

## परिचय

### १. परिचय

जलवायु परिवर्तनका न्युनीकरणका लागि उपयुक्त र प्रभावकारी पद्धतिको रूपमा रेड अवधारणाको विकास भए देखिनै नेपाल लगाएत कम विकसित देशहरूका लागि वन कार्वन व्यापारमा सहभागी हुन पाउने अवसर प्राप्त भएको छ। रेड अवधारणाको बहस सगै नेपालले विभिन्न तयारी कार्यहरू गर्दै आएको छ। हालसम्म नेपालले रेड अवधारणामा आधारित रहि रेड निति तथा रणनितिको मस्यौदा तयारी, पूर्व तयारी योजना आसय पत्र (R-PIN) एवं पूर्व तयारी प्रस्तावना (Readiness Preparation Proposal) तयार गरी सकेको छ। रेड संयन्त्र कार्यान्वयनका लागि वन विनास न्युनीकरण मार्फत कति मात्रामा कार्वन उत्सर्जन कटौती भयो तथा वनको दीगो व्यवस्थापनबाट कति कार्वन वृद्धि भयो भन्ने तथ्यांक आंकलन गर्न जरूरी हुन्छ। नेपालको सन्दर्भमा सवै वन क्षेत्रका लागि मान्य हुने वन कार्वन मापन मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुस भएकोले यो वन कार्वन मापन मार्गदर्शन तयारी गरिएको छ। वन भित्र तथा बाहिरका रूख विरूवाहरूको वन कार्वन मापन कार्यमा सहभागी संस्था, समूह तथा सहजकर्ताहरूलाई यो मार्गदर्शन सहयोगी हुने अपेक्षा गरिएको छ।

#### १.१ पृष्ठभूमी

संयुक्त राष्ट्रसंघीय जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी प्रारूप महासन्धि (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) का पक्ष राष्ट्रहरूले वन विनास तथा वन क्षयीकरण न्युनीकरण मार्फत कार्वन उत्सर्जन कटौती (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation- REDD) रेड अवधारणालाई जलवायु परिवर्तनको महत्वपूर्ण न्युनीकरण पद्धतिको रूपमा अवलम्बन गरेको छ (Bali Roadmap 2007)। नेपाल लगायत विकासशिल राष्ट्रहरूले यस अवधारणा सम्बन्धि विभिन्न नमूना कार्यक्रमहरू कार्यान्वयन गर्दै आएका छन्। नेपालले रेड कार्यान्वयनको प्रारम्भिक चरणको क्रममा विश्व बैंकसँगको सहकार्यमा वन कार्वन साभेदारी सहूलियत (Forest Carbon Partnership facility) अन्तरगत पूर्व तयारी प्रस्तावना (Readiness Preparation Proposal) कार्यान्वयन गर्दै आएको छ भने नेपालले UN-REDD को सदस्यता प्राप्त गरी सकेको छ।

अन्तरराष्ट्रिय निकायहरूको आर्थिक सहयोगमा नेपालमा रेड सम्बन्धि विभिन्न कार्यक्रमहरू सञ्चालन भई रहेका छन् । यसै सन्दर्भमा ICIMOD, ANSAB / FECOFUN को सहकार्यमा रेडका माध्यमबाट सामुदायिक वन व्यवस्थापनमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (Design and Setting up of a Governance and Payment System for Nepal's Community Forest Management under REDD) तथा विश्व वन्य जन्तु कोष (WWF) ले Reducing Poverty through REDD: Early Action गर्ने उद्देश्यले कार्यक्र कार्यान्वयन गर्दै रहेका छन् । यी कार्यक्रमहरूले परियोजना कार्यान्वयन गर्ने सन्दर्भमा वन कार्वन मापन विधिको विकास गरी वन कार्वन आँकलन गरि रहेका छन् । यसका अतिरिक्त विभिन्न अध्ययन अनुसन्धान संस्था र अध्ययनकर्ताहरूले पनि स-सानो स्तरमा वन कार्वन मापन विधिको तयारी तथा अवलम्बन गर्दै आएका छन् ।

रेड अवधारणालाई वन विनास न्युनीकरण मार्फत कार्वन उत्सर्जनमा कटौती गर्ने अति छिटो, सस्तो र किफायती माध्यमका रूपमा लिइएको छ । यद्यपी जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी अन्तरसरकारी निकाय (Intergovernmental Panel for Climate Change-IPCC) ले निर्धारण गरेका मापदण्ड पुरा गरी वन कार्वन मापन गरेको विधिलाई मात्र कार्वन व्यापारको लागि गरिने प्रमाणिकरण प्रक्रिया स्वीकार्य हुन सक्ने हुँदा रेड कार्यान्वयन प्रकृत्यामा प्राविधिक पक्षको महत्वपूर्ण भूमिका रहेको हुन्छ । यसका साथै रेड कार्यक्रम कार्यान्वयन आधारभूत चरणको रूपमा मानिने वन कार्वन अनुगमन, अभिलेखिकरण र प्रमाणिकरण (Monitoring, Reporting and Verification- MRV) प्रकृत्यामा वन कार्वन मापनका लागि अवलम्बन गरेका विधि र पद्धतीहरूले अति महत्व राख्दछ । MRV सम्बन्धी कार्य तेश्रो पक्षमार्फत गरिने र सो पक्षले प्रामाणित गरिसकेपछि मात्र उक्त वन कार्वन व्यापारका लागि स्वीकार्य हुन सक्ने प्रावधान भएकोले पनि कार्वन व्यापारका लागि IPCC ले वन कार्वन मापन सम्बन्धी निर्धारण गरेको मापदण्ड पुरा गर्नु पर्दछ । नेपालमा पनि राष्ट्रिय रूपमा मान्य हुने खालको वन कार्वन मापन मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुस गरी ICIMOD, ANSAB, FECOFUN तथा WWF र Winorck International ले विभिन्न परीक्षण क्षेत्रका लागि तयार गरी अवलम्बन गरेका वन कार्वन मापन सम्बन्धी मार्गदर्शन र IPCC ले निर्धारण गरेका मापदण्डहरूलाई समेत मध्यनजर गरी रेड-फरेष्ट्री तथा जलवायु परिवर्तन इकाई, वन अनुसन्धान तथा सर्भेक्षण विभाग, वन विभाग, (ICIMOD, ANSAB, FECOFUN, WWF) नेपाल वन प्राविधिक संघ तथा नेपाल रेञ्जर संघको संयुक्त प्रयासमा बहुसरोकारवालाहरूसंगको वृहत छलफल तथा अन्तरकृयाबाट नेपाल सरकार, वन तथा भू-संरक्षण मन्त्रालय रेड-फरेष्ट्री तथा जलवायु परिवर्तन इकाईले यो मार्गदर्शन तयार गरी कार्यान्वयनमा ल्याएको छ ।

## १.२ उद्देश्य

नेपालको वन कार्वन मापन विधिमा एकरूपता ल्याई रेड लगायतका वन कार्वन व्यापारसंग सम्बन्धित संयन्त्रहरूको कार्यान्वयनमा सहयोग पुऱ्याउनु यस मार्गदर्शनको मुख्य उद्देश्य रहेको छ । यसका विशिष्ट उद्देश्यहरू निम्न अनुसारका छन् :

- वनमा रहेको कार्वनको मौजदात पहिचान गर्न र कार्वन सञ्चीतिको परिवर्तन दर पत्ता लगाउन ।
- वन कार्वनको अभिलेख राख्न तथा सञ्चित तालिका अद्यावधिक गर्न ।
- वन कार्वन मापनबाट आएका नतिजाको आधारमा वन व्यवस्थापन कार्ययोजनामा कार्वन सञ्चित सम्बन्धी प्रावधान समावेश गर्न ।

## १.३ मार्गदर्शनको उपयोगिता

यस वन कार्वन मापन मार्गदर्शनलाई निम्न अनुसार उपयोग गर्न सकिनेछ :

- वन प्रविधिक तथा तालिम प्राप्त दक्ष श्रोत व्यक्तिहरूले सन्दर्भ सामग्रीको रूपमा प्रयोग गर्न ।
- वन कार्वन मापनका लागि तालिम सामाग्रीको रूपमा प्रयोग गर्न ।
- वन कार्वन मापन सम्बन्धी अध्ययन अनुसन्धान र परीक्षण कार्यमा प्रयोग गर्न ।
- स्थानिय स्तरमा वन कार्वन मापन कार्यमा जनसहभागिता अभिवृद्धी गर्न ।
- वन कार्वन व्यापार प्रकृत्यामा सहजिकरण गर्न ।

## १.४ मार्गदर्शन तयारी प्रकृत्या

नेपालमा रेड सम्बन्धि नीति बनिरहेको सन्दर्भमा वन कार्वन मापन मार्गदर्शन पनि तयारी गरिनु पर्छ जसले गर्दा वन कार्वन मापन प्रकृत्यामा एकरूपता ल्याउन सकिन्छ भन्ने उदेश्यका साथ यस मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुस गरियो । यो कार्यलाई अगाडि बढाउनका लागि तपसिल अनुसारका चरणहरू अवलम्बन गरि यो मार्गदर्शन तयार गरिएको हो ।

## तालिका १ मार्गदर्शन तयारी प्रकृया

चरण	मुख्य कार्य	विवरण
पहिलो चरण	कार्य दलको गठन	रेड एवं कार्बन व्यापार सम्बन्धि कार्य गर्ने विभिन्न संघ, संस्थाका प्रतिनिधि
दोश्रो चरण	अध्ययन	IPCC Best Practice Guideline, 2003 र 2006, "Forest Carbon Measurement Training Guideline for REDD and Other Forest Carbon Project", "Forest Carbon Stock Measurement (Guidelines to measure carbon stocks in Community Managed Forests), Forest Inventory Guideline एवं अन्य सामाग्रीहरू
तेस्रो चरण	विषय सूची तयारी	कार्य दलको बैठकबाट
चौथो चरण	लेखन कार्य	विज्ञद्वारा
पाचौ चरण	मस्यौदा तयारी	पृष्ठपोषणका लागि कार्य दलका सदस्यहरूमा छलफल
छैठौ चरण	मस्यौदामा सुधार	पृष्ठपोषणका लागि रेड सम्बन्धि बहुसरोकारवाला मञ्चका सदस्यहरूमा छलफल
सातौ चरण	अन्तिम मस्यौदा तयारी	सुझाव समावेश गरी पृष्ठपोषण सहितको अन्तिम मस्यौदा

### १.५ मार्गदर्शनको ढाँचा

यस मार्गदर्शनलाई जलवायु परिवर्तन एवं रेड सम्बन्धी अवधारणा र नीतिगत पक्षलाई मध्यनजर गर्दै निम्न लिखित सात खण्डमा प्रस्तुत् गरीएको छ ।

#### खण्ड-१ परिचय :

यस खण्डमा वन कार्बन मापन मार्गदर्शनको पुर्वाधार, यसको उद्देश्य, उपयोगिता तथा यस मार्गदर्शनमा तयारी प्रकृया आदिबारे सामान्य जानकारी प्रस्तुत् गरिएको छ ।

#### खण्ड-२ वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण:

यस खण्डमा वन एवं परियोजना लागु भएको क्षेत्र, चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्र कसरी निर्धारण गर्न सकिन्छ सो बारे विवरण समेटिएको छ ।

#### खण्ड-३ नमुना र तरीका(Sampling and Stratification):

यस खण्डमा वन तथा परियोजना क्षेत्रका वनलाई कसरी तरीकागरि नमुना कार्य गर्न सकिन्छ सो सम्बन्धि जानकारी प्रस्तुत् गरिएको छ ।

#### खण्ड-४ तथ्याङ्क सङ्कलन विधि :

यस खण्डमा वन कार्बन आंकलन गर्नका लागि दुइ किसिमको तथ्याङ्कहरूको मापन गरिनु आवश्यक भएकोले (१) जमीनमाथि कार्बन भण्डारण हुने स्रोतहरू र (२) जमीनमुनीको कार्बन भण्डारण हुने स्रोतको मापन, सोको मापन विधि सम्बन्धी विवरण प्रस्तुत् गरिएको छ । त्यसै गरी यस विधिमा चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्रबाट कसरी तथ्याङ्क सङ्कलन गर्न सकिन्छ समेतलाई यस खण्डले समेटेको छ ।

#### खण्ड-५ तथ्याङ्क विश्लेषण विधि:

यस खण्डमा जमीनमाथि र जमीनमुनीको कार्बनको मापन गरी सङ्कलन गरिएका तथ्याङ्कहरू कसरी विश्लेषण गर्ने र वनमा रहेको कार्बन सञ्चिति कसरी आंकलन गर्न सकिन्छ भन्ने विधिबारे प्रस्तुत् गरिएको छ । यसका साथै चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्रमा सङ्कलित तथ्याङ्क विश्लेषण गर्ने विधिबारे पनि यसमा समेटिएको छ ।

#### खण्ड-६ वन कार्बन सञ्चितिको अभिलेखिकरण :

यस खण्डमा वन वा परियोजना क्षेत्र, चुहावट हुने क्षेत्र र वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको कार्बन सञ्चितिको अभिलेख राख्ने तरीकाबारे जानकारी प्रस्तुत् गरिएको छ ।

#### खण्ड-७ गुणस्तरको सुनिश्चितता :

यस खण्डमा वन कार्बन मापन गर्दा गुणस्तरको सुनिश्चितता र नियन्त्रण विधि बारेमा उल्लेख गरिएको छ ।

## वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण

### २. वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण

जुन वन क्षेत्रको कार्वन मापन गरिनु पर्ने हो सो क्षेत्रबारे प्रष्ट हुनु जरूरी छ। यहाँ रेड कार्यक्रमको सन्दर्भमा वनक्षेत्र भन्नाले कार्वन व्यापारका लागि तयारी गरिराखेको वा वन कार्वन व्यापारमा समावेस हुन प्रयास गरिराखेको योजना एवं परियोजनाले तोकेको वनक्षेत्र वा स्वतःस्फूर्त रूपमा आफ्नो वन (नीजि वा सरकारी) को वन कार्वनको संचित परिवर्तन सम्बन्धि जानकारी राख्न चाहने क्षेत्रलाई जनाउँछ। त्यसकारण यस्ता क्षेत्रको छनौट, सिमा निर्धारण एवं नक्साङ्कन हुनु आवश्यक छ।

#### २.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको छनौट

रेड प्लस कार्यक्रममा वन विनास एवं क्षयिकरण, वनमा सुधार, वृक्षारोपण तथा पुनःरोपण (Forest Enhancement, Afforestation and Reforestation) आदि क्षेत्रहरू वा यसभन्दा वाहिरका क्षेत्रहरूमा भइरहेको कार्वन संचितिको परिवर्तन मापन गरिनु पर्ने भएकोले यी क्षेत्रहरूलाई प्रष्ट रूपमा छुट्याउनु अति आवश्यक छ। यी क्षेत्रहरू भन्नाले रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्र, वन विनास तथा क्षयिकरण हुने क्षेत्र, रेड प्लस परियोजनाका लागि प्रयासरत क्षेत्र, स्वतःस्फूर्तरूपमा आफ्नो वन (नीजि वा सरकारी) को वन कार्वनको संचित परिवर्तन सम्बन्धि जानकारी राख्ने क्षेत्र र वन कार्वन चुहावट हुने क्षेत्र तथा अन्य क्षेत्र पर्न सक्छन्।

#### २.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको सर्वेक्षण र नक्सात्कन

वन कार्वन मापन गरिने क्षेत्र निर्धारण पश्चात त्यस क्षेत्रको नक्साङ्कन गर्नु पर्ने हुन्छ जसबाट उक्त वन क्षेत्रको क्षेत्रफल तथा वनको अवस्थाबारे जानकारी प्राप्त गर्न सकिन्छ। यस कार्यका लागि जि.पि.एस. को प्रयोग र सेटलाइट इमेजको प्रयोग वढि प्रभावकारी हुन्छ र वन कार्वन मापन कार्यमा वढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ। यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ।

#### २.१.१ वन क्षेत्र सर्वेक्षण कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग

वन क्षेत्रको सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन गर्नका लागि जि.पि.एस.को प्रयोग वढि उपयुक्त मानिन्छ, किनभने यसले कम समय, कम खर्च एवं कम जनशक्तीको प्रयोगमा वढि भन्दा

वढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ। जि.पि.एस.को प्रयोग वन वा रेड प्लस परियोजना क्षेत्रको को-अर्डिनेट लिने कार्य गरिन्छ र यसलाई वनको नक्साङ्कन गर्नमा मात्र होइन, वनको तरीकागर्न, नमुना प्लट स्थापना गर्न तथा अरू क्षेत्रहरू छुट्याउने कार्यको लागि पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ। त्यसकारण यसको नेपालको सन्दर्भमा प्रयोग, सेटिङ गर्ने विधी, जि.पि.एस. को-अर्डिनेट लिने विधी र सो को-अर्डिनेट कम्प्युटरमा डाउन लोड गर्ने जानकारी अति आवश्यक भएकोले यसबारे जानकारी यस खण्डमा गरिएको छ।

(क) नेपालको सन्दर्भमा जि.पि.एस.को प्रयोग:

जि. पि. एस. को प्रयोग गर्नु भन्दा अगाडि यसको देशको देशान्तरको आधारमा केही सेटिङ गर्ने कार्य गरिनु पर्दछ। नेपालको सन्दर्भमा यसको सेटिङका लागि तीनवटा आधारहरू तय गरिएको छ र सोही अनुसार फिल्डमा कार्य शुरू गर्नु भन्दा अगाडि यसको सेटिङ गर्नु पर्छ। ति आधारहरू अन्तर्गत पश्चिमको (दाङ जिल्ला भन्दा पश्चिम) लागि ८१, पूर्वको (सर्लाही जिल्ला भन्दा पूर्व) लागि ८७ र मध्यको लागि ८४ प्रयोग गर्ने गरिन्छ। यसका साथै यस सम्बन्धी विवरण नापी विभागको नक्सामा दिएको हुदा त्यसैलाई आधार मानी यसको सेटिङ गर्नु राम्रो हुन्छ।

(ख) जि. पि. एस. सेटिङ


जि. पि. एस.मा छ वटा पेजहरू रहेका हुन्छन् : मेन मिनु पेज, सेटलाइट पेज, कम्पास पेज, ट्रिप कम्पोजर, अल्टीमीटर र म्याप पेज। यी पेजहरूको छुटाछुटै कार्यहरू रहेको छ, तर यसमध्ये जि. पि.एस. सेटिङको लागि मेन मिनु पेज आवश्यक हुन्छ। यसको सेटिङसम्बन्धी प्रक्रिया बक्स-१ मा प्रस्तुत गरिएको छ।

#### बक्स १ : जि. पि. एस सेटिङ गर्ने तरिका

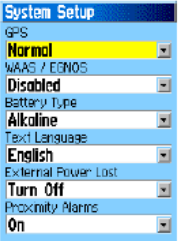

जि. पि. एस सेटिङ गर्ने तरिका :

