो निकै छिटो (कम समयमा) तयार हुन्छ।
    - **लागत कम:** ठूलो क्षेत्र ओगट्ने भवनका लागि यो आर्थिक रूपले फाइदाजनक हुन्छ।
    - **लचकता:** यसमा बीचमा धेरै पिलरहरू नराखी ठूलो खुल्ला ठाउँ (Clear Span) निकाल्न सकिन्छ, जसले गर्दा सामान राख्न र गाडी गुडाउन सजिलो हुन्छ।
- **Sandwich Panel (PUF - Polyurethane Foam)**
  - **विवरण:** यो शीत भण्डारको भित्ता र सिलिङका लागि सबैभन्दा महत्त्वपूर्ण सामग्री हो। यसमा दुईवटा मेटल सिट (जस्तैः GI Sheet) को बीचमा उच्च घनत्व भएको PUF (Polyurethane Foam) इन्सुलेशन सामग्री राखिएको हुन्छ।
  - **विशेषता:**
    - **उत्कृष्ट थर्मल इन्सुलेटर्स:** यसले बाहिरको तातोलाई भित्र र भित्रको

चिसोलाई बाहिर जान दिँदैन। साथै, हलुका र जडान गर्न सजिलो हुन्छ।

- ○ **अन्तर्राष्ट्रिय मापदण्डः** खाद्य सुरक्षा र स्वच्छता (Hygiene) का दृष्टिकोणले यो उत्कृष्ट मानिन्छ किनभने यसमा खिया लाग्दैन र फङ्गस (ढुसी) पर्दैन। चिसोको मात्रा हेरी यसको मोटाइ (५० mm देखि १५० mm सम्म) तय गरिन्छ र घनत्व ४० kg/m³ हुनुपर्दछ।

ख. छत (Roofing)

छत सिधै सूर्यको प्रकाश र तापक्रमको सम्पर्कमा आउने हुनाले यसको डिजाइनमा विशेष ध्यान दिनुपर्छ।

➤ इन्सुलेटेड Metal Deck

- **विवरणः** यो PEB संरचनामा बढी प्रयोग हुन्छ। यसमा माथिल्लो भागमा जस्तापाता (Profiled Metal Sheet) र त्यसको मुनि PUF वा Rockwool जस्ता इन्सुलेशन सामग्री भएका प्यानलहरू प्रयोग गरिन्छ।
- **विशेषताः**
  - ○ यो हलुका हुन्छ र भवनको संरचनामा बढी भार दिँदैन।
  - ○ पानी चुहिने (Waterproofing) र घामको ताप सोस्ने क्षमतालाई यसले प्रभावकारी रूपमा नियन्त्रण गर्छ।
  - ○ यसको मर्मत सम्भार (Maintenance) गर्न सजिलो र खर्च कम हुन्छ।

➤ RCC Slab + इन्सुलेशन

- **विवरणः** यो परम्परागत ढलान गरिएको छत हो। ढलान गरिसकेपछि त्यसको मुनि (भित्री भागमा) वा माथिल्लो भागमा PUF बोर्ड वा XPS (Extruded Polystyrene) का पाताहरू राखेर इन्सुलेशन गरिन्छ।
- **विशेषताः**
- ○ यो अत्यन्तै टिकाउ र बलियो हुन्छ। भविष्यमा शीत भण्डारको तला थप्नुपरेमा यो उपयोगी हुन्छ।
- ○ तर, यसको आफ्नै वजन (Dead Load) धेरै हुन्छ र निर्माण गर्न बढी समय लाग्छ।
- ○ यसमा थर्मल ब्रिजिङ (Thermal Bridging) - ताप चुहिने समस्या) रोक्न इन्सुलेशनको लेयर कतै पनि नटुट्ने गरी निरन्तर राख्नुपर्छ।

ग. भुइँ (Floor)

कोल्ड स्टोरेजको भुइँमा सबैभन्दा बढी वजन पर्छ र जमिन मुनिको तापक्रमले पनि यसलाई असर गर्छ। त्यसैले भुइँको इन्सुलेशन र फिनिसिङ विशेष हुनुपर्छ।

➢ इन्सुलेटेड Concrete Floor

- **विवरणः** कोल्ड स्टोरेजको भुइँ सामान्य घरको जस्तो हुँदैन। जमिन मुनिको ओस र चिसोका कारण भुइँ फुट्ने वा हिउँ जम्ने (Frost Heave) खतरा हुन्छ। त्यसैले यसमा बहु-तह (Multi-layered) भुइँ बनाइन्छ।
- **संरचनाको तह (Layers):** १. सबैभन्दा तलः बेस कङ्क्रिट (PCC) २. दोस्रो तहः भ्यापर ब्यारियर (Vapor Barrier - प्लास्टिक सिट) जसले ओस रोक्छ। ३. तेस्रो तहः उच्च घनत्व भएको PUF वा XPS इन्सुलेशन बोर्ड (चिसो जमिनमा जान नदिन)। ४. चौथो तहः पुनः भ्यापर ब्यारियर। ५. सबैभन्दा माथिः डन्डी जाली राखिएको बलियो RCC Slab (जसले लोड धान्छ)।
- **विशेषताः** यसले सब-फ्लोर (Sub-floor) लाई चिसो हुन दिँदैन, जसले गर्दा जमिन मुनिको माटो पूरै जमेर भुइँ फुट्ने समस्या आउँदैन।