सबै भन्दा पहिले जि. पि. एस. को पेज कि लाई चलाएर मेन मिनु पेजमा जाने।

सामान्य सेट अप : सेट अप मिनुलाई हाइलाइट गरी इन्टर थिच्ने, यस पछि सेटअप पेज देखिन्छ अनि System icon लाई highlight गर्ने र इन्टर थिच्ने अनि Roger Key को सहायताले तल देखाए अनुसारको सेटिङ गर्ने।



GPS –Normal  
 WAAS/EGNOS – Disabled  
 Battery Type – Alkaline  
 Text Language – English  
 External Power Lost – Turn Off  
 Proximity Alarms – On

यस पछि Quit Key को सहायताले पेजबाट बाहिर आउने ।  
 यसरी जि.पि.ए. सेटिङ हुन्छ ।

त्यसैगरी जि.पि.एस.को युनिट सेट अप गर्ने तरिका बक्स-२ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।  
 बक्स २ : जि.पि.एसमा युनिट. सेटिङ गर्ने तरिका

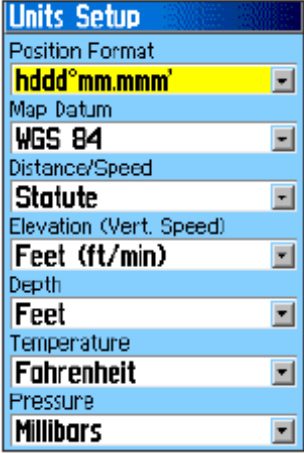
**G.P.S. Units** सेट अप गर्नका लागि:

- यस अन्तर्गत Setup Menu page मा जाने अनि Units icon लाई highlight गर्ने र इन्टर प्रेस गर्ने ।
- यस पछि Roger Key को सहायताले तल देखाए अनुसारको सेटिङ गर्ने ।

Position Format – Users UPS: आफ्नो कार्यक्षेत्र कृन् कोअर्डिनेट सिस्टममा पछि यकिन गर्ने, उदाहरणको लागि यहाँ ८४ राखिएको छ ।

Map Datum – WGS 84 (यो ठाउँ अनुसार फरक पछि, मुख्यतया नापी विभागबाट प्रकाशित नक्साबाट प्राप्त गर्न सकिन्छ ।)

Distance/Speed – Matrices  
 Elevation (vert. Speed) – Meter  
 Depth – Meter  
 Temperature – Celsius/Fahrenheit  
 Pressure – Millibars

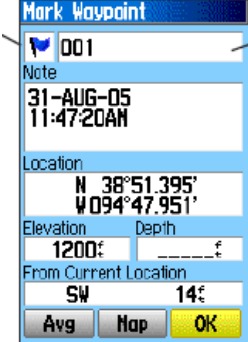


यसरी जि.पि.एस. मा unit set up हुन्छ

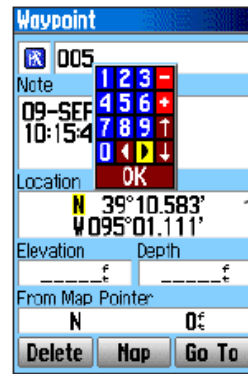
(ग) जि. पि. एस.को प्रयोग गरि को-अर्डिनेट लिने तरिका  
 फिल्डमा जि.पि.एस.को-अर्डिनेट लिने सम्बन्धी तरिका बक्स-३ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।

**बक्स ३ : जि. पि. एस. को प्रयोग गरी को अर्डिनेट लिने तरिका**

सबै भन्दा पहिले आफ्नो वर्तमान स्थानको को-अर्डिनेट नोट गर्ने वा Mark Key थिच्ने र Mark Key लाई hold गरी राख्ने जबसम्म Mark Waypoint page आउँदैन । यसका साथै screen को माथिल्लो भागमा तिनवटा डिजिट देखापर्छ ।



अनि वे प्वाइन्टको नाम के राख्ने भने देखा पर्छ, यसलाई highlight गरी इन्टर कि थिच्ने । तत्पश्चात Rocker को सहयोगले वे प्वाइन्टको नाम दिने र OK थिच्ने (आफै पनि जि. पि. एस. मा वे प्वाइन्ट राख्न सकिन्छ) अनि काम सकेपछि quit key थिचि बाहिरिने । फेरी अर्को ठाउँको वे प्वाइन्ट लिनको लागि माथि उल्लेखित प्रक्यालाई दोहराउँदै जाने र वे प्वाइन्ट मार्क गर्दै जाने ।



पछि जि. पि. एस. मा राखेको वे प्वाइन्ट पत्ता लगाउनका लागि Find Key थिच्ने र वे प्वाइन्टमा गएर आफुलाई आवश्यक परेको वे प्वाइन्टको जानकारी लिनको लागि उक्त वे प्वाइन्टलाई Highlight गरी Enter थिच्ने । यसपछि उक्त वे प्वाइन्टको जानकारी स्क्रीनमा देखाउंछ ।

**(घ) जि. पि. एस. बाट वनको परीधी (Boundary) छुट्याउने तरिका**

जि. पि. एस. द्वारा वनको परीधी छुट्याउनका लागि Tracks को प्रयोग गरीन्छ, यसले लाइन, तथा पोलिगन फिचर थाहा पाउन सकिन्छ । यो कार्य गर्नका लागि अपनाउनु पर्ने तरिका सम्बन्धी विवरण बक्स-४ मा प्रस्तुत गरिएको छ । यसरी परीधी छुट्याउनको लागि Tracks को प्रयोग गरि लिएको पोलिगन फिचरलाई आफ्ना आवश्यकता अनुसार वनक्षेत्रको नक्सा बनाउन वा खण्डीकरण कार्यको लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

## वकस ४: जि.पि.एस.को प्रयोगले वनको वाउण्डरी छुट्याउने कार्य

Track log सेट अप गर्नका लागि Menu key लाई दुई चोटी थिच्ने Main Menu page पेज खुल्छ । Track page खोल्नका लागि Tracks icon सेलेक्ट गर्ने र Enter थिच्ने । त्यसै गरी Setup button Highlight गर्ने र Enter थिच्ने यसले Track Log Setup page खुल्छ । अनि तल देखाए अनुसारका प्रकृया अपनाए Track Log Setup हुन्छ ।

Record Method – Distance

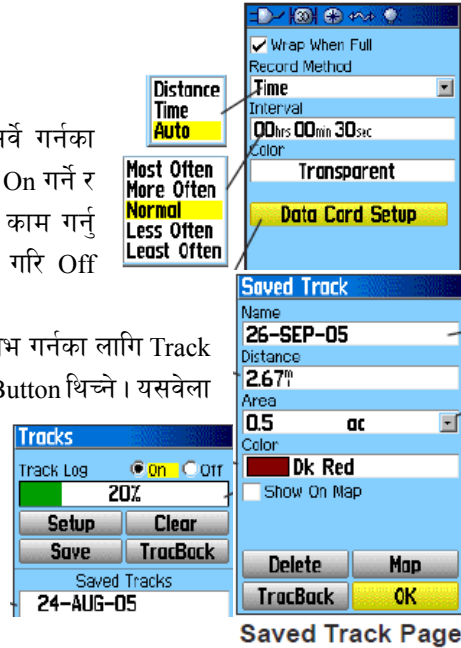
Interval – 5m

Color – Transparent

अनि वनको परीधी (Boundary)सर्वे गर्नका लागि Track Log लाई सेलेक्ट गरि On गर्ने र Enter थिच्ने । तर Track Log मा काम गर्नु छैन भने Track Log लाई सेलेक्ट गरि Off गर्ने र Enter थिच्ने ।

Track Log मा काम गरिसकेपछि सेभ गर्नका लागि Track page खोलेर activate गर्ने र Save Button थिच्ने । यसवेला एउटा मेसेज आउछ कि पुरै Track सेभ गर्ने हो, Yes वा No, सेभ गर्ने भए Yes लाई highlight गरी Enter थिच्ने । track लाई way point जस्तै सेभ गर्ने बेलामा नाम दिन सकिन्छ ।

यस पेजबाट वाहीर आउन Quit थिच्ने ।



## २.१.१ वन क्षेत्र नक्सातकन कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग

वन क्षेत्रको नक्साङ्कन गर्ने कार्य दुई किसिमले गर्नु उपयुक्त हुन्छ । ति हुन: जि. पि. एस. को प्रयोग गरि ल्याइएको को-अर्डिनेटको प्रयोगले र उक्त क्षेत्रको Satellite Image को प्रयोग गरेर । यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ ।

### (क) जि. पि. एस. बाट को-अर्डिनेट डाउन लोडिङ गरि नक्सा वनाउने विधि:

जि. पि. एस. द्वारा रेकर्ड गरीएको को-अर्डिनेट वा वे प्वाइन्टहरूलाई दुई किसिमले डाउन लोड गर्न सकिन्छ ।

(अ) सफ्ट वेयरको प्रयोग गरेर र (आ) मैनुअलि (हातले) ।

(अ) सफ्ट वेयरको प्रयोग गरेर: अक्सर गरेर निशुल्क उपलब्ध हुने जि. पि. एस. युटिलिटी (GPS Utility) सफ्टवेयरको प्रयोग गरेर जि.पि.एस.बाट डाटा डाउनलोड गरीन्छ यस कार्यका लागि निम्नानुसारको विधी अपनाउनु आवश्यक पर्दछ :

(१) सबै भन्दा पहिले जि.पि.एस युटिलिटी सफ्टवेयर खोल्ने । क्लीक optios र क्लीक map setting गन्यो भने Option setting विन्डो खुल्छ । त्यसपछि General मा क्लीक गर्ने र तल अनुसारको Check गर्ने ।

- ✓ Track and Route Information
- ✓ Backup data set file Automatic
- ✓ Data selection

यसै विन्डोमा Loadable grid मा तल देखाए अनुसारको Check गर्ने ।

- ✓ User Grid (Nepal 87 –east)
- ✓ User Grid (Nepal 84 –Middle)
- ✓ User Grid (Nepal 81 –West)

(२) त्यसपछि map setting मा क्लीक गर्ने र तल अनुसारको Check गर्ने ।

- ✓ Way Point (symbol and Text)
  - ✓ Routes (Leg info arrowhead)
  - ✓ Tracks (Lines, start symbol and points)
  - ✓ Colours for waypoints, routes and tracks
- त्यसपछि Ok गर्ने ।

(३) वे प्वाइन्ट डाउन लोडिङको लागि

जि.पि.एस. युटिलिटीको मेन विन्डोको जि.पि.एस.मा क्लीक गर्ने, डाउनलोड अलमा क्लीक गर्ने; रा जि.पि.एस.बाट सबै वे प्वाइन्ट कम्प्युटरमा डाउन लोड हुन्छ ।

(४) डाटम सेटिङको लागि

Coordinate Format को View मा क्लीक गरी Datum मा क्लीक गर्ने । त्यसपछि Datum Sensitive window खुल्छ । यसमा उपलब्ध Datum मध्ये India Bangladesh लाई छान्ने र क्लीक गर्ने ।

(५) फेरी Coordinate Format को View मा क्लीक गर्ने र User grid Nepal 84 लाई छान्ने ।

तत्पश्चात File मा क्लीक गर्ने र सेभ एज गरेर जुन फायल फोल्डरमा सेभ गर्नुछ सेभ गर्ने ।

अनि GPS utility बाट वाहीरीन Exit मा जाने ।

यसरी प्राप्त (डाउनलोड गरीएको वे प्वाइन्टबाट) भएको को-अर्डिनेटबाट कम्प्युटरमा ArcView, Erdas, ILWIS सफ्टवेयर प्रयोग गरेर नक्सा बनाउन सकिन्छ ।

(आ) मैनुअली (हातको सहायताले):

फिल्डमा जि.पि.एस. द्वारा को-अर्डिनेट लिदा जि.पि.एस.मा सेभ गरीन्छ वा फिल्डवुकमा पनि रेकर्ड गरिन्छ । त्यसरी प्राप्त को-अर्डिनेटलाई Excel sheet मा इन्ट्री गरिन्छ र त्यसलाई सेभ एज गरेर DBF4 वा Text (tab delineated) मा सेभ गरिनु पर्छ । तत्पश्चात् आफुलाई सजिलो लागेको ArcView, Erdas, ILWIS जस्ता सफ्टवेयरको प्रयोग गरेर नक्सा बनाउन सकिन्छ । तर मैनुअली (हातले) जि.पि.एस. बाट को-अर्डिनेट कम्प्युटरमा इन्ट्री गर्दा गल्ती हुने संभावना बढी हुने भएकोले सतर्क हुनु जरूरी हुन्छ ।

### २.१.२ नक्साकतन कार्यमा स्याटेलाइट इमेजको प्रयोग

रेड कार्यक्रम अन्तर्गत Monitoring, Reporting / Verification (MRV) कार्यले ठूलो महत्व राख्ने भएकोले सोको लागि भरपर्दो वन कार्वन मापन कार्य अति आवश्यक छ । यस सन्दर्भमा Satellite Image को प्रयोग जसलाई खास गरि नक्सा तयार गर्ने क्लासीफिकेसन गरी खण्डीकरण गर्ने कार्यमा एवं फिल्डको कार्वन संचित परिवर्तनसंग सम्बन्ध देखाउनका लागि गर्न सकिन्छ । वास्तवा रिमोट सेन्सीडको प्रयोग MRV कार्यका लागि अति वैज्ञानिक मानिएको हुनाले सोका लागि उपयुक्त इमेजको छनौट र प्रयोग वन कार्वन मापन कार्यमा गरिनु उपयुक्त हुनेछ ।

क) इमेजको छनौट:

इमेज छनौट कार्य उपलब्ध रहेको श्रोत तथा साधनमा भर पर्ने कुरा हो । तर कार्वन व्यापारका लागि MRV जस्ता कार्यका लागि विश्वासिलो आधार तयार गरीनु आवश्यक छ जसले गर्दा मात्र कार्वन व्यापार तथा रेड कार्यको लागि सहज हुन सक्छ । वास्तवमा MRV कार्य तेश्रो पक्षले गर्ने प्रावधान रहेकोले कार्वन विक्रेता र क्रेता दुवै पक्षलाई मान्य हुने खालको MRV System हुनु आवश्यक छ । त्यसकारण यो कार्यमा Remote Sensing तथा GIS को प्रयोग बढि वैज्ञानिक मानिन्छ तर यसका लागि लाग्ने खर्चलाई समेत विश्लेषण गरिनु पर्छ ।

रेडमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (ICIMOD, ANSAB, FECOFUN) अन्तर्गत High Resolution (0.5m) को Geo eye इमेजको प्रयोग गरेको छ भने विश्व वन्यजन्तु कोषको रेड कार्यक्रमले Medium Resolution (15m-PAN, 30-bands 1-5: visible र IR, band6 thermal band-60m resolution) को Landsat TM (Thermal Band

सहित) इमेजको प्रयोग गरेको देखिन्छ । यदी हामीसँग श्रोत तथा साधन उपलब्ध छ भने High Resolution को Geo eye नभए Medium Resolution को Landsat TM (Thermal Band सहित) free Image को प्रयोग गरीनु उचित हुनेछ । Landsat TM (Thermal Band सहित) free Image website [earthexplorer.usgv.gov](http://earthexplorer.usgv.gov) बाट प्राप्त गर्न सकिन्छ । तर इमेज छनौट गर्दा सकभर Cloud तथा Haze free इमेज छनौट गर्नु उचित हुनेछ । यसका साथै इमेज प्राप्त गर्दा मिति तथा समय समेत नोट गरीनु उचित हुन्छ जसले गर्दा इमेज वर्गिकरण (Classification) तथा Indices तयार गर्नमा सहयोग गर्दछ (Horn J.A. etal, 2001) ।

### ख) इमेज प्रोसेसीड कार्य

नयाँ इमेजमा काम गर्दा सवै भन्दा प्रारम्भिक कार्य इमेज प्रोसेसिड हो, जस अन्तर्गत नयाँ इमेजलाई Universal Coordinate System थाहा भएको इमेजसँग सम्बन्ध स्थापित गरिन्छ । यसका लागि इमेज प्राप्त गरीसकेपछि geo-referencing तथा geo-coding गर्नु अति आवश्यक छ (Bekker et al, 2004) ।

इमेज प्राप्त गरीसकेपछि georeferencing कार्य शुरू गर्नु अगाडि उपलब्ध भए सम्म Cosmetic (Line dropouts, line striping and random noise or spike noise) र Atmospheric correction (haze, sun angle and shade-topographic) गरीनु उचित हुन्छ किनभने यस कार्यले इमेज वर्गिकरण तथा अन्य कार्य गर्दा हुन सक्ने Error लाई कम गर्नमा सहयोग गर्दछ । यस सन्दर्भमा इमेज दर्ता प्रकृया (Image Registration Process) द्वारा इमेजलाई AffineTransformation मार्फत ILWIS सफ्ट वेयरमा georeferencing गर्न सकिन्छ । यस कार्यका लागि पांचवटा Ground control points को प्रयोग गर्नु पर्दछ र यसमा सकभर एक पिक्सेल (Pixel) अर्थात Land Sat TM Image को प्रयोग गरीएको छ भने ३० मी. भन्दा कम Root Mean Square Error (RMSE) हुने गरी georeferencing गर्नु उचित हुनेछ । तत्पश्चात् georeferenced इमेजलाई nearest neighborhood interpolation method द्वारा geocoding गर्नु पर्छ । यस पछि यस इमेजलाई यदि Normalized Differences Vegetation Index (NDVI) Image मा लगी काम गर्यो भने पछि हुन सक्ने Error लाई कम गर्न सकिन्छ यस्ता कार्यले इमेजलाई Enhance गरिदिन्छ र Image classification जस्ता कार्यलाई सहज बनाई दिन्छ ।

हुनत LiDAR (Light Detecting and Ranging) प्रविधि प्रयोगमा ल्याउनु वन कार्वन मापनको कार्यमा बढि भन्दा बढि सत्यता (Precision) प्राप्त गर्नु हो तर यो प्रविधि धेरै महगो छ । त्यसकारण LiDAR प्रविधिबाट लिएको Image लाई Satellite Image सँग

मिश्रण गराइ रेडको काममा प्रयोग गर्नु भन्ने यस्तो खर्चलाई कम गर्न सकिन्छ । जवसम्म LiDAR Satellite प्रणालीमा जादैन् तवसम्म यसको प्रयोग त्यति सहज छैन । यसका साथै यस कार्यमा राडार (Radio Detection and Ranging-RADAR) प्रविधिको प्रयोग पनि गर्न सकिन्छ ।

### २.१.३ वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक सामग्री तथा सफ्टवेयर

वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामग्रीहरू र सो कार्यका लागि प्रयोग हुने सफ्टवेयरहरू सम्बन्धी जानकारी तालिका-२ मा प्रस्तुत् गरिएको छ ।

तालिका २: वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामग्रीहरूको विवरण

क्र.सं.	सामग्रीहरू	उद्देश्यहरू
१.	इमेज (Landsat TM or High resolution)	नक्सा तयारी गर्न
२.	जि. पि. एस.	कोअर्डिनेट स्थापना गर्न तथा कोअर्डिनेट पत्ता लगाउन (नेभीगेट गर्न)
३.	खेसा नक्सा	सामान्य जानकारी पाउन
	नक्सा बनाउन, इमेज विश्लेषण गर्न तथा अन्य कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सफ्टवेयर	उद्देश्यहरू
४.	ERDAS, ArcView, ILWIS	नक्सा तयार गर्न तथा इमेज विश्लेषणका लागि वा खण्ड छुट्याउन
५.	Forest Canopy Density Mapper	इमेज विश्लेषणका लागि वा खण्ड छुट्याउन
६.	Paint, Photoshop	नक्सा तयार गर्न
७.	Microsoft Words	मर्गदर्शन तयारीका लागि
८.	Microsoft Excel	तथ्याङ्क विश्लेषणका लागि

### २.२ चुहावट हुने क्षेत्र पहिचात तथा क्षेत्र निर्धारण

वन क्षेत्र वा रेड प्लस कार्यक्रम लागु गर्ने क्षेत्र जस्तै वनमा हुन सक्ने चुहावट (Leakage) क्षेत्र छुट्याउनु त्यतिकै आवश्यक छ । यो कार्य वन क्षेत्र वा रेड प्लस कार्यक्रम लागु गर्ने क्षेत्र छुट्याउनु संगसंगै वा पछि गरे पनि हुन्छ । यो क्षेत्र छुट्याउनु भन्दा अगाडि चुहावट के हो र यो कसरी हुन्छ त्यसबारे थाहा पाउनु आवश्यक छ ।

### २.२.१ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट (Leakage) को समस्या

चुहावट भनेको रेड परियोजनाको कारण वा अन्य कुनै कारणले रेड परियोजना लागु भएको क्षेत्र बाहेकका अन्य क्षेत्रमा वन विनास तथा क्षयीकरण गरी हरितगृह ग्याँस उत्सर्जन हुन सक्ने गतिविधि हुनु हो । हाम्रो जस्तो कम विकसित मुलुकमा रेड कार्यक्रम लागु गर्दा चुहावटको समस्या देखिनु स्वभाविकै हो । रेड परियोजना कार्यक्रम शुरु गर्दा परियोजना क्षेत्रभन्दा बाहिर वन पैदावार संकलन गर्ने चाप बढ्न गई रेड परियोजनामा नै असर पर्न सक्छ । त्यसकारण यसका समस्याहरूबारे थाहा पाउनु जरूरी हुन्छ । खासगरी रेड परियोजनामा चुहावटलाई दुई भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ : (क) प्रमुख चुहावट र (ख) अन्य चुहावट ।

#### क. प्रमुख चुहावट (Primary Leakage)

प्रमुख चुहावटलाई पनि दुई भागमा बाँड्न सकिन्छ ।

१. **कार्य स्थान परिवर्तन (Activities Shifting)** : यो खालको चुहावटमा समुह तथा व्यक्तिले प्रयोग गरिरहेको वन पैदावार प्रयोगमा बन्देज वा कुनै निश्चित सुधारको क्रियाकलाप लागु गर्ने भएपछि सोको प्राप्तीको लागि उनीहरूले परियोजना भन्दा बाहिरको क्षेत्र प्रयोग गर्न सक्छन् जस्तै वस्तु भाउ चरिचरणमा विना विकल्प रोक लगाइयो भने अर्को क्षेत्र प्रयोग गर्ने, काठ दाउरा संकलनको लागि परियोजना बाहिरको वनक्षेत्र प्रयोग गर्ने आदि हुन सक्छ ।

२. **वन पैदावार प्राप्तिको लागि अर्को श्रोतको प्रयोग (Out sourcing)**: यस्ता खालको चुहावट खास गरेर व्यक्ति वा समूहलाई आवश्यक पर्ने वन पैदावार प्राप्त गर्न परियोजना क्षेत्रमा रोक लगाइयो भने सोको आपुर्तिको लागि समूह वा व्यक्तिले वन पैदावार प्राप्त हुने अर्को श्रोतको खोजी गर्दछन् जस्तै: अरू समुह तथा व्यक्तिसँग किन्ने वा नीजि क्षेत्रमा रहेको वन पैदावार प्रयोग गर्ने जसले गर्दा चुहावट हुने संभावना हुन्छ ।

#### ख. अन्य चुहावट (Secondary Leakage)

यस्ता खालको चुहावटलाई दुई भागमा बाँड्न सकिन्छ ।

१. **वन पैदावारमा अकस्मिक मुल्य वृद्धिको वजारमा प्रभाव (Market effect)** : कहिलेकाँही वजारमा वन पैदावारको माग अचानक बढ्न गई सोही अनुसारको मुल्यमा पनि वृद्धि हुन जान्छ र यस्तो वेलासा विभिन्न श्रोतहरूबाट वन पैदावार आपुर्ति गरीन्छ, परिणामतः बढि चुहावट हुन सक्छ ।



२. जीविकोपार्जनका विकल्प सम्बन्धी कार्यक्रमको अभाव (Lack of livelihood options): वन विनास तथा वन क्षयीकरणलाई कम गर्नका लागि यदि कुनै निश्चित क्षेत्रमा जीविकोपार्जनका कार्यक्रम ल्याइन्छ र त्यो कार्यक्रम अरू क्षेत्रमा लिएको छैन भने जीविकोपार्जनका कार्यक्रम लागु नभएका क्षेत्रका उपभोक्ता तथा व्यक्तिबाट चुहावट हुन सक्ने संभावना बढी हुन्छ।

### २.२.२ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट क्षेत्र छुट्याउने

वनक्षेत्रमा हुने चुहावट पत्ता लगाउनका लागि उक्त क्षेत्रका वन उपभोक्ता तथा व्यक्तिहरूलाई आवश्यक पर्ने वन पैदावारको माग र सोको आपूर्ति तथा श्रोतबारे जानकारी लिन सक्थे भने चुहावटको क्षेत्र तथा चुहावट हुन सक्ने क्षेत्र पत्ता लगाउन सजिलो हुन्छ। खासगरी चुहावट क्षेत्र रेड परियोजना लागु भएको नजिकको क्षेत्र हुन सक्ने वटि सम्भावना हुन्छ। चुहावट क्षेत्र छुट्याउनका लागि तल उल्लेख गरिए अनुसारको चरणहरू अपनाइन्छ :

- (१) वनमा चुहावट हुने क्षेत्र छुट्याउनका लागि स्थानीय व्यक्ति तथा कार्यरत प्राविधिकहरूसँग सल्लाह लिई Participatory Rural Appraisal (PRA) विधिबाट खेश्रा नक्सा बनाई छुट्याउनु पर्छ।
- (२) त्यसपछि उक्त खेश्रा नक्सालाई आधार मानि जि.पि.एस. को सहयोगले उक्त क्षेत्रको सर्वे गरी वा Satellite Image को प्रयोग गरी सो क्षेत्रको वास्तविक नक्साङ्कन गर्नु पर्दछ।

### २.३ वन क्षयिकरण (Forest Degradation) र यसको निर्धारण

वनक्षेत्रको गुणस्तरमा ह्रास अर्थात् वनक्षेत्रबाट रूख विरूवा हटाइ त्यसको छत्र घनत्वमा कमि हुन गई वनमा क्षयिकरण हुनु हो। हुनत वनमा हुने क्षयिकरण हुने क्षेत्र निर्धारण गर्न गाह्रो छ तर यदि वनक्षेत्रमा ह्रास हुदै गई भाडी वृट्यान अर्थात् वन क्षेत्रको छत्र घनत्व निकै कम हुदै गयो वा ठुला रूख तथा पोलहरूको संख्यामा कमि हुदै गएको छ भने सो वन क्षेत्रमा वन क्षयिकरण भएको हो अनुमान लगाउन सकिन्छ।

यसरी क्षयिकरण भएको क्षेत्र निर्धारण पनि मा चुहावट हुने क्षेत्र छुट्याउने जस्तै गरि सहभागितामूलक विश्लेषण (PRA) विधिबाट पुरै वनक्षेत्रको नक्सामा क्षयिकरण हुने क्षेत्र छुट्याउने र पछि जि.पि.एस. को सहयोगले सर्वे गरि वा Satellite Image को प्रयोग गरी सो क्षेत्रको वास्तविक नक्साङ्कन गर्न सकिन्छ।

## नमूना र खण्डीकरण (Sampling and Stratification)

### ३. नमूना र खण्डीकरण (Sampling and Stratification)

नेपालको वनक्षेत्रमा नमूना लिने कार्य स्थानिय स्तरमा वनको श्रोत सर्वेक्षण गर्ने कार्यका लागि शुरूवात गरिएको हो। तथापी हाम्रो देशमा प्रत्येक १० वर्षमा हुने National Forest Inventory कार्यका लागि पनि स्याम्पलिङ गर्ने गरिन्छ।

साधारणतया नमूना संकलन कार्य नेपालमा ४ किसिमले गर्ने गरीन्छ ति हुन् : च्यान्डम स्याम्पलिङ (Random Sampling), स्ट्राटीफाइड च्यान्डम स्याम्पलिङ (Stratified Random Sampling) र सिस्टेमेटिक च्यान्डम स्याम्पलिङ (Systematic Random Sampling) र प्वाइन्ट स्याम्पलिङ (Point Sampling) हरूको प्रयोग भएको देखिन्छ। तर वन कार्वन मापन कार्यमा वटि सहिपनाको आवश्यकता पर्ने भएकोले स्ट्राटीफाइड च्यान्डम स्याम्पलिङको प्रयोगलाई नै प्राथमिकता दिनु उचित हुनेछ।

#### ३.१ स्ट्राटीफाइड च्यान्डम स्याम्पलिङ (Stratified Random Sampling)

स्ट्राटीफाइड च्यान्डम स्याम्पलिङ विधि अपनाउँदा केही प्राविधिक प्रकृयाहरू पुरा गर्नु पर्दछ। ती हुन्: वन वा परियोजना क्षेत्रलाई विभिन्न मिल्ने (Homogeneous) Strata मा विभाजन गर्ने कार्य, Strata हरूमा कति वटा स्याम्पल प्लट राख्ने सो को निर्धारण गर्ने, ती प्लटहरू नक्सामा देखाउने र त्यसपछि फिल्डमा स्याम्पल प्लटहरू स्थापना गर्ने आदि।

#### ३.१.१ वन वा परियोजना क्षेत्रको खण्डीकरण (Stratification of Forest)

साधारणतया वनश्रोत सर्वेक्षण मार्गदर्शनमा वनको खण्डीकरणको आधार वनको अवस्था, वनको क्षेत्रफल, भू-वनौट, वनमा रहेको प्राकृतिक सिमाना तथा वन व्यवस्थापनको उद्देश्यलाई मानिएको छ। समान हैसियत, अवस्था, वन घनत्व, प्रजाति, धरातलीय स्वरूपको वन क्षेत्रलाई एउटै Strata मा विभाजन गरी वनको अवस्था पत्ता लगाउने कार्य गरिन्छ तर वन कार्वन मापन कार्यमा वटि Precision प्राप्त गर्न सक्थे भने पछि रेड प्लस तथा कार्वन व्यापारको MRV कार्यमा सहयोग पुग्दछ। त्यसकारण खण्डीकरण गर्दा वटि ध्यान पुऱ्याउनु जरूरी छ।

रेड नमुना कार्य (REDD Piloting) गरी राखेका संस्थाहरू जस्तै रेडमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (ICIMOD, ANSAB, FECOFUN) ले High resolution (0.5 m resolution) को Geo eye Image प्रयोग गरी वनको स्ट्राटीफिकेसन गरेको छ (Pandey A. et al, 2010) तर यसमा Adoptive Sampling Design को प्रयोग गरि Variability कम गर्ने तरिकालाई प्राथमिकता दिएको छ, यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ। यसै गरी विश्व वन्य जन्तु कोषले वनलाई Land Sat TM Image Thermal Band सहित को प्रयोग गरी Forest Canopy Density Mapper Software को प्रयोग गरी चार वटा क्लास (0%-10%: Strata 1, 11% -40%: Strata 2, 41%- 70%: Strata 3, 71%-100%: Strata 4) मा विभाजन गरी वनको खण्डीकरणको कार्य गरेको छ।

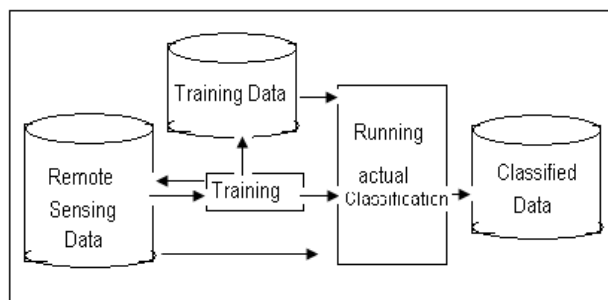
(Gurung et al, 2010)

विकल्पको रूपमा High Resolution वा Medium Resolution को Image प्रयोग गरी वनको स्ट्राटीफिकेसन गर्दा कम्तीमा चार वटा class (Very Dense- high reflection value , Medium dense, Medium / Sparse forest ) गरी वर्गिकरण गर्नु उपयुक्त हुन्छ। वनको अवस्था अनुसार वनको स्ट्राटीफिकेसन निम्न आधारहरूलाई मानेर गर्न सकिन्छ।

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| १. वनमा भएका प्रजातिको वाहुल्यता, | २. वनमा भएका रूखहरूको उचाई |
| ३. वनमा प्रजाति घनत्व,            | ४. वनको उमेर               |
| ५. वनको मोहडा (Aspect),           | ६. वनको छत्र घनत्व         |
| ७. वनक्षेत्रको गुणस्तर            |                            |

#### क) इमेज क्लासीफिकेसनको आधारमा वनको खण्डीकरण

चित्र नं १ मा देखाए अनुसारको steps अपनाई Image classification गर्न सकिन्छ। यसै Class लाई पछि खण्डीकरणको रूपमा पनि प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ।



चित्र १: इमेज वर्गिकरण गर्ने तरिका

तसर्थ Image classification गर्दा चाल्नु पर्ने कदम तल दिएको छ।

- (१) Image classification गर्दा वन क्षेत्र प्रष्ट रूपमा देख्न सकिने उचित wavelength तथा Bands कुन हो त्यस अनुसारको colour composite तयार गर्नु पर्दछ।
- (२) अनि, समान प्रकृतिको देखिने (Feature space) लाई एउटा समुह (Homogeneous group) बनाई Supervised Classification मा training process चाल्नु पर्दछ।
- (३) एक पटक एउटा Class का लागि Feature space तयार गर्ने निर्णय लिइ सकेपछि सोही अनुसार अरू class को लागि पनि कार्य गर्नु पर्छ। यस कार्यका लागि Image मा रहेको Digital Number (DN) Value लाई आधार मान्नु पर्छ।
- (४) यसरी training class बनाइसकेपछि actual classification को कार्य अगाडि बढाउनु पर्छ। यो कार्य Maximum Likelihood Classifier द्वारा उचित हुन्छ। यसरी classified नक्सा तयार हुन्छ।
- (५) यसका साथै नक्साको गुणस्तर चेक गर्नका लागि ground truth का लागि ल्याएको Reference Data संग तुलना गरेर हेर्नु पर्दछ। (Bekker et al, 2004)

#### (ख) वनको खण्डीकरणमा Adoptive Sampling Design को प्रयोग

वन सर्वेक्षण (इन्भेन्ट्री) को महत्वलाई अधिक रूपमा बढाउनको लागि आवश्यक नमूना प्लटको संख्याहरू क्रमिक रूपमा अनुकूल गर्दै लिदै जाने स्याम्पलिङ विधि नै अडाप्टीभ साम्पलिङ (Adaptive sampling Design) हो। खास गरीकन गूपीड गर्न वा खण्डीकरण गर्न गाह्रो हुने वनहरूमा यो स्याम्पलीङ विधि अपनाउने गरिन्छ। अर्थात जहाँ वनको फरकपना (Variability) छुट्याउन गाह्रो हुन्छ त्यहाँ यो विधि बढी उपयुक्त देखिन्छ। यो विधि पारम्परिक stratified random sampling भन्दा फरक हुन्छ, किनकि त्यसमा प्लट संख्या पहिला नै निर्धारण हुन्छ भने यो विधिमा स्याम्पल प्लटको संख्या र स्ट्राटा आवश्यकताअनुसार तय गर्दै गईन्छ। यसका लागि तल उल्लेख भए अनुसारको विधि अपनाउनु पर्ने हुन्छ।

- वनलाई उचाई, प्रजाति, वनको प्रकार, वा मौज्जातको आधारमा स्ट्राटिफिकेसन गर्ने। सामान्यतय ३ देखि ५ वटा सम्म स्ट्राटामा छुट्याउने।
- प्रत्येक वनको फरकपना (variability) पत्तालगाउने। पहिलेका प्रतिवेदनहरू वा अध्ययनहरूलाई आधार मानेर वनको फरकपना (variability) निकाल्न सकिन्छ। यदि त्यस्तो अध्ययन वा प्रतिवेदन नभएको खण्डमा यसै मार्गदर्शनमा

दिइएको पाइलट मापनविधि अपनाएर फरकपना (variability) निकाल्न जरूरी हुन्छ ।

- फरकपनाको (variability) आधारमा जम्मा प्लट संख्या निकाल्ने ।
- पहिलो पटकको मापनको कार्यमा सम्पूर्ण स्ट्राटाहरूमा २५% प्लटहरूको मापन कार्य गर्ने ।
- २५% प्लटहरूको आधारमा प्रत्येक स्ट्राटाको जैविक पिण्ड मौज्दात, फरकपना (variability), र शुद्धता (precision level) पत्ता लगाउने । निम्नानुसारको सूत्रको मद्दतले शुद्धता (precision level) पत्ता लाग्दछ ।

$$\text{Precision level} = \frac{SE_{ST} t_{0.05, n-1}}{X_{ST}} \%$$

जहाँ  $SE_{ST}$  standard error of stratified mean,  $X_{ST}$  is stratified mean, n is number of sample plots.