➢ Epoxy Flooring

- **विवरणः** यो कङ्क्रिट फ्लोरको सबैभन्दा माथिल्लो तहमा लगाइने एक प्रकारको तरल पोलिमर (Chemical Coating) हो, जुन सुकेपछि एकदमै कडा, चिल्लो र टल्कने बन्छ।
- **विशेषताः**
  - **जोर्नीविहीन (Seamless):** यो भुइँमा कतै पनि क्र्याक वा जोर्नी (Joints) हुँदैनन्, जसले गर्दा फोहोर र कीटाणु जम्न पाउँदैनन्।
  - **टिकाउ र भार वहन क्षमताः** यसले फोहोर उठाउने ट्रली र र्‍याकहरूको घर्षण र भार सजिलै थाम्छ।
  - **एन्टी-स्लिप र केमिकल प्रतिरोधीः** चिसो वातावरणमा पनि मानिस वा मेसिन चिप्लिने डर कम हुन्छ र पानी वा केमिकलसले भुइँ बिगार्दैन। यसलाई सफा गर्न निकै सजिलो हुन्छ।

८. वायु सञ्चरणका नियमहरू (Rules of Air Circulation)

शीत भण्डार (Cold Storage) भित्रको तापक्रमलाई सबैतिर एकनास (Uniform) राख्न र सामानहरूलाई कुहिनबाट बचाउन सही वायु सञ्चारण डिजाइन (Air Circulation Design) हुन जरुरी हुन्छ। यदि हावाको बहाव राम्रो भएन भने कोठाभित्र "Hot Spots" (केही ठाउँमा तातो रहने समस्या) बन्न सक्छ, जसले गर्दा सामानहरू चाँडै बिग्रन्छन्। वायु सञ्चरणको मुख्य मन्त्र भनेको "Continuous Loop" (निरन्तर चक्र) हो। हावा इभापोरेटरबाट निस्किएर, छत हुँदै, सामानहरूको बीच र भित्ताको ग्यापबाट बगेर पुनः भुइँ हुँदै मेसिनमै फिर्ता आउनुपर्छ। यो चक्रमा कतै पनि अवरोध (Obstruction) हुनु हुँदैन।

- **Evaporator Fan:**
  - **विवरण:** कोल्ड स्टोरेजभित्र चिसो हावा फैलाउने मुख्य काम इभापोरेटर (Evaporator) को फ्यानले गर्छ। भण्डारण गरिने सामानको कूल वजन (प्रति टन) को अनुपातमा फ्यानको शक्ति निर्धारण गर्नुपर्छ।
  - **नियम:** प्रति १ टन (Ton) सामानको भारका लागि ०.३ देखि ०.५ kW को फ्यान पावर आवश्यक पर्छ।
  - **महत्त्व:** यसले कोठाको कुना-कुनासम्म चिसो हावा पुऱ्याउन पर्याप्त वायु प्रवाह (Airflow) सुनिश्चित गर्दछ।

- **Air Velocity:**
  - **विवरण:** एयर भेलोसिटी भनेको हावा बहने गति हो। सामानहरू राखिएका र्‍याक वा प्यालेट (Pallet) को बीचबाट हावा कति गतिमा बगिरहेको छ भन्ने कुरा यसले जनाउँछ।
  - **नियम:** प्यालेटहरूको बीचमा हावाको गति न्यूनतम ०.२ देखि ०.५ मिटर प्रति सेकेन्ड (m/s) हुनुपर्छ।
  - **महत्त्व:** यदि गति यो भन्दा कम भयो भने हावा स्थिर हुन्छ र सामानको भित्री भागसम्म चिसो पुग्दैन। यदि गति धेरै बढी भयो भने केही खाद्यान्न वा फलफूलको ओस सुकेर तौल घट्न सक्छ।

- **सामान र छत:**
  - **विवरण:** सामानहरू राख्दा वा र्‍याक बनाउँदा सबैभन्दा माथिल्लो सामान र

कोठाको छत (Ceiling) को बीचमा खाली ठाउँ छोड्नुपर्छ।

- **नियमः** सामानको माथिल्लो सतह र छतको बीचमा कम्तीमा ६० देखि १२० cm खाली ठाउँ हुनुपर्छ।
- **महत्त्वः** इभापोरेटरबाट निस्किएको चिसो हावा सुरुमा छतको मुनिबाट अगाडि बढ्छ। यो खाली ठाउँले हावालाई बिना अवरोध कोठाको अन्तिम भागसम्म पुग्न मद्दत गर्छ।

➢ **सामान र भित्ताः**

- **विवरणः** सामानहरूलाई कोल्ड स्टोरेजको इन्सुलेटेड भित्ताहरूसँग टाँसेर कहिल्यै राख्नु हुँदैन।
- **नियमः** भित्ता र सामानको बीचमा चारैतर्फ कम्तीमा १५ देखि ३० cm को दुरी राख्नुपर्छ।
- **महत्त्वः** बाहिरी भित्ताबाट केही मात्रामा तापक्रम भित्र आउन सक्छ। भित्ता र सामानको बीचमा ग्याप राख्दा त्यहाँबाट चिसो हावा बग्न पाउँछ र भित्ताको तातोले सामान बिगार्न पाउँदैन।

➢ **सामान र भुइँः**

- **विवरणः** शीत भण्डारमा सामानहरू कहिल्यै पनि सिधै कङ्क्रिटको भुइँमा थुपारेर राख्नु हुँदैन। सामान राख्न काठ वा प्लास्टिकका प्यालेट (Pallets) प्रयोग गर्नुपर्छ।
- **नियमः** भुइँबाट कम्तीमा १०-१५ cm माथि उठ्ने गरी प्यालेटमा मात्र सामान राख्नुपर्दछ।
- **महत्त्वः** प्यालेटको तल्लो भाग खुल्ला हुने भएकाले सामानको मुनिबाट पनि चिसो हावा सहजै सञ्चरण हुन पाउँछ। यसले भुइँको ओस र तापक्रमबाट सामानलाई जोगाउँछ।