- यदि २५% प्लटहरूको आवश्यक शुद्धता (precision level- i.e.10%) दिन्छ भने पूनः साम्पलिङ गर्न आवश्यकता पर्दैन ।
- तर कुनै स्ट्राटामा शुद्धता (precision level) एकदमै ठूलो (३०% भन्दा बढी) आएको खण्डमा भने त्यस्ता स्ट्राटालाई थप विभाजन गर्न वा दुई वटा स्ट्राटालाई एउटै बनाउने । त्यसपछि नयाँ स्ट्राटाको बायोमासको मौज्दात, फरकपना (variability), र शुद्धता (precision level) पुनः निकाल्ने ।
- त्यस्तै गरी नयाँ नमुना प्लट संख्या पनि निर्धारण गर्ने र पूनः माथिकै प्रक्रिया दोहोर्‍याउने जबसम्म आवश्यक शुद्धता (precision level- i.e.10%) आउँदैन ।

### ३.१.२ नमूना प्लट निर्धारण

जुनसुकै स्याम्प्लीङ विधिमा स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारणले धेरै ठूलो महत्व राख्दछ, किनभने यसले प्रत्यक्ष रूपमा Sampling Intensity लाई असर गरि राखेको हुन्छ र स्वभाविक रूपमा Precision लाई समेत । यस सन्दर्भमा स्ट्राटीफाइड न्यान्डम स्याम्प्लीङमा २ किसिमले स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारण गरेको पाइन्छ:

(१). Proportional Allocation Method र (२) Optimum Allocation Method (Chaturbedi A. N. and Khanna L.S., 1982, MFSC, 2002) द्वारा, तर यसमा स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारण कार्यमा मा Pilot Sampling को प्रावधान रहेको र

यसले Co-efficient of Variance र Standard Error लाई प्राथमिकता दिने भएकोले यो प्रकृया बढि उपयुक्त मानिन्छ किनभने यसले बढि Precision प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

### (क) Proportional Allocation Method

यस अन्तर्गत Sampling Intensity निर्धारण गरिएको हुन्छ र सोही आधारमा पुरै वन क्षेत्र Population को लागि Sample plot को संख्या पनि निर्धारण गरिएको हुन्छ । अनि त्यसपछि वन क्षेत्रलाई विभिन्न Strata (Sample units) मा विभाजन गरि सकेपछि त्यसलाई एकिक नियमको आधारमा एउटा Stratum का लागि आवश्यक Sample plot को संख्या पत्ता लगाइन्छ । तर यो प्रकृया वन कार्वन मापन कार्यमा त्यति प्रयोग भएको पाइदैन ।

### (ख) Optimum Allocation Method

वन कार्वन सर्वेक्षण (इन्भेन्ट्री) अरू इन्भेन्ट्री कार्य भन्दा फरक छ (MacDicken, 1997) । त्यसकारण वन कार्वन इन्भेन्ट्री गर्दा नमुना स्याम्पलिङ गरी इन्भेन्ट्री कार्य शुरू गर्नु उचित हुनेछ । वास्तवमा स्ट्राटीफिकेसन गरी स्याम्पलिङ (Stratified Sampling) गर्दा एउटा खण्डमा कम्तीमा १५ वटा र्यान्डम स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने र १०० वर्ग मी. को प्लटमा रहेका ५ से. मी भन्दा बढी व्यास भएका रूखहरूको मात्र छातीको उचाइमा (१.३ मी) नाप्ने यसले Precision बढाउनमा सहयोग गर्दछ, व्यास नाप्ने र सो को रेकर्ड राख्ने । वनको विभिन्न तहमा कार्वनको घनत्व को सहायताबाट Variation अनुमान गरिन्छ ।

Co-efficient of variance (CV) = S/arithmetic mean

$$\text{यहाँ Standard deviation, } S = \sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$$

जहाँ x को अर्थ व्यास बुझिन्छ ।

CV को सहायताले तल उल्लेख भएको सूत्र प्रयोग गरी वन क्षेत्रको कुन खण्डको लागि स्थाई प्लट संख्या कति आवश्यक छ पत्ता लगाउन सकिन्छ (Saxena A.K. and Singh, J.S. 1982), जसलाई Sampling intensity पनि भनिन्छ ।

आवश्यक प्लट संख्या (n) = CV<sup>2</sup>t<sup>2</sup>/E<sup>2</sup>

यहाँ,

CV = Coefficient of variation of basal area

t = Value of Student's t-distribution Table at n-1 degree of freedom (df) बाट प्राप्त गर्न सकिन्छ, jf pilot study at 10% probability। तर यो (n-1) मा n भन्नाले परिक्षण स्याम्पलिङमा लिएको जम्मा प्लट संख्यालाई बुझ्नु पर्छ।

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

E is the Sampling error at 10%, S is the standard deviation र n भन्नाले नमुना स्याम्पलिङमा लिएको जम्मा प्लट।

यसमा ध्यान दिनु पर्ने कुरा यो कि एउटा Stratum मा Sample लिनु पर्ने आवश्यक प्लट संख्या ३० भन्दा कम हुनुहुँदैन किनभने Statistical को लागी Analysis कम्तीमा यो संख्या हुनु आवश्यक छ। (Moore S. David, McCabe P. George, 2003)

### ३.१.३ नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्ने विधि

फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्नु भन्दा अगाडि त्यसलाई नक्सामा वितरण गरिनु पर्दछ। यसका लागि खण्डीकरण गरिएको नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्दा तल अनुसारको विधी अपनाउनु आवश्यक छ।

- (१) खण्डीकरण गरिएको खण्ड वन क्षेत्रको एउटा (Stratum) लाई एउटा Sample unit मानि प्रत्येक Stratum को अधिकतम र न्यूनतम X र Y को-अर्डिनेट पत्ता लगाउने।
- (२) च्यान्डम तरीका (कम्प्युटर, क्यालकुलेटर, वा च्यान्डम नम्बरको प्रयोग गरेर) च्यान्डम नम्बर पत्ता लगाउने। अनि तल देखाएको सुत्र प्रयोग गरि प्रत्येक क्वचबतग मा लिनु पर्ने प्लट संख्यालाई आधार मानि ती स्याम्पल प्लटहरूको को-अर्डिनेट हरेक पटक च्यान्डम नम्बरको सहायताले पत्ता लगाइन्छ।

$$X = x \min + (x \max - x \min) * RN / Y = y \min + (y \max - y \min) * RN$$

X = x coordinate point of sample plot

x min = minimum x-coordinate

x max = maximum x coordinate

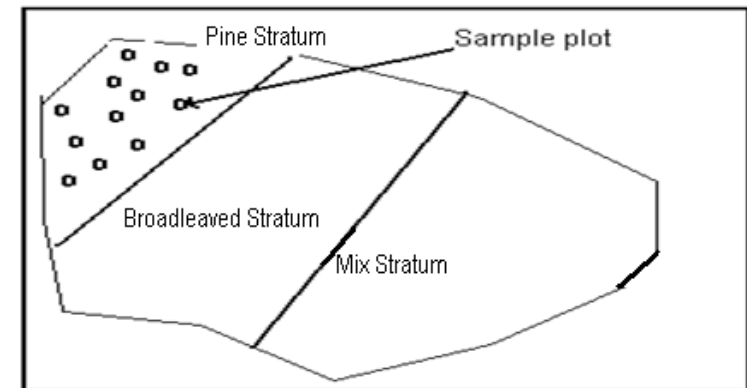
Y = y coordinates of sample plot

y min = minimum y coordinate

y max = maximum y coordinate

RN = computer generated random number

- (३) यसरी पत्ता लागेको स्याम्पल प्लटको को-अर्डिनेट नोट गरि नक्सामा देखाउनु पर्छ वा सोभै जि.पि.एस.मा लोड गर्नु पर्छ।



चित्र २: नक्सामा देखाइएका स्याम्पल प्लटहरू

### ३.१.४ फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने विधि

वन कार्वन मापन कार्यको लागि स्याम्पल प्लट एक वर्ष मात्र स्याम्पल प्लट लिई तथ्याङ्क संकलन गरेर मात्र पुग्दैन। यसका लागि वन कार्वनमा भएको परिवर्तन हेर्नु आवश्यक हुन्छ। त्यसकारण फिल्डमा स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गरिनु आवश्यक छ। यसका लागि तल अनुसारका विधीहरू अपनाउनु जरूरी छ।

- (१) नक्साबाट लिएको स्याम्पल प्लटहरूको X र Y को-अर्डिनेटहरू जि.पि.एस.मा Upload गरिनु पर्छ।

(२) जि.पि.एस.मा Upload गरिएको X र Y को-अर्डिनेटहरू प्रत्येक Stratum मा गई Navigate गरिनु पर्छ र त्यसलाई केन्द्रविन्दु मानी स्थाई प्लटको स्थापना गरिनु पर्छ, जसले गर्दा तथ्याङ्क संकलन गर्न र पछि उक्त स्थानमा पुग्न सजिलो हुन्छ किनभने साधारणतया जि. पि. एस.को Estimated Permissible Error (EPE) ५ मी. मानिन्छ तर यो ५ मी. अर्धव्यासमा रहने भएकोले यसबाट Error हुन सक्ने संभावना १० मी को दुरी (व्यास) सम्म हुन सक्छ। यसको अलावा पहाडमा जि.पि.एस.ले सजिलै संकेत प्राप्त गरी आवश्यक Precision प्राप्त गर्न कठिनाई हुन सक्छ। त्यसकारण आवश्यक Precision प्राप्त गर्नका लागि पनि त्यस प्लटमा स्थायी किसिमको चिनो प्रयोग गरिनु आवश्यक हुन्छ। यसका लागि किल्ला, मेटल ट्याग, इनामेल आदी प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ जसलाई पछि सजिलै पत्ता लगाउन सकिन्छ।

(३) स्याम्पल प्लट स्थापना गर्दा तालीका नं ३ मा देखाए अनुसारको अर्धव्यासमा रूखको घनत्वको आधारमा स्याम्पल प्लट स्थापना गरिनु पर्छ। यस सन्दर्भमा मानौं कि वनको घनत्व मध्यम खालको घना रूखहरूको अवस्था देखाउँछ अर्थात् एउटा रूखले १५-४० व. मी. देखाउँछ, भने त्यसको लागि ८.९२ मी अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट (>५ से.मी. डि.वि.एच.) का लागि त्यसै भित्र नै पहिलेका केन्द्र विन्दुलाई आधार (Nested Sample plots) मानि अर्को स्याम्पल प्लट लाभ्रा (१-५से.मी. डि.वि.एच.)का लागि ५.६४ मी अर्धव्यास र विरूवा (<१ से.मी. डि.वि.एच. गणना मात्र गर्ने) को लागि १ मी अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने। त्यस्तै गरी माटो एवं सोतर, भारपात र घाँसका लागि ०.५६ मी. अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने।

### ३.१.५ स्याम्पल प्लट साइज

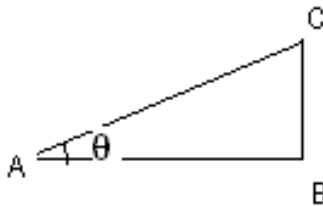
वन कार्वन मापनका लागि स्याम्पल प्लटको साइज तालीका नं ३ मा प्रस्तुत गरिएको छ।

तालिका ३: स्याम्पल प्लटको साइज

बोट बिरूवाहरूको वर्गीकरण	स्याम्पल प्लट साइज		बोट बिरूवाहरूको साइज
	अर्धव्यास (मी.)	क्षेत्रफल व.मी	
रूख र पोल	८.९२	२५०	(>५ से.मी. डि.वि.एच.)
लाभ्रा	५.६४	१००	१-५से.मी. डि.वि.एच.)
विरूवा	१	३.१४	<१ से.मी. डि.वि.एच.)
माटो एवं सोतर, भारपात र घाँस	०.५६	१	

### ३.१.५ भिरालोमा दुरी निर्धारण

भिरालो क्षेत्रलाई तल देखाए अनुसारको सूत्र प्रयोग गरेर भिरालो दुरीलाई समतल दुरीमा परिणत गरीनु पर्दछ।



चित्रमा देखाए अनुसार, मानौं कि भिरालो दुरी AC हो र भिरालो बनाएको कोण  $\theta$  छ।

त्यसकारण, समतल दुरी  $AB = AC \cdot \cos\theta$

### ३.१.६ स्याम्पल प्लटको साइज:

वन कार्वन इन्भेन्ट्रीमा स्याम्पल प्लटको साइजले Precision मा ठूलो प्रभाव पार्दछ। त्यसकारण MacDicken (1997) द्वारा प्रस्ताव गरिएको स्याम्पल प्लटको साइज सम्बन्धि विवरण तालीका नं. ४ मा प्रस्तुत गरिएको छ। यस्मा मुख्य रूपमा एउटा रूखले ओगट्ने क्षेत्रफल र रूखको घनत्वलाई आधार मानी स्याम्पल प्लट साइज निर्धारण गर्नमा जोड दिइएको छ।

तालीका नं. ४ स्याम्पल प्लटको साइज

प्लटको साइज [m <sup>2</sup> ]	प्लटको अर्धव्यास [m]	एउटा रूखले ओगट्ने क्षेत्रफल [m <sup>2</sup> ]	रूखको घनत्व
१००	५.६४	० देखि १५	धेरै घना वन, जसमा साना व्यास भएको रूखहरू वटि र ठूलो रूखहरू समान किसिमले रहेको क्षेत्र
२५०	८.९२	१५ देखि ४०	मध्यम खालको घना रूखहरूको वन
५००	१२.६२	४० देखि ७०	मध्यम खालको पातला रूखहरूको वन
६६६.७	१४.५६	७० देखि १००	पातला रूखहरूको वन
१०००	१७.८४	१०० भन्दा वटि	धेरै पातला रूखहरूको वन

त्यस्तै माटोको स्याम्पलका लागि स्याम्पल साइज Soil corer को सहयोगले ३-५ लेयर (०-१०, १०-३०, ३०-६०, ६०-९० र ९०-१५० से.मी. ) बाट माटोको स्याम्पल लिनु उपयुक्त हुन्छ।

## तथ्याङ्क संकलन विधि

### ४. तथ्याङ्क संकलन विधि

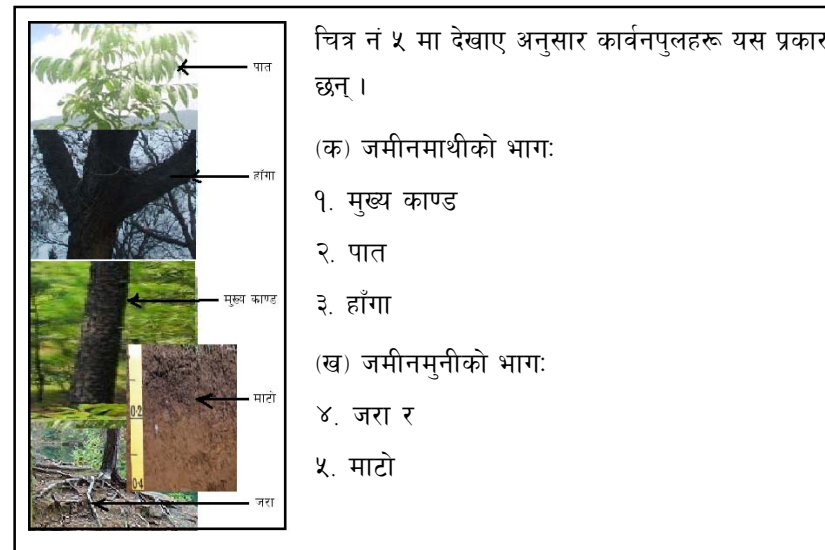
यस वन कार्वन मापन मार्गदर्शनले रेड प्लस परियोजना तथा वन क्षेत्र (वन विनास), वन क्षयिकरण एवं चुहावट (Leakage) मा हुने वन कार्वन संचित परिवर्तनलाई समेत मापन गर्न सकोस् भन्ने उद्देश्यले तयार गरिएको हुनाले तथ्याङ्क संकलन सम्बन्धि विधि सोही अनुसार अपनाउनु उचित हुन्छ। तर समग्रमा वन कार्वन मापन विधिमा कार्वन पुलहरूको मापन गर्ने गर्नु पर्दछ।

#### ४.१ वन कार्वन मापन विधि

वन कार्वन मापन विधि भन्नाले वनको कार्वन संचिति या संचितिमा हुने परिवर्तनको मापन गर्ने विधि बुझ्नु पर्दछ। यसले जमीनमाथिको र जमीनमुनीको वन कार्वन मापनलाई बुझाउँछ। यस सन्दर्भमा कार्वन पुलले ठूला महत्व राख्ने भएकोले सो सम्बन्धि जानकारी तल प्रस्तुत गरिएको छ।

#### ४.१.१ वनक्षेत्रमा हुने कार्वन पुलहरू

वनमा कार्वन मापन गर्नु भन्दा अगाडि के के नाप्ने अर्थात कार्वन पुलहरू के के छन् सो बारे जानकारी प्राप्त गर्नु जरूरी छ। मुख्य रूपमा कार्वन पुल भन्नाले चित्र नं ३ मा देखाए अनुसार पांच भागमा बाड्न सकिन्छ। ती हुन: रूखको जरा, काण्ड, पात, सोतर र माटो। IPCC २००३ को LULUCF अनुसार terrestrial carbon pool हरू ५ किसिमका छन् (IPCC, 2003)। तर कार्वन मापन कार्यका लागि वनमा रहेको सोतर वा पत्कर, घांस, भाडी तथा विरूवा आदि समेतलाई समावेश गरिनु पर्छ। साथै यी कार्वन पुलहरूका नाप्ने विधि पनि फरक हुन्छन्।



चित्र ३: वन कार्वनका पुलहरू

#### ४.१.२ जमीनमाथिको कार्वन मापन विधि

जमीनमाथिको कार्वन मापन गर्नुको अर्थ काण्ड, पात, हांगाविंगा, लाथा, विरूवा, हर्व, श्रव र लाथा, पत्कर तथा घांस, वनमा रहेको मरेको र सुकेको काठ (Dead Wood) समेतको वायोमास पत्ता लगाउनका लागि तथ्याङ्क संकलन गर्नु हो। यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ।

#### (क) काण्ड, पात, हांगाविंगाको जैविक पिण्ड:

यस कार्यको लागि रूखको व्यास तथा उचाइ मापन गर्नु आवश्यक छ। ५ से.मी भन्दा बढी व्यास भएका रूखहरूको ठीक १.३ मी. (छातीको उचाई) मा व्यासको नाप लिने र रेकर्ड राख्ने कार्य गर्नुपर्दछ (अनुसुचि १ मा देखाए अनुसार) र त्यसै गरी रूखको उचाई पनि संगसंगै नाप्दै जाने र रेकर्ड राख्ने गर्नुपर्छ (अनुसुचि २ मा देखाए अनुसार)। रूख नाप्दा घडी घुम्ने दिशामा भएको रूख नाप्दै जानु पर्दछ। त्यसैगरी रूखमा नम्वर लगाउँदै जाने कार्य गर्नु पर्दछ। तर यहाँ उल्लेख गर्नु पर्ने कुरा के हो भने वनमा रहेको रूखहरू सबै राम्रो (Class १) नै हुन्छ भन्न सकिन्न त्यसकारण तालिका नं ५ मा देखाए अनुसारको रूखको Class समेत तथ्याङ्क संकलनको टैली सिटमा उल्लेख गर्नु पर्छ। (MFSC 1992, MFSC 1994)

**तालिका ५: रूखको वर्गिकरण**

क्लास १:	हरीयो मर्न लागेको वा मरेको, खडा वा ढलेको ठोस राम्रो तना भएको रूख जसमा कुनै रोग वा घाउ चोटले बाहिरबाट दागि नदेखिने
क्लास २:	हरीयो मर्न लागेको वा मरेको, खडा वा ढलेको ठोस राम्रो तना भएको रूख जसमा धोध वा अन्य दागिले गर्दा टुप्पो ढ इन्ची व्यास सम्ममा कम्तीमा ६ फिट लामो २ वटा सोभो वा १० फिट लामो एउटा सोभो मुढासम्म आउन सक्छ
क्लास ३:	क्लास १ र २ मा नपर्ने बाँकी सबै रूखहरू

**(ख) लाश्रा, विरुवा, भ्नाडी (Herb), वुट्यान (Shrub) र लाश्रा (Poles) को वायोमास:**

तोकिएको स्याम्पल प्लट साइजमा वनमा रहेको लाश्राहरूको डि.वि.एच. मापन गर्दै टैलि सिटमा अभिलेख राख्दै जानु पर्छ तर विरूवाको हकमा मापन कार्य गर्दा तोकिएको स्याम्पल प्लट साइजमा संख्या गणना गरी उखेलेर सो को ताजा वजन लिने र त्यसलाई प्रयोगशालामा सुकाउनका लागि प्लास्टिकमा प्याक गर्ने र गर्दा पछि सुकेको वजन लिने । यही प्रकृया भ्नाडी तथा वुट्यानको लागि पनि अपनाउनु पर्दछ ।

लाश्राको जैविक पिण्ड पत्ता लगाउनको लागि तथ्याङ्क संकलन गर्दा सकभर १-५ से.मी. सम्मको डि.वि.एच.को लाश्रा काटेर ताजा वजन लिने र प्रयोगशालामा लगी सुकाउनका लागि प्लास्टिकमा प्याक गर्ने (IPCC, 2006, MFSC, 2002) । यो कार्य अलि जटिल भएकोले ३ वटासम्म स्याम्पल प्लट भित्रको प्रत्येकमा ५ वटा सम्मको वजन लिने र बाँकी गणना गरी रेकर्ड गर्दा उचित हुन्छ ।

**(ग) पतकर तथा घाँसको जैविक पिण्ड:**

माथि उल्लेखित स्याम्पल प्लटबाट पत्कर एवं घाँसको स्याम्पल फिल्डमा नै ताजा वजन लिएर एउटा प्लास्टिकमा प्याक गरी छिट्टै सुख्खा तौल आंकलनको लागि प्रयोगशालामा पुऱ्याउनु पर्दछ ।

**(घ) वनमा रहेको मरेको र सुकेको काठ (Dead Wood) वायोमास:**

स्थानीय वन उपभोक्ता तथा त्यसै क्षेत्रमा काम गर्ने प्राविधिकहरूले ढलका रूखहरू कहाँ छन् पत्ता लगाई सो को व्यास तथा लम्बाई नापी रेकर्ड राख्नु पर्दछ जसले गर्दा कार्वन परिमाण अनुमान गर्न सजिलो हुन्छ । त्यसकारण यदि कार्वन मापनमा बढि Precision प्राप्त गर्नु छ भने यसको पुरै मापन गर्नु उपयुक्त हुनेछ ।

५ से.मी. वा सो भन्दा बढी व्यास भएका खडा मृत रूख, भूईमा खसेको काण्ड तथा हांगा लगी स्थायी प्लटको पुरा साइज (२५० वर्ग मी) मापन गर्नु पर्दछ । साना हांगाहरू (२ देखि ४ से.मी. व्यासका) १०० वर्ग मी. को प्लट भित्र र , २ से.मी. भन्दा कम व्यासका मृत हाङ्गाहरूलाई १ वर्ग मी. को प्लट भित्रको मात्र नमुना लिए पुग्छ ।

**४.१.२ वनमा जमीन मुनीको कार्वन मापन विधि**

जमिन मुनीको कार्वन मापन भन्नाले रूख तथा विरूवाको जराको भाग र माटोमा रहेको कार्वनको मात्रालाई जनाउँदछ ।

**क) जराको नमुना संकलन (Root Sampling):**

जराको नमुना संकलन गर्ने स्याम्पल लिने कार्य निक्कै कठिन भएकोले विभिन्न सन्दर्भ सामग्री (Literatures) द्वारा दिइएको Default values कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग गर्ने चलन छ । तर यदि अनुसन्धान कार्य गरी राखिएको छ भने त्यस्तो अवस्थामा रूख विरूवा काटी यसका मुख्य जरा तथा अन्य जराको वजन लिएर रेकर्ड गर्नु राम्रो हो ।

**ख) माटोको नमुना संकलन:**

IPCC best practice guideline अनुसार माटोको स्याम्पल लिनको लागि निर्धारित गरिएको स्याम्पल प्लटको बीचबाट Soil corer को सहायताले माटोको नमुना संकलन गर्नु पर्दछ । Soil Corer को सहायताले ० देखि १० से.मी. सम्म, ११ देखि २० से.मी., २१ देखि ३० से.मी. सम्मको तीन तहको माटो साथै ० देखि ३० से.मी. सम्मको मिश्रित माटो गरी जम्मा ४ किसिमको माटो संकलन गरी प्रयोगशालामा ल्याउनु पर्दछ । माटोको कार्वन पता लगाउनका लागि Bulk Density को जानकारी पाउनु आवश्यक पर्ने भएकोले यसको लागि नमुना लिएको माटोको आयतन थाहा पाइराख्नु जरूरी छ (Walkley, A.E.; Black, J.A., 1934) । माटोको प्रत्येक तह (गहिराइ) को Bulk Density छुटा छुटे हुन सक्छ । माटोको Bulk Density पत्ता लगाउनको लागि तलको सूत्र प्रयोग गरिन्छ ।

$$\text{Soil bulk density} = \text{weight of oven dried soil samples} / \text{volume}$$

**४.१.३ वनमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक टिम**

तथ्याङ्क संकलनका लागि कम्तीमा ५ जनाको टोली उपलब्ध भयो भने कार्वन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्ने कार्य सहज हुन सक्छ । साथै एक दिनमा सामान्यतया ५ जनाको टोलीले बढीमा ३ वटा सम्म वन कार्वन सम्बन्धी स्याम्पल प्लटबाट तथ्याङ्क

संकलन गर्न सक्छ। यी पांच जना जनशक्तीहरूको कार्य विवरण तालिका नं. ६ मा देखाए अनुसार हुन सक्छ।

**तालिका ६ तथ्याङ्क संकलन गर्दा मानवस्रोतहरूको कार्य विवरण**

टोली सदस्य	मानवस्रोतको प्रकार	कार्य विवरण
टोली नेता	दक्ष (वन प्राविधिक/रेन्जर)	जि.पि.एस.को सहयोगले स्याम्पल प्लटको केन्द्र विन्दु पत्ता लगाउने स्याम्पल प्लटको किनार पत्ता लगाउने टिमका सदस्यहरूले गर्ने कार्यको सुपरिवेक्षण र गुणस्तर नियन्त्रण गर्ने रूखको उचाइ नाप्ने तथा माटोको नमुना लिने र सोमा चिनो लगाउने
सहयोगी	अर्ध दक्ष	रूखको व्यास नाप्ने, नापी सकेका रूखहरूलाई चिनो लगाउने,
सहयोगी	अर्ध दक्ष	विरूवा, लाश्रा, घांस, भ्रार, उडी वायोमास र पत्करको नमुना लिने
सहयोगी	अदक्ष	नमुना संकलन गर्ने, माटो खन्ने र भ्राडी सफाइको कार्यमा सहयोग गर्ने
अभिलेख कर्ता	पढे लेखेको	नमुना संकलन सम्बन्धी सम्पूर्ण अभिलेख राख्ने

**४.१.४ तथ्याङ्क संकलन फाराम तयारी र आवश्यक सामग्रीहरू**

वन कार्वन मापनका लागि बढि भन्दा Precision प्राप्त गर्नु उपयुक्त भएकोले सही तथ्याङ्क संकलनका लागि उपयुक्त फारामहरू प्रयोग गर्नु पर्दछ।

- जि. पि. एस. को-अर्डिनेटको रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची - ५ अनुसार)
- फिल्डमा जानु भन्दा अगाडी तल तालीकामा देखाए अनुसारका समानहरू छुट्याइएको छ छैन प्रष्टसंग जाँच गर्ने
- फिल्डमा रूख, पोल एवं लाश्रा (Sapling) सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची - ६ अनुसार)
- फिल्डमा विरूवा (Seedling) सोतर, पत्कर आदी सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची - ७ र ८ अनुसार)
- फिल्डमा माटो सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची - ९)

**४.१.५ तथ्याङ्क संकलनका आवश्यक सामग्रीहरू**

फिल्डमा सही ढंगले तथ्याङ्क संकलन गर्न, स्याम्पलको नमुना ल्याउन, स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गर्नका लागि तल तालिका नं ७ मा प्रस्तुत गरे अनुसारको सामग्रीहरू लानु आवश्यक छ।

**तालिका नं ७ फिल्डमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक सामग्रीहरू**

क्र.सं.	सामग्रीहरू	सामग्रीहरूको उद्देश्य
क.	स्थायी नमूना प्लटको स्थापना	
	डोरी र टेप	नमुना प्लट छुट्याउन
	चक तथा रिबन	नमुना प्लट भित्रका रूखहरू चिनो लगाउन वा चिन्न
	मेटल ट्याग	नमुना प्लट भित्रका रूखहरू स्थायी रूपमा चिनो लगाउन
	प्लटका लागि मेटल ट्याग	स्थायी नमुना प्लटको दिशा देखाउन
	इनामेल	मेटल ट्यागहरू नम्बरीड गर्नका लागि
	ट्यामर	किल्ला ठोक्न
	खन्ती र कुटो	माटो खन्ने कार्य गर्न
	किल्ला	ट्यागहरू भुन्ड्याउन
ख.	सोतर, साना विरूवा तथा घांस जम्मा गर्ने कार्य	
	प्लास्टिक वा कपडाको व्याग	सोतर साना विरूवा तथा घांसको नमूना संकलन गरी जम्मा गर्न
	चक्कु, कैची तथा आरा	काठ जस्ता नमुना काट्नका लागि
	कागजको सेतो टेप (Masking Tape)	नमूनामा पछिसम्म चिन्न सकोस भन्नका लागि
	मार्कर	नमूनामा पछिसम्म चिन्न सकोस भनी लेख्नका लागि
ग.	माटोको नमुना संकलन कार्य	
	आयतन थाहा भएको माटो कोर्ने भाडो (Soil corer)	माटोको नमुना संकलन गर्न
	मेटल स्केल	माटोको गहिराई मापन गर्न
	ट्यामर	माटोको नमुना संकलन कार्यमा प्रयोग गर्न
	तराजु (Spring Balance)	नमुना वजन गर्नका लागि
घ.	डि.वि.एच. तथा उचाइ मापन कार्य	
	डि टेप र क्यालीपर	रूखको व्यास नाप्नका लागि
	भर्टेक्स	रूखको उचाइ नाप्न तथा नमुनाको व्यास छुट्याउन
	क्लीनोमीटर	जमिनको भिरालोपना नाप्नका लागि

**४.१.६ वनमा कार्वन इन्भेन्ट्री गर्दा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरू**

- फिल्डमा जानु भन्दा अगाडि आवश्यक सामग्री पुरै लगेको छ छैन, एउटा चेक लिष्ट बनाइ चेक गर्नु राम्रो हुन्छ। साथै उक्त सामग्रीहरू ठीक ढंगले काम गर्दछ कि गर्दैन थाहा पाउनु पर्छ।



- फिल्डमा जि. पि. एस. द्वारा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्दा तोकिएको स्थानमा स्थापना (Lay out) गर्नु पर्दछ ।
- प्रयोग गरीएको फित्ता वा Vertex ले स्याम्पल प्लटको साइज कहि कम वा बढि भएको त छैन् विचार पुऱ्याउनु पर्छ ।
- व्यास तथा उचाइ मापन कार्य सावधानीपूर्वक गर्नु पर्छ र यसका लागि अनुसूचि १ र २ मा देखाए अनुसारको नियम पालना गर्नु पर्छ ।
- त्यस्तै नाप्ने प्राविधिकले सही ढंगले उच्चारण गर्नु पर्छ र रेकर्डरले पनि सही ढंगले रेकर्ड गर्नु पर्छ ।
- कार्वन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क तोकिएको ढाँचामा वा टैलिसिटमा भर्नु पर्छ ।
- IPCC (2006) sf] Best Practice Guideline अनुसारको सुत्र प्रयोग गर्नु भन्ने जमीनमाथीको सवै भागको सुख्खा वायोमास (Dry weight) एकै पटक निकाल्न सकिन्छ भन्ने नेपालमा प्रयोगमा ल्याइएको वायोमास तालिकाको प्रयोग गर्ने हो यसले ताजा वायोमास (Fresh weight) मात्र दिन्छ । तसर्थ यसको लागि हांगा र काण्डको स्याम्पल डिस र त्यसको ताजा वजन लिनु पर्दछ । यी नमुनाहरू प्लास्टिकमा प्याक गरि ल्याउन विर्सनु हुदैन ।

#### ४.२ वनमा भएको चुहावट क्षेत्रमा कार्वन मापन विधि

वन क्षेत्रमा हुने चुहावट क्षेत्र निर्धारण गरी सकेपछि यस क्षेत्रमा हुने कार्वन मापनका लागि तपसिल अनुसारको विधी अपनाउनु उचित हुनेछ ।

- (१) चुवाहत क्षेत्रलाई Straification गर्ने र माथि उल्लेख भएकै विधि अनुसार स्याम्पल लिन आवश्यक प्लट संख्या निर्धारण गर्ने ।
- (२) स्याम्पल प्लटहरूलाई स्ट्राटीफाइड च्यान्डम स्याम्पलीड विधि अपनाइ स्याम्पल डिजाइन गरि पहिले नक्सामा र त्यसपछि फिल्डमा स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने ।
- (३) स्याम्पल प्लटहरूमा स्थायी स्याम्पल प्लटहरूबाट रूख, पोल, विरूवा, लाश्रा, हर्व, श्रव, माटो आदीमा रहेको कार्वन अनुमान गर्नका लागि सो सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्ने र सो को रेकर्ड राख्ने ।

#### ४.३ वनमा भएको क्षयिकरण क्षेत्रमा कार्वन मापन विधि

हालसम्म वनमा क्षयिकरण मापन गर्ने मान्य विधि यस्तै हुनु पर्छ भन्ने कतै उल्लेख गरेको पाइएको छैन् । खासगरी वनमा क्षयिकरणको कार्य वनमा रहेको रूख विरूवाको संख्यामा

कमी आएर हुने गर्दछ जुन त्यसको छत्र घनत्व तथा संख्याको घनत्वमा परेको प्रभावबाट देखिन्छ । यसका साथै यदि त्यस वनक्षेत्रको नक्सा (इमेज) उपलब्ध छ भने, दुई फरक अवधिको नक्शा क्लासिफिकेसन गरी दुवैलाई दाँज्दा पनि वनमा भएको क्षयिकरणको आँकलन गर्न सकिन्छ । यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत् गरिएको छ ।

(क) सेटेलाइट इमेज (Satellite Image) : यदि रेड परियोजना लागु भएको क्षेत्रको इमेज छ भने त्यसलाई classification गरि वन क्षयिकरण हुने क्षेत्र छुट्याउन सकिन्छ । त्यसकारण सेटेलाइट इमेज प्राप्त गरिनु भनेको Spatial तथ्याङ्क संकलन गरिनु हो । यसपछि क्षयिकरण हुने क्षेत्रको स्याम्पल प्लट निर्धारण गर्दा जसरी जि.पि.एस. को-अर्डिनेट लिने गरिन्छ, त्यसैगरी उक्त क्षेत्रहरूको को-अर्डिनेट रेकर्ड गर्ने र वन वा परियोजना क्षेत्रमा कार्वन संचिति परिवर्तनका लागि जसरी तथ्याङ्क संकलन गरिन्छ, त्यहि विधि अपनाउने र रेकर्ड राख्ने ।

(ख) फिल्ड सर्वेक्षण (Field Inventory) : फिल्डमा आधारित विधिद्वारा वन क्षयिकरण भएको नभएको पत्ता लगाउनका लागि निम्न अनुसारको विधि अपनाउनु आवश्यक हुन्छ ।

- (१) वनको पुरै क्षेत्रको इमेज प्रयोग गरेर वा जि.पि.एस.को सहयोगले नक्शा तयार गरिएको छ भने उक्त नक्षामा फिल्डमा जि.पि.एस.को सहयोगले को-अर्डिनेट लिई वन क्षयिकरण भएको क्षेत्र छुट्याउने ।
- (२) वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रको स्याम्पल प्लट स्थापना गरि छत्र घनत्व र कार्वन संचिति पत्ता लगाउने । साथै उक्त स्याम्पल प्लटको जि.पि.एस. को-अर्डिनेट पनि रेकर्ड गर्नु पर्छ । छत्र घनत्व पत्ता लगाउन डेन्सियोमिटरको प्रयोग गर्ने तर कार्वन संचिति पत्ता लगाउन माथि अपनाइएको विधि अनुसार नै जमीनमाथीको र जमीनमुनीको कार्वन संचिति आँकलनका लागि मापन विधि अपनाई सो सम्बन्धि तथ्याङ्क लिने ।
- (३) यसरी छत्र घनत्व र कार्वन संचिति सम्बन्धि रेकर्डबाट एलोमेट्रीक सुत्र (Allometric Equation) बनाउन सकिन्छ, जुन पहिलो वर्षको र फेरी अर्को अवधिको लागि पनि हुन्छ र दुवैलाई दाँज्न सकिन्छ ।

## तथ्याङ्क विश्लेषण विधि

### ५. तथ्याङ्क विश्लेषण विधि

वन वा रेडप्लस लागु हुने क्षेत्रमा कार्वनको परिमाण कति छ भन्ने पत्ता लगाउनका लागि फिल्डबाट ल्याएको कार्वन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषणले ठूलो महत्व राख्छ। यस कार्यलाई मुख्यतः दुइ भागमा प्रस्तुत् गरिएको छ। (क) प्रयोगशालामा विश्लेषण र (ख) कार्वनका लागि विश्लेषण। यसरी वन कार्वन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषण गर्दा वन वा रेडप्लस लागु हुने परियोजना क्षेत्रमा हुने चुहावट र वन क्षयिकरण समेतमा हुने कार्वन संचिति परिवर्तन मापन गर्ने कार्य गरिने भएकोले सो सम्बन्धि तथ्याङ्क समेत विश्लेषण गर्नु आवश्यक हुन्छ।

#### ५.१ प्रयोगशालामा विश्लेषण

खासगरी काण्ड, हाँगाविगांको कुनै भाग काटेर ल्याएको सानो टुक्रा (डिस) र घांस, माटो एवं पत्करको नमुना (Sample) प्रयोगशालामा सुकाउने चलन छ। यो कार्य प्रयोगशालाको सुकाउने उपकरणको तापक्रम १०५<sup>०</sup> सेल्सीयसम्ममा स्याम्पलहरूले स्थीर (Constant) वजन नदिएसम्म राखिन्छ।