➢ **Fan Cycle:**

- **विवरणः** धेरैजसो मानिसहरूले कम्प्रेसर बन्द हुँदा फ्यान पनि बन्द गर्छन्, जुन गलत हो। कोल्ड स्टोरेजको फ्यान चलाउने निश्चित नियम हुन्छ।
- **नियमः** इभापोरेटरको फ्यान सधैं (२४ सै घण्टा) चालु रहनुपर्छ। केवल 'डिफ्रोस्ट' (Defrost Cycle - कोइलहरूमा जमेको हिउँ पगाल्ने समय) मा मात्र फ्यान स्वचालित रूपमा बन्द हुन्छ।

- **महत्त्वः** कम्प्रेसर बन्द भएको बेला पनि फ्यान चलिरहँदा कोठाभित्रको हावा घुमिरहन्छ र तापक्रम तल-माथि (Temperature Stratification) हुन पाउँदैन।

➤ **Evaporator Location:**

- **विवरणः** कोठाभित्र चिसो पार्ने मेसिन (Evaporator Unit) लाई कुन ठाउँमा जडान गर्ने भन्ने कुराले वायु सञ्चरणमा ठूलो असर पार्छ।
- **नियमः** इभापोरेटरलाई सधैं मुख्य प्रवेशद्वार (ढोका) को उल्टो दिशा (Opposite Wall) मा राख्नुपर्छ, जसको हावा फ्याक्ने दिशा ढोकातर्फ होस्।
- **महत्त्वः** जब कोल्ड स्टोरेजको ढोका खोलिन्छ, बाहिरको तातो र ओसिलो हावा भित्र पस्छ। यदि मेसिन ढोकाको ठीक माथि वा नजिकै भयो भने बाहिरको ओसले मेसिनमा छिटै हिउँ (Frost) जमाउँछ। उल्टो दिशामा इभापोरेटर राख्दा ढोका खुल्दा आउने तातो हावा मेसिनसम्म सिधै पुग्न पाउँदैन र ऊर्जाको नोक्सानी कम हुन्छ।

९. नियमित मर्मतसम्भारको महत्व

शीत भण्डारको कार्यक्षमता र दीर्घायु सुनिश्चित गर्न नियमित मर्मतसम्भार आवश्यक हुन्छ। मर्मतसम्भारको अभावमा उपकरणको क्षमता घट्ने, ऊर्जा खपत बढ्ने तथा आकस्मिक खराबी आउने सम्भावना बढ्छ। रोकथामात्मक मर्मतसम्भार (Preventive Maintenance) ले साना समस्याहरूलाई प्रारम्भिक चरणमै पहिचान गरी ठूलो क्षतिबाट बचाउँछ। यसले मर्मत खर्च कम गर्नुका साथै सञ्चालन अवरोधलाई पनि न्यून बनाउँछ।

दैनिक रूपमा तापक्रम तथा आर्द्रताको अभिलेख राख्ने, उपकरणको आवाज सुन्ने, पानी चुहावट जाँच गर्ने तथा ढोकाको अवस्था निरीक्षण गर्ने कार्य गर्नुपर्छ। साप्ताहिक रूपमा फिल्टर, फ्यान तथा कन्डेन्सरको सफाइ गर्नुपर्छ भने मासिक रूपमा रेफ्रिजरेन्ट स्तर, विद्युतीय प्रणाली तथा नियन्त्रण उपकरणहरूको परीक्षण गर्नुपर्छ।

नियमित मर्मतसम्भारले उत्पादनको सुरक्षा, उपकरणको विश्वसनीयता तथा ऊर्जा दक्षता वृद्धि गर्न महत्वपूर्ण भूमिका खेल्छ।

१०. सामान्य समस्याहरूको पहिचान र समाधान

➢ **तापक्रम निर्धारित स्तरमा नपुग्ने समस्या**

शीत भण्डारमा देखिने सबैभन्दा सामान्य समस्या भनेको आवश्यक तापक्रम कायम हुन नसक्नु हो। यसले उत्पादनको भण्डारण अवधि घटाउनुका साथै गुणस्तरमा प्रत्यक्ष असर पार्छ। यस समस्याको प्रमुख कारणहरूमा रेफ्रिजरेन्ट ग्यासको कमी, कम्प्रेसरको खराबी, कन्डेन्सरमा धुलो जम्नु, एयर फिल्टर बन्द हुनु वा हावा प्रवाहमा अवरोध हुनु पर्दछन्। कहिलेकाहीँ ढोका ठीकसँग बन्द नभएर पनि यस्तो समस्या आउन सक्छ।

तापक्रम आवश्यक स्तरमा नपुग्दा उत्पादन चाँडै पाक्ने, सुक्ने वा कुहिने सम्भावना बढ्छ। फलस्वरूप भण्डारण क्षति बढ्छ र बजार मूल्य घट्न सक्छ। समस्या समाधानका लागि रेफ्रिजरेन्ट चुहावट परीक्षण गर्ने, कम्प्रेसरको कार्यक्षमता जाँच गर्ने, कन्डेन्सर तथा फिल्टर सफा गर्ने र ढोका तथा ग्यास्केटको अवस्था निरीक्षण गर्ने कार्य गर्नुपर्छ।

➢ **तापक्रम उतारचढाव**

तापक्रमको स्थिरता शीत भण्डारको गुणस्तरीय सञ्चालनको आधार हो। तापक्रम बारम्बार घट्ने-बढ्ने अवस्थाले उत्पादनको जैविक प्रक्रियालाई असर पुऱ्याउँछ। तापक्रम उतारचढावको कारणमा खराब थर्मोस्टयाट, सेन्सरको त्रुटि, बारम्बार ढोका खोल्नु, विद्युत् आपूर्तिमा समस्या तथा अत्यधिक भण्डारण समावेश छन्।

यस समस्याले उत्पादनको ताजापन घटाउनुका साथै पानीको ह्रास, रङ परिवर्तन तथा रोगको सम्भावना बढाउन सक्छ। तापक्रम निगरानी प्रणालीको नियमित क्यालिब्रेसन, ढोका व्यवस्थापन सुधार तथा विद्युत् आपूर्तिको स्थिरता सुनिश्चित गरी यस्तो समस्या न्यूनीकरण गर्न सकिन्छ।