खास गरी माटोको कार्वन विश्लेषण गर्नका लागि दुइवटा विधि बढि प्रभावकारी देखिन्छ : (क) ड्राइ कम्बसन विधि (Dry Combustion Methods) र (ख) वेट कम्बसन विधि (Wet Combustion Method)। तर IPCC (2003) ले ड्राइ कम्बसन विधिको प्रयोगमा बढि जोड दिएको छ। यस विधिमा organic / inorganic carbon छुट्याउने कार्य गरिन्छ जसले गर्दा माटोमा रहेको acid हटाइ दिन्छ, र कार्वन छुट्याउन सजिलो हुन्छ। यसरी माटोको कार्वन विश्लेषण गर्ने विधिलाई Rapid Titration विधि पनि भनिन्छ (Walkey and Black, 1958)।

#### ५.२ कार्वन विश्लेषण

वनमा रहेको विभिन्न कार्वन पुलको कार्वन विश्लेषण विभिन्न विधिद्वारा गर्ने गरिन्छ। यो विधि जमीनमाथिको भाग र जमीनमुनीको कार्वन पुल अनुसार फरक पर्दछ।

#### ५.२.१ जमीनमाथिको कार्वन विश्लेषण

जमीन माथिको कार्वन भन्नाले रूख, पोल, लाश्रा, विरूवा, सोतर र घांस आदीलाई बुझाउंदछ। त्यसकारण यसमा रहेको कार्वन परिमाण पत्ता लगाउनका लागि खासगरी नेपालमा २ वटा विधि प्रयोगमा ल्याइएको छ।

(क) प्रजाति अनुसारको वायोमासको सुत्र प्रयोग गरेर र (ख) IPCC Best Practice Guideline (2006) ले दिएको सुत्र प्रयोग गरेर।

#### क. प्रजाति अनुसारको वायोमासको सुत्र प्रयोग गरेर

यस अन्तर्गत मुख्यतः दुई किसिमको विधि प्रयोग गरी वायोमास पत्ता लगाउने गरिन्छ :

१. **प्रजाति अनुसारको आयतन तालिकाको प्रयोग विधि:** यस विधिमा प्रजाति अनुसारको आयतन तालिकाको प्रयोग गरेर आयतन पत्ता लगाउने (Sharma E.R. and Pukkala T., 1990) र सोबाट आएको परिमाणलाई सो रूखको घनत्व (Density) ले गुणन गर्ने। यसले मुख्य काण्डको वायोमास दिन्छ। अनि अरू भागहरू जस्तै पात तथा हाँगाको लागि Default value प्रयोग गर्ने। यसरी नै जमीनमाथीको सम्पूर्ण भागको वायोमास पत्ता लगाउन सकिन्छ।

२. **प्रजाति अनुसारको वायोमास तालिकाको प्रयोग विधि:** विभिन्न विद्वानहरूले प्रयोग गरेको सुत्रहरू प्रयोग गरेर पनि वायोमास पत्ता लगाउन सकिन्छ। उक्त तालिका वायोमास सुत्रको आधारमा तयार गरीएको छ जसको विस्तृत विवरण अनुसुची-४ मा समावेश गरिएको छ। यसरी वायोमास सुत्रको प्रयोग गरेर पनि रूखको पात, काण्ड तथा हाँगाविगांको ताजा वायोमास पत्ता लगाउन सकिन्छ। यो वायोमासका सुत्रहरू तलको सिद्धान्तमा आधारित छ (Tamrakar P. R. , 2000)।

Regression model:  $\ln W = a + b \ln DBH$

W = Green Weight of tree components (biomass: Leaf, branches and Stem) in Kilogram

DBH = Over bark diameter at breast height (measured at 1.3 m above ground) in cm

and b = Co-efficient model (a intercept & b slope)

यो वायोमास तालिका निश्चित व्यास तथा उचाईका रूखहरूलाई समेटेर तयार गरिएको हुँदा यस तालिकाको सिमित प्रयोग मात्र गर्न सकिन्छ। यो बाहेक यस वायोमास तालिकाले ताजा वायोमास मात्र दिने भएकोले रूखको काण्ड तथा हाँगाविगांको चक्का (Dish) स्याम्पल लिनु आवश्यक छ जसबाट यसमा रहेको Moisture content थाहा

पाउन सकिन्छ। Moisture content को इकाइ नहुने भएकोले यसलाई प्रतिशतमा रेकर्ड गरिन्छ। त्यस्तै सुखा बायोमास (Dry biomass) पता लगाउनको लागि तलको सूत्र प्रयोग गर्नु पर्दछ।

सुखा बायोमास (Dry biomass) = ताजा बायोमास (Fresh biomass) X Moisture प्रतिशत।

त्यस्तै Acharya, K. P., Regmi, R. and Acharya B. (2003), Acharya B. / K. P. and Acharya B. 2004 ले प्रस्तुत् गरेको केही प्रजातीहरूको बायोमास तालिका तथा सूत्र पनि कार्वन विश्लेषणको लागि प्रयोग गरीन्छ।

यसका अतिरिक्त थप Precision को लागि रूख तथा पोलको वर्गिकरण गरिनु उचित हुन्छ। फिल्डबाट मुख्यतः रूख र पोल सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्दा सबै रूख र पोल क्लास १ मा नै नपर्न सक्छ। यस्तो अवस्थामा काण्ड र हांगाविंगाको बायोमास र सोबाट निस्कन सक्ने दाउराको मुल्याङ्कनलाई आधार मानि कार्वन विश्लेषण गर्नु उपयुक्त मानिन्छ। यस सन्दर्भमा अरू क्लासको लागि तपशिलको तालिका नं. ८ मा देखाए अनुसारको कन्भर्सन फ्याक्टर प्रयोग गरी बायोमास र कार्वन परिमाण पत्ता लगाउनु उचित हुन्छ।

#### तालिका नं. ८ कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग

क्लास	काण्डको आयतन	दाउरा चट्टा	काण्डको बायोमास	दाउराको बायोमास
क्लास १	कुनै परिवर्तन गर्नु नपर्ने	चट्टामा	आयतन x डेन्सिटी	आयतन थाहा भएको टुक्रा
क्लास २	०.६००८	(१.४३१ x आयतन)/१०००	आयतन x डेन्सिटी	दाउराको वजनलाई आधार मान्ने
क्लास ३	आयतन नहुने	आयतन/१०००		

नोट: एक चट्टा दाउरामा = ५०० क्यू.फि. हुने भएकोले यसलाई प्रजाति अनुसारको डेन्सिटी (घनत्व) ले गुणन गरे बायोमास निकाल्न सकिन्छ (MFSC, 1992, 1994)।

#### ख. IPCC ले दिएको सूत्र प्रयोग गरेर

##### १. जमीनमाथिको रूख बायोमास अनुमान (Above ground Tree Biomass Calculation)

IPCC ले दिएको सूत्र प्रयोग गरेर कार्वन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषण गरी बायोमास अनुमान गर्नका लागि तल तालिका नं. ९ मा प्रस्तुत् गरे अनुसारको एलोमेट्रिक सूत्र

प्रयोग गरिन्छ। यो एलोमेट्रिक सूत्र उक्त क्षेत्रमा हुने वर्षामा भर पर्ने भएकोले हाम्रो देशको विभिन्न जिल्लाहरूलाई तालीका नं १० अनुसार वर्गिकरण गरि सोही अनुसारको एलोमेट्रिक सूत्र प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ। साथै जिल्लाभित्र रहेका मौसम तथा वर्षाको तथ्याङ्क संकलन गर्ने केन्द्र (Weather station) बाट प्राप्त तथ्याङ्कको आधारमा पनि जिल्लालाई विभिन्न क्षेत्रमा विभाजन गरि तालिका नं. ९ अनुसारको सूत्र प्रयोग गर्न सकिन्छ। वार्षिक औषत वर्षाको आधारमा १५०० मी.मी. भन्दा कम, १५००-४००० मी.मी. र ४००० मी.मी. भन्दा बढी वर्षा हुने क्षेत्रमा पर्ने जिल्लाहरूमा वाओमास आँकलन गर्नका लागि तल दिए अनुसारको छुट्टाछुट्टै एलोमेट्रिक सूत्र प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ। यसका साथै जिल्लाहरूको वार्षिक औषत वर्षासम्बन्धि विवरण अनुसूची १४ मा प्रस्तुत् गरिएको छ।

#### तालिका नं. ९ बायोमास अनुमान गर्ने सूत्र

क्षेत्र	वार्षिक वर्षा मि मि	Chave et al. (2005) को सूत्र	Brown et al 1989 को सूत्र
Dry	<1500	AGTB = 0.112 x (pD <sup>2</sup> H) <sup>0.916</sup>	Y=34.4703-8.0671D+0.6589D <sup>2</sup>
Moist	1500-4000	AGTB = 0.0509 x pD <sup>2</sup> H	Y=38.4908-11.7883D+1.1926D <sup>2</sup> Y=exp (-3.1141 + 0.9719 ln (D2H)) Y=exp (-2.409 + 0.9522 ln (D2HS))
Wet	>4000	AGTB = 0.0776 x (pD <sup>2</sup> H) <sup>0.940</sup>	Y=13.2579-4.4845D Y=exp (-3.3012 + 0.9439 ln (D2h)) Y=exp(1.2017+0.5627lnD)

माथि उल्लेखित एलोमेट्रिक सूत्रहरूमा प्रजाती अनुसार Specific Gravity (wood density) को प्रयोग भएको पाइन्छ। त्यसकारण यहाँ पाइने रूख प्रजातीहरूको Specific Gravity (density) थाहा पाउनु आवश्यक छ जुन अनुसूची ३ मा समावेश गरिएको छ।

त्यसैगरी वर्षाले पनि एलोमेट्रिक सूत्रहरूको प्रयोगमा प्रभाव पार्ने भएकोले यसको आधारमा जिल्लाको वर्गिकरण तालीका नं १० मा देखाए अनुसार गरिनु उपयुक्त हुन्छ। साथै वर्षा सम्बन्धि विस्तृत विवरण अनुसूचि १३ मा छ।

**तालीका नं.१०: वर्षाको आधारमा जिल्लाहरूको वर्गिकरण:**

वर्षाको विवरण	वर्षाको आधारमा जिल्लाको वर्गिकरण	
१५०० मी मी भन्दा कम	वैतडी, डडेल्धुरा, अछाम, हुम्ला, जुम्ला, मुगु, डोल्पा, कालिकोट, मनाङ, मुस्ताङ,	वाँके, प्यूठान, रसुवा, खोटाङ, सीरहा, ओखलढुङगा, रूकुम, धनकुटा, दार्चुला
१५००-४००० मी मी	इलाम, पाँचथर, तेह्रथुम, सखुवासभा, काठमाण्डौं,सोलुखुम्बु, धनुषा, धादिङ, काभ्रेप्लान्चोक, मोरङ, ललितपुर, भोजपुर, भक्तपुर, वारा, दाङ, सप्तरी, सिन्धुली, रामेछाप, पर्सा, पाल्पा, महोत्तरी, रौतहट, गोरखा, सर्लाही, रूपन्देही, जाजरकोट, बझाङ,सल्यान	ताप्लेजुङ, भूपा,सुनसरी, दोल्खा, उदयपुर, कास्की, वाजुरा, सिन्धुपाल्चोक, नुवाकोट, मकवानपुर, चितवन, लमजुङ, स्याङ्जा, दैलेख, बर्दिया, तनहु, म्याग्दी, पर्वत, बागलुङ, गुल्मी, डोटी अर्घाखाँची, नवलपरासी, रोल्पा, सुर्खेत, कञ्चनपुर, कैलाली र कपिलवस्तु
४००० मी मी भन्दा बढी		

Source: Practical Action Nepal, Office, 2009

**जमीनमाथिको स्याप्लीड (लाश्रा) को वायोमास अनुमान (Above ground Tree Biomass Calculation)**

जमीनमाथिको स्याप्लीड (लाश्रा) को वायोमास अनुमान गर्नका लागि तल अनुसारको सूत्र प्रयोग गरिनु पर्छ ।

$\log(AGSB) = a + b \log(D)$  where:

Log = Natural log; [dimensionless]

AGSB = Aboveground Sapling Biomass; [kg]

a = Intercept of allometric relationship for saplings; [dimensionless]

b = Slope allometric relationship for saplings; [dimensionless]

D = Over bark diameter at breast height (measured at 1.3m above ground); [cm]

विरूवा, लाश्रा, सोतर, घांस तथा हर्वको वायोमास अनुमान गर्नका लागि:

$$LHG = \frac{W_{field}}{A} \cdot \frac{W_{subsample,dry}}{W_{subsample,wet}} \times \frac{1}{10000}$$

यसमा

*LHG* = Biomass of seedling, sapling, Litter, Herbs, and Grasses [t/ha]

*W field* = Weight of the fresh field sample of Leaf Litter, Herbs, and Grasses, destructively sampled within an area of size A; [g]

*A* = Size of the area in which seedling, sapling, litter, Herbs, and Grasses were collected; [ha]

*W subsample, dry* = Weight of the oven-dry sub-sample of Seedling, Leaf Litter, Herbs, and Grasses taken to the laboratory to determine moisture content; [g]

*W subsample, wet* = Weight of the fresh sub-sample of Leaf Litter, Herbs, and Grasses taken to the laboratory to determine moisture content; [g]

**५.२.२ जमिनमुनीको कार्वन विश्लेषण**

जमिन मुनीको कार्वन भन्नाले रूख, तथा पोल, र लाश्राको जरामा रहेको कार्वन र माटोमा रहेको कार्वनलाई बुझाउँदछ ।

**क. जराको कार्वन**

रूख तथा पोल र लाश्राको जराको कार्वन निकाल्नको लागि मुख्य काण्डमा रहेको कार्वनको परिमाणमा ०.१५ ले गुणन गर्नु भन्ने पत्ता लगाउन सकिन्छ MacDicken K (1997) । तसर्थ रूख, तथा पोल, र लाश्राको मुख्य काण्डको कार्वन परिमाण थाहा हुनु आवश्यक छ । तर विरूवा, स्याम्पल लिदा जरासमेत लिने भएकोले यस सम्बन्धी व्याख्या गर्नु आवश्यक परेन ।

**ख.माटोको कार्वन**

माटोमा रहेको कार्वन विश्लेषणका लागि तलका सूत्र प्रयोग गरिन्छ । यस सन्दर्भमा Bulk Density माटोको स्याम्पल लेयर (तह) अनुसार फरक पर्दछ । त्यसै गरी कार्वनको प्रतिशत विभिन्न तहमा फरक फरक हुन्छ । माटोमा रहेको कार्वनलाई टन प्रति हे.मा प्रस्तुत् गर्नु उपयुक्त हुन्छ । Bulk Density / Soil Organic Carbon (SOC) पत्ता लगाउनका लागि तल उल्लेख भए अनुसारको सूत्र प्रयोग गरिन्छ ।

Bulk Density (g/cc) = (oven dry weight of soil)/(volume of soil in the core).

त्यसरी नै माटोमा रहेको जम्मा कार्बन पता लगाउन निम्न सूत्र प्रयोग गरिन्छः  
 SOC= Organic Carbon Content % \* Soil Bulk Density (Kg/cc)\*thickness of horizon. (Chabbra etal, 2002)

### ५.२.३ कार्बन एवं कार्बन डाय अक्साइड आंकलन

वनमा रहेको वायोमास आंकलन गरीसकेपछि, त्यसलाई कार्बनको परिमाणमा परिणत गर्नु पर्छ। यसका लागि वायोमासलाई ०.४५-०.५५ को मानले गुणन गरीन्छ (Yang et al 2005, IPCC 2006)। तर अक्सर गरेर रूख विरूवाको वायोमासमा रहेको कार्बन परिमाण अनुमान गर्नका लागि ०.४७ ले गुणन गर्नु उपयुक्त मानिन्छ (Tewar A. Karki B. S., 2007)। पछि, यस कार्बनले वायुमण्डलबाट कति कार्बन डाइअक्साइड हटाउन सक्छ, यसका लागि ४४/१२ अर्थात ३.६७ ले गुणन गरेर पत्ता लगाइन्छ (Pearson et al, 2007)।

### ५.२.४ जम्मा कार्बन संचिति आंकलन ( Carbon Sequestration)

वनमा वा एउटा खण्डमा कार्बन संचिति कति भएको छ, पत्ता लगाउनका लागि तलको सूत्र प्रयोग गरिन्छ। तसर्थ एउटा खण्डको कार्बन संचिति पत्ता लागि सकेपछि त्यसैगरी अरू बाँकी खण्डको कार्बन संचिति पनि आंकलन गर्न सकिन्छ। अनि सबै खण्डको कार्बन संचिति आंकलन गरीसकेपछि, सबैलाई जोडेर पुरै वन क्षेत्रको कार्बन संचिति अनुमान गर्न सकिन्छ।

एउटा खण्डमा रहेको कार्बन संचिति पत्ता लगाउने सूत्र :

$$C(LU) = C(AGTB) + C(AGSB) + C(BB) + C(LHG) + C(DWS) + SOC$$

जहाँ,

$C(LU)$	= Carbon stock density for a land use category; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$C(AGTB)$	= Carbon in aboveground tree biomass; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$C(AGSB)$	= Carbon in aboveground sapling biomass; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$C(BB)$	= Carbon in belowground biomass; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$C(LHG)$	= Carbon in litter, herb & grass; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$C(DWS)$	= Carbon in dead wood & stumps; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
$SOC$	= Soil organic carbon; [Mg C ha <sup>-1</sup> ]

### ५.३ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण

वन वा रेड प्लस परियोजना क्षेत्रभित्रको तथ्याङ्क विश्लेषण गरे जस्तै गरी संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरी चुहावट क्षेत्रमा भएको वन कार्बन अनुमान गर्न सकिन्छ। त्यसैगरी

यसले रेड कार्यक्रममा कति प्रभाव पारेको छ, भने पत्ता लगाउनका लागि दुई फरक समयको कार्बन संचितिको तुलना गरिन्छ र यसको तुलनात्मक अध्ययनले चुहावटमा भएको सुधार वा वृद्धि भएको पता लगाउन सकिन्छ। यस कार्यका लागि तलको सूत्र प्रयोग गर्न सकिन्छ।

$$\text{वन कार्बन चुहावट} = \text{समय एक (पहिलो वर्ष) को कार्बन संचिति} - \text{समय दुई (दोश्रो वर्ष) को कार्बन संचिति}$$

### ५.४ वन क्षेत्रमा हुने क्षयिकरण तथ्याङ्क विश्लेषण

वनमा हुने क्षयिकरण मापन गर्ने मान्य विधि नभएको सन्दर्भमा जसरी दुई वटा आधारलाई क्षयिकरण मापन कार्यलाई अगाडि सारिएको छ र सोही अनुसार तथ्याङ्क संकलन गर्ने उल्लेख गरिएको छ, उक्त संकलित तथ्याङ्कहरूको विश्लेषण कार्यमा पनि उक्त आधारहरूलाई प्राथमिकता दिइनु उचित हुनेछ।

#### ५.४.१ इमेज विश्लेषण

वन क्षेत्रको उच्च वा मध्यम रिजोलुसनको इमेज प्राप्त छ, भने शुरूको वर्षमा इमेज क्लासीफिकेशन (वर्गिकरण) गरी जि.पि.एस.को-अर्डिनेटको सहायताले वनको अवस्था थाहा पाउन सकिन्छ। क्षयिकरण भएको क्षेत्रहरूको कार्बन संचिति सम्बन्धि संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरी क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरूको कार्बन संचिति थाहा पाउन सकिन्छ। त्यसपछि जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोग क्लासिफाइड नक्सा र कार्बन संचितिको परिमाणसंग सम्बन्ध स्थापित गर्न सकिन्छ। यसलाई आधार मानी अर्को अवधिमा फेरी वन कार्बन मापन कार्य गर्दा तुलना गरिनु पर्छ, जसले वनको क्षयिकरणमा भएको परिवर्तन थाहा पाउन सकिन्छ। अर्थात् पहिले भइरहेको वन क्षयिकरण क्षेत्रमा क्षयिकरणमा कमि आएको छ वा वृद्धि भएको छ वा अझ नयाँ क्षेत्रमा पनि वन क्षयिकरण भएको छ कि थाहा पाउन सकिन्छ। अझ यसैको आधारमा वट्टि, मध्यम र कम वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रमा वर्गिकरण गर्नु पर्छ।

#### ५.४.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्क विश्लेषण

यस तरीकामा फिल्डबाट संकलन गरी ल्याएको क्षयिकरण भएको क्षेत्रको छत्र घनत्व र कार्बन संचिति सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण गर्नका लागि तल अनुसारको विधी अपनाउनु जरूरी छ।

(१) वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रमा स्थापना गरिएको स्याम्पल प्लटबाट संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरि कार्बन संचिति पत्ता लगाउने। त्यसै गरि उक्त स्याम्पल प्लटहरूको

छत्र घनत्व कति छ रेकर्ड गरिएको हुन्छ। साथै उक्त स्याम्पल प्लटहरूको जि. पि. एस. को-अर्डिनेट पनि रेकर्ड गरिएको हुन्छ।

- (२) उक्त स्याम्पल प्लटहरूको कार्वन संचिति र छत्र घनत्वको सम्बन्ध शुरूको वर्षमा जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोगले स्थापित गर्ने। त्यस पछि अर्को अवधिमा पनि त्यै क्षेत्रको तथ्याङ्क संकलन गरिएको हुन्छ सो को विश्लेषण गर्ने।
- (३) यी दुई अवधिमा भएको कार्वन संचिति सम्बन्धि परिवर्तण दाँज्जका लागि वढि छत्र घनत्व (>५०%) छ भने वढि कार्वन संचिति र मध्यम (२०-५०%) र कम छत्र घनत्व (<२०%) छ भने सोही अनुसारको कार्वन संचिति हुने भएकोले यस अनुसार वर्गिकरण गरेर दूई अवधिको दाँजेर हे-यो भने क्षयिकरणमा भएको सुधार वा ह्रास वारे थाहा पाउन सकिन्छ।

## वन कार्वन संचितिको अभिलेखिकरण

### ६. वन कार्वन संचितिको अभिलेखिकरण (Recording of Forest Carbon)

वन कार्वन मापन प्रकृत्यामा प्रति वर्ष कार्वन संचितिमा कति परिवर्तण भएको छ सोबारे रेकर्ड राख्नु अति आवश्यक हुन्छ। यस सन्दर्भमा वन कार्वन संचिति रेकर्ड वन एवं रेड प्लस लागु हुने क्षेत्र, चुहावट हुने क्षेत्र एवं क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरूको रेकर्ड छुटा छुटै राख्नु आवश्यक छ। यस सम्बन्धी रजिस्टर र स्याम्पल प्लटको फोटोग्राफ समेत राखिनु उचित हुन्छ।

#### ६.१ वन कार्वन संचितिमा हुने परिवर्तणको अभिलेख राख्ने

वन एवं रेड प्लस लागु हुने क्षेत्रमा हुने वन कार्वन संचिति सम्बन्धि परिवर्तणको अभिलेख तल देखाए अनुसार राख्नु पर्छ।

- रजिस्टर वनाएर स्थायी प्लट सम्बन्धी विवरण रेकर्ड गरी राख्ने। यस रेकर्डमा स्थायी प्लटमा लिइएको वन कार्वन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क र सो विश्लेषणबाट निस्केको नतिजा आदी प्रत्येक अवधिको छुटा छुटै राख्नु पर्छ जसले गर्दा आगामी दिनमा कार्वन संचिति सम्बन्धी विवरण प्रष्ट रूपमा हेर्न सकियोस्। यसको नमुना अनुसुची १० मा दिइएको छ।
- त्यसै गरी आवधिक वन कार्वन संचिति नतिजाहरू संक्षिप्त रूपमा (Summary Sheet) छुटै अभिलेख राख्नु पर्छ जसले गर्दा यसमा दुई अवधिमा भएको परिवर्तनलाई दाँज्ज समिन्छ यदि परियोजना क्षेत्रमा वन कार्वन संचितिमा ह्रास आएको रहेछ भने यसमा सुधारका उपाय अपनाउनका लागि यसले पृष्ठपोषण गर्छ।
- यी नतिजाहरूलाई प्रकाशन गरिनु पूर्व समान खालको वन वा रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्रमा रहेको वन कार्वन संचिति नतिजाहरूसंग दाजिनु अति आवश्यक छ।
- वन कार्वन संचितिको अभिलेख सम्बन्धित परियोजनामा राख्नु पर्छ। साथै अनुसुची ११ मा देखाए अनुसार वन कार्वन रजिस्टर छुटै राखिनु पर्छ जसमा वन व्यवस्थापन पद्धति (forest management model) अनुसार वन कार्वन

सञ्चिति सम्बन्धि विवरण उल्लेख गरिनु पर्छ । यसको विवरण अहिलेलाई जिल्ला वन कार्यालयमा र पछि राज्यको पुनरसंरचना भई सकेपछि (सो राजनितिकि सिमानालाई आधार मान्ने) उक्त राज्यमा अभिलेख राख्नका लागि नियमित रूपमा जानकारी दिइनु पर्नेछ । तत्पश्चात जिल्ला वन कार्यालयले तालीका नं. ११ मा देखाए अनुसारको ढाँचामा प्रत्येक वन व्यावस्थापन इकाइबाट प्राप्त वन कार्वन सञ्चिति सम्बन्धि रेकर्ड जम्मा गरि नियमित रूपमा माथिल्लो स्तरका कार्यालयमा जानकारी दिने व्यवस्था गरिनु उचित हुनेछ ।

- रेड प्लस परियोजना लागु भएको वन क्षेत्रको नियमित अनुगमन जिल्ला वन कार्यालय एवं माथिल्लो निकायबाट गरिनु पर्छ र वेलावेलामा पृष्ठपोषण समेत गरिनु पर्दछ जसले गर्दा रेड प्लस परियोजनालाई सफल बनाउन सहज हुनेछ ।
- स्थायी स्याम्पल प्लटको फोटोग्राफ प्रत्येक वर्ष स्याम्पल लिएर राख्ने जसले आगामी दिनमा फोटोग्राफबाट नै वन कार्वन सञ्चितिमा भएको सामान्य परिवर्तन हेर्न सकिन्छ र साधारण वन उपभोक्ताले समेत यसबारे वढि प्रष्ट हुन सक्दछन् । यसको रेकर्ड सम्बन्धी नमुना अनुसूची १२ मा दिइएको छ ।

#### तालीका नं. ११ जिल्लाको जम्मा वन कार्वन सञ्चितिको रेकर्डको नमुना

जिल्ला: \_\_\_\_\_ रेकर्ड गरेको मिति: \_\_\_\_\_  
 रेकर्डको नाम, पद र संस्था : \_\_\_\_\_ स्थान: \_\_\_\_\_  
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण : \_\_\_\_\_ जम्मा क्षेत्रफल: \_\_\_\_\_ हे.

इलाका वा रे.पो.	वन व्यवस्थापन विधि (सा.व. वा)	मुख्य प्रजाती	जमीनमाथिको कार्वन टन		जमीनमुनीको कार्वन टन		कैफियत
			प्र. हे.	जम्मा	प्र. हे.	जम्मा	

#### ६.२ चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन सञ्चितिको अभिलेख

यसै गरि वनमा हुने चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन सञ्चितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्नका लागि माथि उल्लेख गरे जस्तै प्रकृया अपनाउनु पर्छ । अर्थात् पहिले वन कार्वन सञ्चितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख सम्बन्धित रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्रमा

राख्ने त्यसपछि सो को जानकारी नियमित रूपमा जिल्ला वन कार्यालयमा र जिल्ला वन कार्यालयले सम्बन्धित निकायमा रेकर्डको लागि जानकारी दिनु पर्छ । त्यसैगरि चुहावट हुने क्षेत्रको फोटोग्राफहरूको अभिलेख पनि राखिनु पर्छ ।

यस सम्बन्धि स्याम्पल प्लट अनुसार माथी उल्लेख गरे अनुसारको रेकर्ड गरिनु पर्छ तर समग्रमा वन कार्वन सञ्चिति परिवर्तन सम्बन्धि अभिलेख तल तालिका नं १२ मा देखाए अनुसार राख्नु उचित हुनेछ ।

#### तालीका नं. १२: चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन सञ्चितिको अभिलेख

चुहावट हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्वन सञ्चिति (टन)		
	शुरूको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरूको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
वढि प्रभावित						
मध्यम प्रभावित क्षेत्र						
कम प्रभावित क्षेत्र (शुरू भएको)						

#### ६.३ वन क्षयिकरणका क्षेत्रको कार्वन सञ्चितिको अभिलेख

वनमा हुने क्षयिकरण क्षेत्रको वन कार्वन सञ्चितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्नका लागि माथि उल्लेख गरे जस्तै प्रकृया अपनाउनु पर्छ । तर यस सम्बन्धि जानकारी इमेजको प्रयोग, फिल्डस्तरको वन कार्वन मापन र फोटोग्राफको प्रयोगमा आधारित भएको हुनाले वन क्षयिकरणको अभिलेख राख्ने तरिका फरक पर्छ । त्यसकारण यस सम्बन्धि अभिलेख दुई किसिमले राख्नु उचित हुनेछ ।

#### ६.३.१ नक्सामा वन क्षयिकरण सम्बन्धि कार्वन सञ्चितिको परिवर्तन देखाउने

वन क्षेत्रको उच्च वा मध्यम रिजोलुसनको इमेज प्राप्त छ भने शुरूको वर्षमा इमेज क्लासीफिकेसन (वर्गिकरण) गरी जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहायताले वनको अवस्था थाहा पाउन सकिन्छ । क्षयिकरण भएको क्षेत्रहरूको कार्वन सञ्चिति सम्बन्धि संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरि क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरूको कार्वन सञ्चिति थाहा पाउन सकिन्छ । त्यसपछि जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोग क्लासिफाइड नक्सा र कार्वन सञ्चितिको परिमाणसंग सम्बन्ध स्थापित गर्न सकिन्छ । यसलाई आधार मानी अर्को अवधिमा फेरि वन कार्वन मापन कार्य गर्दा तुलना गरिनु पर्छ, जसले वनको क्षयिकरणमा भएको थाहा

पाउन सकिन्छ । यस परिवर्तनलाई तालीका नं.१३ मा देखाए अनुसार तिन प्रकारमा विभाजित गरी अभिलेख राख्नु उचित हुनेछ ।

तालीका नं.१३: वन क्षयिकरण क्षेत्रको सेटेलाइट इमेज वन कार्वन संचितिको अभिलेख

वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्वन संचिति (टन)		
	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
वढि प्रभावित						
मध्यम प्रभावित क्षेत्र						
कम प्रभावित क्षेत्र (शुरु भएको)						

६.३.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा अभिलेख राख्ने

वन क्षयिकरण मापन कार्यलाई फिल्ड स्तरमा कार्वन मापनमा छत्र घनत्व र कार्वन संचितिसंगको सम्बन्ध बनाइ दाँजे पनि एउटा आधार हुन सक्ने भएकोले सो सम्बन्धि अभिलेख राख्दा छत्र घनत्व र वन कार्वन संचिति तालीका नं. १४ मा देखाए अनुसार राख्नु उचित हुनेछ ।

तालीका नं. १४: वन क्षयिकरण क्षेत्रको फिल्डमा लिएको तथ्याक्तको आधारमा वन कार्वन संचितिको अभिलेख

वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्वन संचिति (टन)		
	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
वढि छत्र घनत्व						
मध्यम छत्र घनत्व						
कम छत्र घनत्व ( शुरु भएको)						

गुणस्तरमा नियन्त्रण

७. गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण (Quality Assurance and Quality Control)

रेड कार्यक्रमको लागि मापन गरेर आंकलन गरेको कार्वन संचिति सम्बन्धी परिणाम के मापनका आधारहरू सही छन् त ? के यसबाट आएका नतिजाहरू कार्वन मापनका सुचकांकहरूसँग मेल खान्छन् त ? भनी जाँच्नु आवश्यक हुन्छ । कार्वन मापनका परिणामहरूलाई यसरी जाँच्नु भनेको यसको गुणस्तरमा सुनिश्चीतता दिनु हो र नियन्त्रण कायम गर्नु हो । कार्वन मापन विधिमा यसले ठुलो महत्व राख्दछ किनभने कार्वन मापन मात्र गरेर पुग्दैन यसलाई कार्वन वजारसँग जोड्नु त्यतिकै चुनौतिपूर्ण छ ।

यसकारण तल उल्लेख गरिए अनुसारको विधी अपनाइयो भने वन कार्वनको गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण गर्नका लागि सहयोग पुग्न सक्छ । (क). फिल्डमा भरपर्दो मापन कार्य गर्न, (ख). प्रयोगशालामा कार्वन विश्लेषण गर्न, (ग). संकलित तथ्याक्त व्यवस्थापन एवं विश्लेषण कार्यमा, (घ). संकलित तथ्याक्त पुरा छ कि छैन र उक्त तथ्यात्मा एक रूपता छ कि छैन र (ङ). तथ्यात्लाई प्रवाहीकरण आदी स्टेपहरूमा चेक गरेर गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण गर्न सकिन्छ ।

७.१ फिल्डमा भरपर्दो मापन (Reliable Field Measurement)

रेड कार्यमा वन कार्वन मापन क्रियाकलापलाई प्रभावकारी ढंगले अगाडि बढाउन र फिल्डमा कार्वन मापन गर्दा वढि Precision प्राप्त गर्नका लागि फिल्डमा मापन कार्य भइरहेको समयमा एउटा फिल्ड निरीक्षण कार्यक्रम (Audit Programme) गरिनु उपयुक्त हुनेछ । यो कार्यक्रम तीन चरणमा गर्न सकिन्छ ।

- (१) हट चेक (Hot Check): निरीक्षकले फिल्डमा तथ्याङ्क संकलन गर्ने टोलीको निरीक्षण गर्ने गर्दछ । यस चेकमा गलति भएको छ भने सच्याउनलाई अनुमति दिइन्छ ।
- (२) कोल्ड चेक (Cold Check): यसमा निरीक्षकले फिल्डमा तथ्याङ्क संकलन गर्ने टोली निरीक्षणको क्रममा अनुपस्थिति रहेको जांच गर्ने गर्दछ ।
- (३) ब्लाइन्ड चेक (Blind Check): यस कार्यमा निरीक्षकद्वारा स्याम्पल प्लट पुरै पुनः मापन गर्ने गरिनु पर्नेछ । यस कार्यक्रममा Variance आंकलन गरेर दाँजलाई सकिन्छ ।



फिल्डको मापन कार्य सम्पन्न भइ सकेपछि, सम्पूर्ण स्याम्पल प्लटको १० प्रतिशत जाँच गरिन्छ। त्यसपछि, यस तथ्याङ्कलाई पहिले संकलन गरिएको श्रोत तथ्याङ्कसँग तुलना गरिन्छ। यस अवस्थामा भएको गलतिलाई सच्याइन्छ र त्यसलाई रेकर्ड गरिन्छ। यस्ता गलतीलाई जहिले पनि प्रतिशतमा प्रस्तुत गरिन्छ।

### ७.२ प्रयोगशालामा विश्लेषण (Laboratory Analysis)

कार्वन मापन कार्यमा प्रयोगशालामा गरिने कार्य मुख्यतः दुइ किसिमको हुन्छ: नमुनालाई सुकाउने तथा माटोको कार्वन विश्लेषण गर्ने। त्यसकारण प्रयोगशालाको काममा दक्ष प्राविधिकलाई मात्र यो कार्यमा सहभागी गर्नु उपयुक्त हुन्छ, किनभने यसले Carbon Combustion Instrument प्रमाणित आधारलाई मान्य हुने गरी क्यालिब्रेसन गरेको छ कि छैन र नमुनाको सुखा वजन लिने काम समय समयमा गरीएको छ, छैन आदि राम्ररी चेक गर्नु पर्ने हुन्छ? त्यसकारण प्रयोगशालामा गरिएको कार्यमा कति गलति छ त्यसका लागि १० देखि २० प्रतिशत नमुना पुनः विश्लेषण गरिनु उचित हुन्छ।

### ७.३ तथ्याङ्क व्यवस्थापन एवं विश्लेषण (Data Management and Analysis)

यदि फिल्डमा पनि कम्प्युटर उपलब्ध छ भने संकलित तथ्याङ्कलाई त्यतिखेर नै कम्प्युटरमा इन्ट्री गरिन्छ र गलति (Error) हुने संभावना कम हुन्छ। तर खासगरी फिल्डमा फर्मेट लगिन्छ र रेकर्ड गरेर ल्याउने गरिन्छ, अनि मात्र त्यसलाई कम्प्युटरमा इन्ट्री गरिन्छ। यसमा गलति हुने सम्भावनाहरू रहन्छन् जस्तै: फिल्डमा नोट गरेको रेकर्ड कहिलेकाही नवुभिनै भएमा, यदि दुइजनाले तथ्याङ्क इन्ट्री कार्य गरेको छ अर्थात् एक जनाले भन्ने र अर्कोले इन्ट्री गर्ने गरेको छ भने भन्नेले वा सुन्नेले दुवैजनाले गलति गर्न सक्छ। त्यसैगरी कहिले काही व्यासको सट्टा अर्धव्यास वा त्यसको सट्टा गोलाई मापन भएको छ भने र से.मी. को सट्टा मि.मि. भएको छ भने पनि गलति हुने संभावना हुन सक्छ। यस्ता गलतिहरू नहोस् भन्नका लागि वढि भन्दा वढि सतर्क हुनु जरूरी हुन्छ। यसका साथै चेक गर्दै जाँदा Outlier पनि फेला पर्ने गर्दछ। त्यसकारण यस्ता गलतिहरू हटाउनका लागि पुरै तथ्याङ्क जाँच गर्नु आवश्यक हुन्छ। तथ्याङ्क व्यवस्थापन गर्दा यस्ता कार्यहरूमा जोड दिनु आवश्यक छ। स्पट वा रेञ्ज चेक गर्दा यस्ता गलतिहरू सच्याउन सकिने स्थिति भएन भने फिल्डमा गएर पुनः जाँच गर्नु र त्यो स्याम्पलको पुनः मापन गर्नु नै उचित हुन्छ।