➢ **इभापोरेटर कुण्डलीमा फ्रस्ट जम्ने समस्या**

इभापोरेटर कुण्डलीमा अत्यधिक फ्रस्ट जम्दा शीतलन क्षमता कम हुन्छ र ऊर्जा खपत बढ्छ। फ्रस्ट जम्दा हावाको प्रवाहमा अवरोध सिर्जना हुन्छ। डिफ्रोस्ट प्रणालीको खराबी, अत्यधिक आर्द्रता तथा ढोका लामो समय खुला रहनु यसका प्रमुख कारण हुन्। फ्रस्टको मात्रा बढ्दै जाँदा कम्प्रेसरले बढी समय काम गर्नुपर्छ।

यस समस्याको समाधानका लागि डिफ्रोस्ट प्रणाली परीक्षण गर्ने, फ्यान सफा गर्ने, ग्यास्केट बदल्ने तथा आर्द्रता नियन्त्रण गर्ने कार्य आवश्यक हुन्छ। नियमित निरीक्षणले फ्रस्टको समस्या प्रारम्भिक अवस्थामै पहिचान गर्न मद्दत गर्दछ।

- **बाहिरी भित्तामा फ्रस्ट**

शीत भण्डारको बाहिरी भागमा पानीका थोपा वा हिउँ जम्नु इन्सुलेसन प्रणाली कमजोर भएको संकेत हो। यसले ऊर्जा नोक्सानी बढाउनुका साथै भवन संरचनामा क्षति पुऱ्याउन सक्छ। इन्सुलेसन प्यानलमा चिरा, जोइन्टमा ग्याप वा भेपर ब्यारियर क्षतिग्रस्त हुँदा यस्तो समस्या देखिन्छ।

समयमै समाधान नगर्दा इन्सुलेसन सामग्रीको प्रभावकारिता घट्छ र सञ्चालन खर्च बढ्न सक्छ। यसका लागि सम्पूर्ण संरचनाको निरीक्षण गरी चुहावट भएका स्थानहरू मर्मत गर्ने तथा आवश्यक परे इन्सुलेसन सामग्री बदल्नुपर्छ।

- **भित्ता तथा छतमा पानीका थोपा देखिनु**

भित्ता तथा छतमा पानीका थोपा देखिनु आर्द्रता नियन्त्रण कमजोर भएको संकेत हो। यस्तो अवस्थाले ढुसी वृद्धि गराउन सक्छ। संघननका कारण सरसफाइमा समस्या आउनुका साथै राखिएको वाली/वस्तुमा पनि संक्रमण फैलिन सक्छ।

विशेष गरी खाद्य पदार्थ भण्डारण गरिने स्थानमा यस्तो समस्या गम्भीर मानिन्छ। समाधानका लागि डिह्युमिडिफायर प्रयोग गर्ने, ढोका सिल गर्ने तथा भेन्टिलेसन प्रणाली सुधार गर्ने कार्य गर्नुपर्छ।

- **ढोका तथा लोडिङ क्षेत्र वरिपरि हिउँ जम्नु**

लोडिङ तथा अनलोडिङको समयमा तातो हावा प्रवेश गर्दा ढोका आसपास हिउँ जम्ने समस्या देखिन्छ। यसले कर्मचारीको सुरक्षामा जोखिम उत्पन्न गर्न सक्छ। हिउँ जम्दा ढोका खोल्न गाह्रो हुने तथा ग्यास्केटमा क्षति पुग्ने सम्भावना पनि हुन्छ।

यो समस्या ऊर्जा खपत बढाउने प्रमुख कारणमध्ये एक हो। स्वचालित ढोका, स्ट्रिप कर्टेन तथा राम्रो गुणस्तरका ग्यास्केट प्रयोग गरी यस्तो समस्या कम गर्न सकिन्छ।

- **भुइँमा पानी जम्ने तथा ड्रेनेज समस्या**

ड्रेनेज प्रणाली अवरुद्ध हुँदा डिफ्रोस्टको पानी भुइँमा जम्मा हुन थाल्छ। यस्तो अवस्थाले दुर्घटनाको जोखिम बढाउँछ। भुइँमा पानी जम्दा सरसफाइमा समस्या आउनुका साथै जीवाणु वृद्धि हुन सक्छ। पानी जम्मा हुने समस्या लामो समयसम्म रहँदा भवन संरचनामा समेत असर पर्न सक्छ। त्यसैले ड्रेनेज पाइप तथा निकास प्रणाली नियमित रूपमा सफा र निरीक्षण गर्नुपर्छ।

- **असमान हावा प्रवाह तथा Hot Spots**

  शीत भण्डारका केही स्थान अत्यधिक चिसो र केही स्थान कम चिसो हुनु भनेको Hot Spot को समस्या हो। यसले राखिएको वाली/वस्तुहरुको गुणस्तरमा असमानता ल्याउँछ। सामग्रीहरूको गलत व्यवस्थापन, फ्यानको खराबी तथा एयर डक्ट अवरुद्ध हुनु यसको प्रमुख कारणहरु हुन्।

  यसले केही भण्डारण गरिएका वाली/वस्तुहरुको चाँडै बिग्रिने र केही उत्पादन राम्रो अवस्थामा रहने परिस्थिति सिर्जना गर्न सक्छ। फ्यानको नियमित निरीक्षण, एयर डक्ट सफाइ तथा उचित स्टयाकिङमार्फत यस्तो समस्या नियन्त्रण गर्न सकिन्छ।

- **दुर्गन्ध तथा हावा प्रदूषण**

  दुर्गन्ध आउनु शीत भण्डारमा सरसफाइ कमजोर भएको संकेत गर्दछ। खराब वा कुहिएको उत्पादनले पनि दुर्गन्ध उत्पन्न गर्न सक्छ। हावा प्रवाह कम हुँदा जीवाणु वृद्धि हुने सम्भावना बढ्छ।

  दुर्गन्धले भण्डारण गरिएका वाली/वस्तुहरुको गुणस्तरमा पनि नकारात्मक प्रभाव पार्न सक्छ। नियमित सफाइ, खराब उत्पादनको तत्काल व्यवस्थापन तथा फिल्टर सफाइबाट यस्तो समस्या समाधान गर्न सकिन्छ।

- **खराब सेन्सर वा नियन्त्रण प्रणाली**

  सेन्सर र नियन्त्रण प्रणाली शीत भण्डारको "मस्तिष्क" जस्तै हुन्। यी उपकरणहरूले तापक्रम तथा आर्द्रताको सही जानकारी उपलब्ध गराउँछन्। यदि सेन्सरले गलत जानकारी दिन थाल्यो भने सम्पूर्ण प्रणालीले गलत निर्णय लिन सक्छ। परिणामस्वरूप उत्पादनमा क्षति पुग्दछ। पुरानो नियन्त्रण प्रणालीले ऊर्जा खपत बढाउनुका साथै सञ्चालनमा त्रुटि पनि बढाउन सक्छ। नियमित क्यालिब्रेसन, आधुनिक डिजिटल प्रणालीको प्रयोग तथा स्वचालित अलार्म प्रणाली जडान गर्नु आवश्यक हुन्छ।

- **बारम्बार अलार्म बज्ने वा उपकरण बन्द हुने समस्या**

  शीत भण्डारमा बारम्बार अलार्म आउनु प्रणालीमा कुनै समस्या रहेको संकेत हो। यसलाई बेवास्ता गर्नु हुँदैन। विद्युतीय अस्थिरता, मोटर खराबी, कम्प्रेसरमा अत्यधिक लोड तथा नियन्त्रण प्रणालीको त्रुटि यसका प्रमुख कारण हुन्। उपकरण पटक-पटक बन्द हुँदा तापक्रम नियन्त्रणमा समस्या आउँछ र उत्पादन जोखिममा पर्न सक्छ। विद्युत् प्रणाली परीक्षण, नियमित प्यानल निरीक्षण तथा

प्राविधिक सहयोगमार्फत समस्या समाधान गर्न सकिन्छ।

➢ **अत्यधिक ऊर्जा खपत**

ऊर्जा खर्च शीत भण्डार सञ्चालनको प्रमुख लागत हो। ऊर्जा खपत बढ्दा सञ्चालन खर्चमा प्रत्यक्ष असर पर्छ। एयर लिकेज, फोहोर कन्डेन्सर, खराब इन्सुलेसन, पुराना उपकरण तथा गलत सञ्चालन अभ्यासहरू ऊर्जा खपत बढाउने मुख्य कारण हुन्।

ऊर्जा खपत बढ्दा कम्प्रेसरमा अतिरिक्त भार पर्छ, जसले उपकरणको आयु घटाउन सक्छ। नियमित मर्मतसम्भार, ऊर्जा दक्ष उपकरणको प्रयोग, तापक्रमको उचित सेटिङ तथा राम्रो इन्सुलेसनमार्फत ऊर्जा खर्च उल्लेखनीय रूपमा घटाउन सकिन्छ।

११.शीत भण्डारमा जोखिम, व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) तथा आपतकालीन तयारी

शीत भण्डारमा अत्यधिक चिसो तापक्रम, अमोनिया ग्यास चुहावट, विद्युतीय उपकरण, चिप्लो भुइँ तथा भारी सामग्रीको प्रयोगका कारण विभिन्न प्रकारका जोखिमहरू रहन्छन्। सुरक्षित कार्य वातावरणका लागि उचित सुरक्षा उपाय तथा व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE: Personal Protective Equipment) को प्रयोग अत्यावश्यक हुन्छ।

मुख्य जोखिमहरू

- अत्यधिक चिसोबाट हुने समस्या (Frostbite, Hypothermia)
- अमोनिया ग्यास चुहावट
- विद्युतीय दुर्घटना तथा आगलागी
- चिप्लिने तथा लड्ने जोखिम

- भारी सामान उठाउँदा हुने शारीरिक चोटपटक
- फोर्कलिफ्ट तथा सवारी साधन दुर्घटना

आवश्यक PPE

- सुरक्षा हेल्मेट
- चिसो प्रतिरोधी ज्याकेट
- सुरक्षा पञ्जा
- एन्टिस्किड सुरक्षा जुत्ता
- मास्क वा रेस्पिरेटर
- सुरक्षा चस्मा

➢ **आगलागी रोकथाम**

नियमित विद्युतीय निरीक्षण, उपकरणको मर्मतसम्भार, ज्वलनशील पदार्थ को सुरक्षित भण्डारण तथा Fire Extinguisher को उपलब्धता आगलागी नियन्त्रणका प्रमुख उपाय हुन्। Fire Extinguisher प्रयोग गर्दा PASS (Pull–Aim–Squeeze–Sweep) विधि अपनाउनुपर्छ।

➢ **Ammonia Leak भएमा**

अलार्म बजाउने, प्रभावित क्षेत्र तुरुन्त खाली गर्ने, उचित PPE प्रयोग गर्ने, Ventilation सञ्चालन गर्ने तथा सम्बन्धित अधिकारीलाई जानकारी गराउने कार्य तत्काल गर्नुपर्छ।

➢ **आपतकालीन तयारी**

शीत भण्डारमा Emergency Contact List, Exit Route Map, First Aid Box, Fire Extinguisher, पर्याप्त PPE तथा नियमित Mock Drill को व्यवस्था हुनुपर्छ। यी उपायहरूले दुर्घटनाको प्रभाव न्यूनीकरण गरी कर्मचारीको सुरक्षा सुनिश्चित गर्न मद्दत पुर्‍याउँछन्।

१२. शीत भण्डार सम्बन्धी कार्यविधिहरु

➢ शीतघर तथा खाद्यान्न भण्डारण घर स्थापना कार्यक्रमका लागि ब्याज अनुदान मापदण्ड २०७३

➢ कृषि उपज भण्डारणका लागि प्रयोग गरिने शीतघर तथा दुग्ध चिस्यान केन्द्रमा लाग्ने विद्युत महशुलमा अनुदान भुक्तानी दिने सम्बन्धी कार्यविधि, २०७५

- शीत भण्डार गृह (कोल्ड स्टोरज) स्थापना कार्यान्वयन कार्यविधि २०७४, प्रथम संशोधन २०७५: शीत भण्डार गृहको भौतिक पूर्वाधारहरूको निर्माण तथा मेशिनरी उपकरण खरिद र जडानको लागि नेपाल सरकारबाट बढीमा ७० प्रतिशतसम्म अनुदान प्राप्त हुने।
- शीत भण्डार निर्माण अनुदान कार्यविधि, २०७५, (लुम्बिनी प्रदेश): सहकारी वा कृषक समुहको हकमा शीत भण्डार निर्माणमा लाग्ने लागतको बढीमा ७५ प्रतिशतसम्म रकम र निजी संस्थाको हकमा ५० प्रतिशतसम्म रकम मात्र अनुदानमा उपलब्ध गराइने।

यसरी संघ र प्रदेश सरकारले जारी गरेका कार्यविधिमा अनुदान प्रतिशतमा भिन्नता रहेको छ। फरक फरक कार्यविधि तयार हुँदा अनुदान वितरण र सञ्चालन मोडालिटी लगायतमा एकरुपता नभएकोले एकीकृत मापदण्ड तयार गरी शीत भण्डार सञ्चालन र व्यवस्थापन गर्नु प्रभावकारी हुन्छ ।

१३. शीत भण्डार गृहको सामान्य लाभ लागत विश्लेषण

५ मे. टन क्षमताको कोल्ड रुम

जम्मा लगानी = Rs 10,00,000 (५०% सरकारको अनुदान)

कृषक उद्यमीको लगानी = Rs 5,00,000

अनुमान : उद्यमीले पौष महिना टिपेको जुनार बैशाख महिनामा बेच्ने र जम्मा ९०% क्षमतामा कोल्ड रुम संचालन हुने ।

जम्मा क्रेट संख्या (250) = 250 x 20 = 50 क्विन्टल

पौष महिनामा फार्म गेट मूल्य = 50 x 100 x 60 = Rs 3,00,000

विजुली चार्ज (पौष-बैशाख) = Rs 60,000

लेबर चार्ज = Rs 20,000

बैशाख महिनामा फार्म गेट मूल्य = 50 x 100 x 140 x 0.9 = Rs 6,30,000

३ महिनामा खुद नाफा= 6,30,000 - 3,00,000 - 80,000

= Rs 2,50,000

∴ कुनै जुनार कृषि उद्यमीले ५ मेट्रिक टन क्षमताको कोल्ड रुम बनाएर ९०% क्षमतामा संचालन गर्न सकेको खण्डमा तीन- चार महिनाको अवधिमा खुद नाफा रु. २,५०,००० गर्न सक्छ। बाँकी अवधिमा अन्य फलफूल, तरकारी वा फूल राखेर विक्री गरेमा आफ्नो लगानी दुई वर्ष भित्र सुरक्षित गर्न सक्छ।

२०० मे. टन क्षमताको शीत भण्डार

शीत भण्डारको क्षमता: 200 MT

अनुमानित शीत भण्डार प्रयोग भएको अवस्था: 80-90%

<u>आम्दानी</u>

भण्डारण गरेको भाडा चार्ज (Rent Charge)= 3,500bag x 60kg x Rs5 x 0.85

= Rs 8,92,500 ~ **Rs 9,00,000**

<u>संचालन खर्चहरु</u>

- बिजुली= (75000x8)+(10000x4) = Rs 6,40,000
- रेफ्रिजरान्ट= Rs 1,00,000
- जेनेरेटर (८ महिनाको लागि)= Rs 1,00,000
- कर्मचारी= 25,000x8 = Rs 2,00,000
- मर्मत= Rs 20,000
- लेबर चार्ज= Rs 40,000

जम्मा खर्च= **Rs 11,00,000**

∴ नाफा अथवा घाटा?

घाटा= Rs 11,00,000 – Rs 9,00,000

= Rs 2,00,000

यदि बिजुलीमा 50% अनुदानको व्यवस्था भएमा

बिजुली चार्ज= Rs 3,20,000

नाफा= Rs 1,20,000

∴ २०० मे. टन क्षमताको शीत भण्डारमा बिजुली खर्च प्रमुख लागत रहेको छ। बिजुलीमा ५०% अनुदान उपलब्ध भएमा शीत भण्डार घाटाबाट नाफामुखी संचालनतर्फ जान सक्ने देखिन्छ।

१००० मे. टन क्षमताको शीत भण्डार

शीत भण्डारको क्षमता: 1000 MT

<u>आम्दानी</u>

भण्डारण गरेको भाडा चार्ज (Rent Charge)= 16,000bag x 60kg x Rs5 x 0.85

= Rs 40,80,000 ~ **Rs 41,00,000**

संचालन खर्चहरु

- बिजुली= Rs11,50,000
- रेफ्रिजरान्ट= Rs 3,00,000
- जेनेरेटर= Rs 4,00,000
- कम्प्रेसर Oil (7 Bucket/ season)= Rs 1,00,000
- कर्मचारी= Rs 8,00,000
- मर्मत= Rs 2,50,000
- लेबर चार्ज= Rs 2,00,000
- ट्रान्सफर्मर Oil, Bulb etc.= Rs 1,00,000
- विविध= Rs 2,00,000

जम्मा खर्च= **Rs 35,00,000**

∴ नाफा अथवा घाटा ?

नाफा = Rs 41,00,000 – Rs 35,00,000

= Rs 6,00,000

यदि बिजुलीमा 50% अनुदानको व्यवस्था भएमा

बिजुली चार्ज = Rs 5,75,000

नाफा = Rs 11,75,000

∴ १००० मे. टन क्षमताको शीत भण्डार हालको शुल्क संरचनामा नाफामुखी देखिन्छ। बिजुली खर्चमा ५०% अनुदान उपलब्ध भएमा वार्षिक नाफा करिब **रु. ११.७५ लाख** पुग्ने अनुमान गरिएको छ, जसले शीत भण्डारको आर्थिक दिगोपनलाई थप सुदृढ बनाउँछ।

एंव प्रकारले २५०० मे. टन क्षमताको शीत भण्डार यदि ८०-९०% क्षमतामा चल्न सक्यो भने व्यवसायीलाई खुद नाफा प्रति वर्ष ३०-४० लाख हुन सक्छ।

यदि शीत भण्डारलाई वहु-च्याम्बर (Multi-chamber) बनाउन सकेको खण्डमा व्यवसायीको नाफा थप बढेर जान्छ। साना शीत भण्डारहरु (१ देखि २० मे. टन) क्षमता भएका कोल्ड रुम/ कोल्ड च्याम्बरबाट नाफा कमाउन सामान्यता: गाह्रो हुन्छ, तर यस्ता कोल्ड रुमहरु बर्षैभरी निरन्तर चलिरहे भने आम्दानी बढेर लगानी चाडै सुरक्षित हुन सक्छ।

१४. कोल्ड रुम निर्माणको अनुमानित लागत विवरण

Tentative Cost Estimate for 10 MT Cold Room Construction (15 ft × 10 ft × 8 ft)

S.N.	Discribtion of works	Unit	Rate	Quantity	Amount	Source of Rate
1	**Civil Works for Shed Construction:** Site preparation, foundation works, concrete works, floor finishing, steel structure fabrication and erection, CGI roofing, signboard installation, and fencing works.				**150,000.00**	जिल्ला दररेट
2	**Insulation Materials**					कृषि मन्त्रालयको कृषि विकास कार्यक्रम संचालन सम्बन्धि कार्यविधि २०८१ बाट दररेट लिइएको
2.1	Providing and fitting PUF sandwich ivory or white color wall panel of thickness 75 mm, exterior and interior sin of 0.4-0.5 mm PPGI with PUF core insulation of density 45-50 kg/m3, base metal width 1105 mm and effective width 1 mm, length 2m-13m of approved color and thickness with its accessories such as (ubar, joint bar, comer bar, screw, screw cap, color piece, projection gable, sealing materials) Cold room size 15*10*8 cubic feet					
	Long wall			240		
	Short wall			160		
	Top roofing			150		
	Deduction (size of door)			-21.5168		
	Total	Sqft	559.35	528.4832	295,607.08	
2.2	**Supply and complete installation of door** 1*2 m size with all its necessary hardware and accessories	No.s.	54,240.00	1	54,240.00	
	Insulation Materials				**349,847.08**	
3	**Refrigeration works**					
3.1	Supply and installation of reciprocating/ scroll type compressor of make emerson/ danfoss eq. make working refrigerant R410a, R134a or equivalent having cooling capacity (18000 to 24000) Btu/hr (at 4 degree celsius evaporation and condensation at 45 degree celsius) forced air cooled condenser with fan, copper tubings embeded with aluminium fins GI body powder coated painted, oil separator, liquid receiver, solenoid valve, filter dryer sight glass, e.t.c. all complete necessory accessories as per site incharge.	No.s.	144,280.00	1	144,280.00	

S.N.	Discribtion of works	Unit	Rate	Quantity	Amount	Source of Rate
3.2	Supply and installation of indoor evaporator unit (blue cold/carier/euro air) pure copper tubings thermostatic expansion valve of make danfoss/ emerson aluminium powder coated body with stainless steel SS 304 tray, energy efficient multiple propellor type axial fan 2 no per unit all necessary accessories as per site incharge	No.s.	79,100.00	1	79,100.00	
3.3	Installation of refrigeration system with necessary hardwares and accessories	No.s.	16,950.00	1	16,950.00	
3.4	Refrigeration control pannel microprocessor-based temperature indicator and automatic temperature controller, temperature setting up/down limit control, user parameter and administration menu setting up/down limit control, user parameter and administration menu setting automatic and manual control function, intelligent compressor protection.	No.s.	28,250.00	1	28,250.00	
3.5	Supply and wiring or installation of vapour proof lights 2 no in each chamber	No.s.	1,600.00	1	1,600.00	
	Refrigeration works				**270,180.00**	
4	**Indoor Accessories**					
4.1	Supply and installation of humidifier, centrifugal, mist size 5-10 micron, single phase 70–90-watt capacity 5-6 ltr/hr dimensions 350*350*360 mm weighs 8 kg air flow 165 m3/hr, water level auto control	No.s.	81,200.00	1	81,200.00	
4.2	Carbon dioxide and fresh air damper 2 inline blower 150 CB (Indoor Air Quality Maintain)	No.s.	45,200.00	1	45,200.00	
4.3	Supply and installation of pressure relief valve suitable of room (equalizes air pressure between the inside and outside)	No.s.	6,000.00	1	6,000.00	
	Indoor Accessories				**132,400.00**	
5	**Electricals**					
5.1	Electrical control panel on off switch with indicators, contactor, phase indicator with preventor, MCB, protective overload relay fuse etc. complete, 3 no 15-amp MCB (single phase) for external equipment's, lights, motors, fan etc. in cleaning grading area	No.s.	18,080.00	1	18,080.00	
5.2	Installation charges	L.s.			5,000.00	
	Electricals				**23,080.00**	
6	**Transportation charges**	L.s.			**10,000.00**	
	Total				**935,507.08**	

१५. निष्कर्ष

संघीय सरकार, प्रदेश सरकार र स्थानिय सरकारवाट देश भरि विभिन्न क्षमताका (साना, मझौला र ठूला) शीत भण्डारहरु निर्माण भएका छन्। सार्वजनिक नीजि साझेदारीमा निर्माण भएका यस्ता शीत भण्डारहरु मध्य केही मात्र पूर्ण क्षमतामा संचालन भएका हुन् भने अधिकांश शीत भण्डारहरु यात आंशिक क्षमतामा संचालन भएका छन् यात विविध कारणहरुले बन्द भएको अवस्थामा छन्। यद्यपि, कृषि उत्पादन, आपूर्ति श्रृङ्खला व्यवस्थापन र आर्थिक गतिविधि सुधारका सन्दर्भमा नेपालमा शीत भण्डार कार्यक्रम महत्त्वपूर्ण देखिन्छ। शीत भण्डारमार्फत् फलफूल, पुष्प, तरकारी लामो समयसम्म ताजा राख्न मद्दत पुगेको, मौसमी उत्पादनको दीर्घकालीन भण्डारणमार्फत प्रतिस्पर्धी बजार मूल्य प्राप्त भएको, खाद्य सुरक्षामा सुधार भएको, उत्पादन तत्काल बेच्नुपर्ने बाध्यता न्यून भई अधिक लाभ प्राप्त हुने अवसर प्राप्त भएको, निर्यात प्रवर्धन गर्न सहयोग मिलेको, उत्पादक, वितरक र खुद्रा विक्रेताबीचको आपूर्ति व्यवस्थापन, जनशक्तिका लागि रोजगारीको अवसर प्राप्त हुनुका साथै वैज्ञानिक भण्डारण प्रणालीलाई प्रवर्धन भई कृषिमा आधुनिकिकरण गर्न अवसर रहेको लगायतका सकारात्मक पक्षहरू रहेका छन्। शीत भण्डारको निर्माण गर्नुपूर्व सम्भाव्यता अध्ययन गरी शीत भण्डारको आवश्यकता हुने स्थानमा मात्र शीत भण्डारको निर्माण गरी सञ्चालन गर्नुपर्दछ। शीत भण्डारमा राखिने कुनै पनि वस्तुको SOP (Standard Operating Procedure) नभएको, SOP बिना वस्तु भण्डारण गर्दा गुणस्तरमा ह्रास हुने र Storage loss हुने सम्भावना बढी हुने भएकाले बाली/वस्तु अनुसारको छुट्टाछुट्टै SOP बनाउनुपर्ने र अनुसन्धानमा जोड गर्नुपर्ने देखिन्छ। बाली/बस्तुको उत्पादनको Surplus अवस्था, विजुली (३-Phase) को अनिवार्य उपलब्धता, बाटोघाटो तथा पानीको व्यवस्था, जमीनको उपलब्धता एवं वातावरणीय पार्ने प्रभाव मूल्याङ्कन जस्ता शर्तहरूको पूर्ण परिपालना गरी शीत भण्डार गृहको निर्माण र संचालन गर्नुपर्ने देखिन्छ। सम्भाव्यता अध्ययनका आधारमा उपयुक्त स्थानमा निर्माण गर्ने, निर्माण भइसकेकाको हकमा पूर्ण क्षमतामा सञ्चालन गर्ने, अधुरा पूर्वाधारहरु समयमै सम्पन्न गर्ने, सञ्चालन मोडालिटी तयार गरी कार्यान्वयन गर्ने, दक्ष कामदार स्वदेशमै तयार गर्न प्राविधिक तालिमका साथै सीप विकास कार्यक्रम सञ्चालन गर्ने, शीत भण्डारको विद्युत महसुल छुट दिने विषयमा नीतिगत निर्णय गर्ने लगायतका सुझावहरू कार्यान्वयन गरी शीत भण्डारको निर्माण, सञ्चालन र उपयोग गर्नुपर्दछ। साथै, शीत भण्डारको सफल सञ्चालन र व्यवस्थापनका लागि आवश्यक पर्ने कृषि इन्जिनियरिङ सेवाको जिल्ला र स्थानीय तहमा संस्थागत व्यवस्थाको ग्यारेन्टी गरिनुपर्छ।

१६. सन्दर्भ सामग्री (Bibliography)

- Chand, J & Shrestha, S 2025. Status & Effectiveness of Cold Rooms/ Cold Chambers Established Under PMAMP.
- Engineers India research Institute 2025, Available at: https://www.scribd.com/document/489534911/PROJECT-REPORT-ON-COLD-STORAGE- UNIT-FRUITS-VEGETABLES.
- FAO, Available at: https://www.fao.org/4/i0782e/i0782e01.pdf
- Government of Kerala 2016, REFRIGERATION & AIRCONDITIONING (RAC) Reference Book, Available at: https://scert.kerala.gov.in/wp-content/uploads/2020/06/rac.pdf.
- Hoffmann, TG et al. 2025, Challenges and future perspectives in postharvest cold storage: technological review on sustainable and efficient cold storage of fresh produce, Food Research International, Volume 221, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117406.
- Jtech Institute 2026. Available at: https://www.jtech.org/refrigeration-cycle-explained/.
- Makule, E et al., Horticulture 2022, 8, 776. https://doi.org/10.3390/horticulturae8090776.
- NEPCOOL 2026, Available at: https://www.nepcool.com.np/blog/benefits-of-cold-storage-for- vegetables-and-fruits
- TORR Engineering Limited 2025. Available at: https://www.torr engineering.com/the-refrigeration-cycle/.

Government of Nepal

Ministry of Agriculture, Forests and Environment

National Agriculture Modernization Program

Program Management Unit

Khumaltar, Lalitpur