### ७.४ संकलित तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन र तथ्याक्तमा एकरूपता छ कि छैन (Data Completeness and Consistency Check)

तथ्याङ्कको गुणस्तर सुनिश्चित गर्न र यस्मा नियन्त्रण गर्न एउटा उत्तम प्रकृयाको विकास गर्नु आवश्यक हुन्छ। किनभने यसले फिल्डमा सर्वेक्षण गर्ने र तथ्याङ्क विश्लेषण गर्ने

कार्यमा ठुलो सहयोग पु-याउन सक्छ। त्यसर्थ यस प्रकृयाका लागि निश्चित सुचकांकहरू बनाई मुल्याङ्कन गर्नु पर्दछ जसले पछि कार्वन व्यापारका लागि कार्वन क्रेडिट प्रमाणित गर्ने कार्यमा सहयोग पु-याउन सक्दछ र बजारमा यस क्रेडिटलाई मान्यता दिने संभावना वढि हुन्छ। साथै सोही अनुसार पेशागत निर्णय गर्नमा थप मद्दत पुग्दछ। त्यसकारण तथ्याङ्क पुरा छ छैन र यस्मा एकरूपता छ छैन भनी जाँच गर्नु पर्दछ।

### ७.४.१ तथ्याङ्क पुरा छ छैन जाँच्ने (Completeness Check)

तथ्याङ्कको गुणस्तर सुनिश्चित गर्न तथा यसमा नियन्त्रण कायम गर्न अपनाइएको प्रकृयाका लागि फिल्डबाट ल्याइएको तथ्याङ्क व्यवस्थित किसिमले संकलन गरिएको छ कि छैन र पुरा छ कि छैन तत्कालै जाँच गर्नु पर्दछ किनभने कुनै तथ्याङ्क लिन बाँकी रहेको छ वा छुटेको रहेछ भने तत्कालै फिल्डमा गएर पुनः लिन सकिन्छ।

### फायल पुर्ण छ कि छैन जाँच्ने

- के डिजिटल फोटोहरू र स्क्यान गरेको स्याम्पल सिटहरूको सही नामाकरण गरीएको छ छैन र फायल खोल्दा खुल्छ कि खुल्दैन ?
- के स्याम्पल प्लटहरूको नक्शामा जि.पि.एस. को-अर्डिनेट समेत देखिने गरी राखिएको छ र नामाकरण सही ढंगले गरीएको छ ?
- के स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटहरू पुर्ण र व्यवस्थित अर्डरमा छन् ?

यसकारण इलेक्ट्रोनिक तथ्याङ्कहरूको एक पटक पुरा चेक गरीनु उचित हुन्छ।

### इलेक्ट्रोनिक फायलभित्रको तथ्याक्त पुर्ण छ कि छैन जाँच्ने

तथ्याङ्क कभर सिट:

- के सबै प्लटको तथ्याङ्क मौजुद छ त ?
- के सबै प्लटको छुट्टा छुट्टै नामाकरण (आइ डि) राखेको छ ?
- के सबै प्लटको सेन्टर को-अर्डिनेट मौजुद छ त ?
- के प्रारम्भमा लिइएको तथ्याङ्क र परिणामले स्याम्पल डिजाइनलाई वास्तविक प्रतिनिधित्व गर्दछ ?
- के प्रारम्भमा लिइएको तथ्याङ्कलाई आधार मानी आंकलन गरीएको स्याम्पल प्लट संख्या वास्तविक स्याम्पल प्लट संख्यासँग मेल खान्छ ?

प्लट सम्बन्धी जानकारी :

- के सवै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक खण्डको नामाकरण गरिएको छ ?
- के त्यसरी नामाकरण गरिएको खण्डको आइ डि (ID) सही छ त ?

जमीनमाथिको रूखको वायोमास:

- के सवै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सवै प्रजातिको नामाकरण गरिएको छ त ?
- त्यसरी नामाकरण गरिएको खण्डको आइ डि सही छ त ?
- स्याम्पल प्लटमा परेका सवै रूखहरूमा ट्याग लगाइएको छ त ?
- के सवै रूखहरूको व्यास से.मी. मा नापिएको छ ?

छत्र घनत्वको प्रतिशत:

- के सवै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सवै जम्मा वर्गको संख्या २४ पुग्दछ त ?
- के प्रत्येक प्लटको ४ वटा रिडिड रेकर्ड गरिएको छ त ?

खडा सुखा रूख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के खडा रूखहरूको वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरिएको छ त ?

भुकेको सुखा रूख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के खडा रूखहरूको वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरिएको छ त ?

ढलेको रूख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सवै रूखहरूको उचाइ तथा व्यासको नाप मौजूद छ त ?
- के सवै रूखहरू वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरीएको छ ?

### ७.४.२ तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन जांच्ने (Consistency Check)

तथ्याङ्कमा एकरूपता छ, छैन भने चेक गर्ने कार्यले तथ्याङ्कको गुणस्तरमा सुनिश्चितता र गुणस्तर नियन्त्रणमा ठुलो प्रभाव पार्दछ। त्यसकारण यस कार्यलाई परियोजनाको क्षेत्र भरी लागु गर्नु पर्दछ।

तथ्याङ्क कभर सिट:

- सम्बन्धित क्षेत्र (Spot) मा चेक गर्दा के जि.पि.एस.बाट लिएको ५० वटा कोअर्डिनेट सहि छ त ?
- Spot मा चेक गर्दा स्क्यान गरिएको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा च्यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- लिइएको कोअर्डिनेट वास्तविक कोअर्डिनेट भन्दा फरक दुरीमा छ कि ? छ भने यो दुरी २० मी. भन्दा कम छ छैन।

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \dots\dots\dots \text{eq. (xii)}$$

जवकि D भनेको दुई प्लट बीचको दुरी मी.मा तथा (X2,Y2) र (X1,Y1) प्लटको सेन्टर प्वाइन्ट को-अर्डिनेट।

- के पुनः स्थापित गरेको प्लट र वास्तविक प्लटको दुरी ३०० मी. भन्दा कम छ त ?
- भिरालोपना मापन गरेको कोण ०-६०° बीचमा छ या सो भन्दा वढी छ। यस चेकले छत्र घनत्व तथा रूखको घनत्व मापन गर्दा देखिने गल्तीलाई इंगित गर्दछ। भिरालो क्षेत्रमा यदि वढी छत्र घनत्व छ भने वढी रूखको घनत्व भएको मानिन्छ।

जमिनमाथिको रूखको भाग:

- के सवै प्लटका लागि भिन्दा भिन्दै ट्याग प्रयोग गरिएको छ ?
- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा Randomly छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सवै भन्दा वढि व्यासको मान सही छ त ?
- के रेकर्ड गरिएको मापन सम्बन्धी जानकारीमा सही इकाइ प्रयोग भएको छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा गनिएको रूखको संख्या सान्दर्भिक छ ?

- के प्रत्येक प्लटमा निकालिएको वायोमास सान्दर्भिक छ ? पहिले प्रयोग भएको एलोमेट्रिक सुत्र प्रयोग गरेर निकालेको वायोमाससँग कति फरक छ या उक्त मान Outlier को रूपमा देखाउछ ?

छत्रले ढाकेको प्रतिशत:

- के आकाश (Sky) वर्गहरू र छत्र (Canopy) वर्गहरू जोड्दा प्रत्येक प्लटमा २४ वटा वर्गको निर्माण हुन्छ त ?
- के Densimeter ले चार वटा वर्ग देखाउँछ त ? के औषत छत्र घनत्व ० भन्दा बढि र १०० भन्दा कम देखाउँछ त ?
- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा च्यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सहि छ त ?
- के छत्र घनत्व र जमीनमाथिको वायोमास विचको सम्बन्ध (Corelation) सान्दर्भिक छ त ?

सुख्खा खडा रूख:

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा च्यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सबै भन्दा बढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ ?
- के निकालिएको कार्वनको मानहरू सान्दर्भिक छ ?

भुकेको सुखा रूख:

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा च्यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सबै भन्दा बढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ त ?
- के निकालिएको कार्वनका मानहरू सान्दर्भिक छन् त ?

ढलेको सुखा रूख:

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा च्यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा सब भन्दा कम र सबै भन्दा बढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ ?
- के निकालिएको कार्वनका मानहरू सान्दर्भिक छ ?

तथ्याङ्कहरूको नामाकरण:

- के डाटावेस फायलहरू सहि ढंगले नामाकरण गरीएको छ त ?

### ७.५ तथ्याङ्क प्रवाहीकरण (Mainstreaming and archiving)

वनमा हुने क्रियाकलापहरू लामो समय लाग्ने खालको हुन्छ त्यसकारण लामो समयसम्म सजिलै पाउने गरी तथ्याङ्क राख्नु आवश्यक हुन्छ । यसका लागि तल उलेख गरे अनुसारको विधीहरू अपनाउनु जरूरी हुन्छ ।

- (१) फिल्ड डाटा मापनको मुख्य कपि (डाटा सिट वा इलेक्ट्रोनिक फायल) र प्रयोगशालाको कपि राम्ररी राख्नु पर्छ । यसलाई वेला वेलामा अपडेट गरीनु पर्छ ।
- (२) त्यसैगरी तथ्याङ्क विश्लेषण सिट, मोडेल, कार्वन आंकलन गरेको फायल तथा तालिका, मापन तथा मोनिटोरिङ रिपोर्टहरूलाई शुरक्षित स्थानमा राख्नु पर्छ ।
- (३) रिपोर्ट, प्रयोग भएको सफ्टवेर, हार्डवेयर समय समयमा नविकरण गरीनु पर्दछ ।

## सन्दर्भ सामाग्री

- Acharya, K. P., Regmi, R. and Acharya B. 2003: "Biomass and volume tables for Terai Sal (*Shorea robusta*) forest in Nepal", Forest Research Leaflet No. 15. Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation
- Acharya, K. P. and Acharya B. 2004: "Early growth performance of natural Sal (*Shorea robusta*) forest in Central Nepal". Forest Research Leaflet No. 17, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation
- Bali Roadmap, 2007: "Summary of the Thirteenth Conference of Parties to the un Framework Convention on Climate Change and third Meeting of Parties to the Kyoto Protocol"; 3-15 December 2007, Retrieved date: 29 Dec, 2007 from, <http://www.iisd.ca/vol12/enb12354e.html>
- Bekker W. H., Janssen L.L.F., Reeves C.V., Gorte B.G.H., Pohl Christine, Weir M.J.C. 2004: "Principle of Remote Sensing", The International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Hengelosestraat 99. P.O. Box6- 7500AA, Enschede, The Netherlands, 90-6164-227-2
- Chaturbedi A. N. and Khanna L. S. , 1982: "Forest Mensuration", International Book Distributors 9/3 Rajpur Road (First floor) Deharadun- 248001 (India)
- Brown S. Gillespies A. J.R. and Lugo A.E. 1989: "Biomass Methods for tropical forests with applications to forest inventory data",. Forest Science. 35, 881-902
- Chave, J., Andalo,C., Brown, C. 2005: "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests"; Oecologia 145: 87–99. DOI 10.1007/s00442-005-0100-x.
- Gurung M., Acharya R., Joshi G. R., Manadhar Y., 2010 : "Forest Carbon Measurement Training Guideline for REDD and Other Forest Carbon Project"; World Wildlife Fund, Nepal publication
- Horn J.A. Prakash A., Woldai T., 2001: "Principle of Remote Sensing" An introductory test book; ISBN 1567-5777 ITC Educational Text book Series.
- IPCC, 2003: "Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Kanagawa (Japan)", Institute for Global Environment Strategies
- IPCC, 2006: "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan
- J.K. Jackson, 1994: "Mannual of Afforestation in Nepal" Volume 2, Forest Resdearch anf Survey Centre, Kathmamndu Nepal
- MacDicken K., 1997: " A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects Arlington (VA)", Forest Carbon Monitoring Programme, Winrock International Institute for Agriculture Development
- MFSC, 1992: "Forest Act", Ministry of Forest and Soil Conservation, Singhadurbar, Kathmandu
- MFSC, 1994: "Forest Law", Ministry of Forest and Soil Conservation, Singhadurbar, Kathmandu
- MFSC, 2002: "Community Forestry Inventory Guideline (Revised)", Community Forestry Division, Ministry of Forest and Soil Conservation
- MFSC, 2010: "Climate Change and REDD Terminology (Nepali Version)", REDD-forestry and Climate Change Cell, Babarmahal, Kathmandu
- Moore S. David, McCabe P. George, 2003: "Introduction to the Practice of Statistics" M.H. Freeman and Company, New York, Prude University
- Pandey Ajay, Pandey Shiva Shankar, Rana Eak Bahadur, Bhattarai Sanjeeb, Banskota Tibendra Raj, Charmakar Shambhu, Tamrakar Rijan, 2010: "Forest Carbon Stock Measurement (Guidelines to measure carbon stocks in Community Managed Forests)"; Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources, Federation of Community Forestry Users' Nepal and International Centre for Integrated Mountain Development
- Practical Action Nepal, Office 2009: "Temporal and Spatial Variability of Climte Change over Nepal", Practical Action, Nepal, 2009
- Saxena, A.K.; Singh, J.S., 1982: "A Phytosociological Analysis of Woody Species", Forest Communities of a Part of Kumaon Himalaya, Vegetation, 50: 3-22

Sharma E.R. and Pukkala T., 1990: "Volume Equations and Biomass Prediction of Forest Trees of Nepal", publication 47, Forest Survey and Statistics Division, Babarmahal, Kathmandu

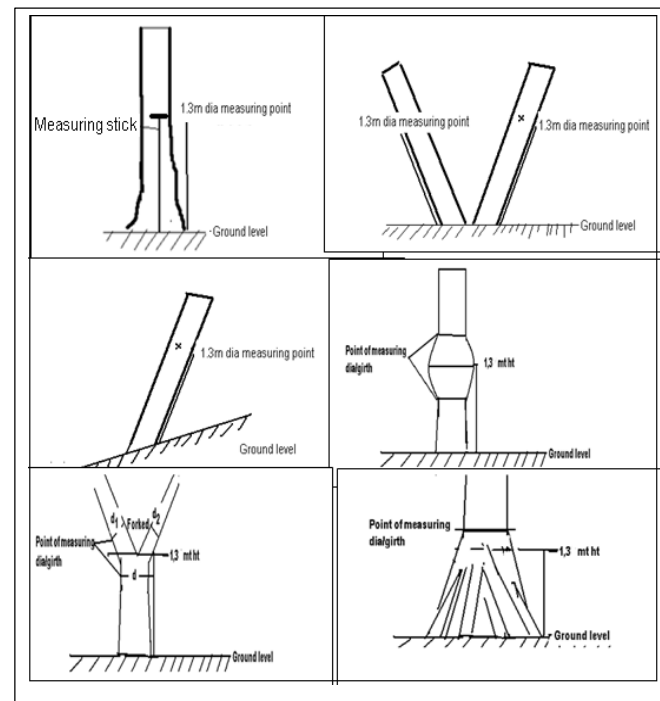
Tamrakar P. R., 2000: "Biomass and Volume Tables with Species Description for Community Forest Management", compiled by Prayag R. Tamrakar, Ministry of Forest and Soil Conservation, HMG, Nepal

Tewari A. and Karki B. S., 2007: "Carbon Management Methodology and Results" in Reducing Carbon Emission through Community-managed Forests in the Himalaya, Hill Side Press (P)Ltd. Kathmandu, ISBN 978-92-9115-058-8.

Walkley, A.E.; Black, J.A., 1934 : "An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and Proposed Modification of the Chronic Acid Titration Method", Soil Science, 37:29-38

अनुसूची १: व्यास नाप्दा ध्यान पुऱ्याउनु पर्ने बुंदाहरू

- प्रायः छातीको उचाई भन्नाले प्राविधिकहरूले आफ्नो छातीको उचाई ठान्ने गर्दछन् र त्यसै ठाउँमा नाप्ने गर्छन् । तर यस अवस्थामा अग्लो र पुडको मान्छेका लागि छातीको उचाई फरक पर्छ तर व्यास नाप्ने स्टान्डर्ड उचाई भनेको १.३ मी. हो । त्यसकारण यदि स्टील वा काठको १.३ मी को लठि बनाएर यो कार्य गऱ्यो भने बढि Precision प्राप्त गर्न सकिन्छ ।
- व्यास नाप्दा एउटा लेभल पारेर मात्र नाप्नु पर्छ किनभने यो कार्य रूखको वरिपरि फिता घुमाउंदा फिता वाङ्गोटिङ्गो हुने संभावना हुन्छ ।
- व्यास जहिले पनि से. मी. मा नापिन्छ र दशमलव पछि एक अंक मात्र लिने गरीन्छ ।
- रूखको १.३ मी उचाइमा कहिले काहीं विभिन्न किसिमका Malform हरू हुने गरेको पाइन्छ त्यस्तो अवस्थामा रूखको व्यास चित्रमा देखाए अनुसारको उचाइमा नाप्नु उचित हुनेछ ।

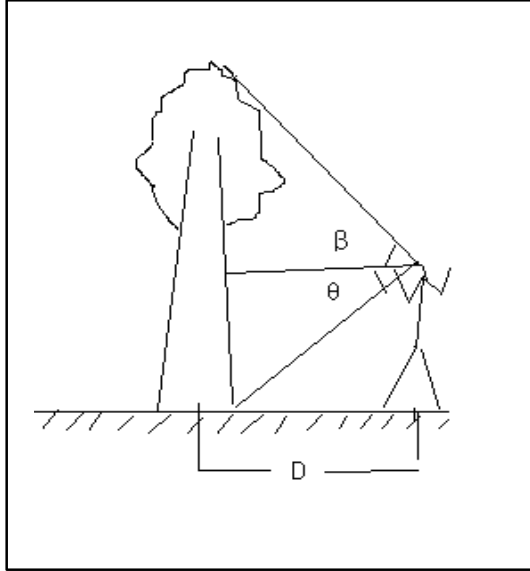


## अनुसूची २: रूखको उचाइ नाप्दा विचार पुऱ्याउनु पर्ने बुंदाहरु

- यदि होचो रूख छ भने रूखको उचाइ बांस तथा रेन्जीङ्ग रडको सहायताले नाप्यो भने बढि Precision हुन्छ ।
- रूखको उचाइ नाप्नको लागि हीप्सोमीटर तथा क्लीनोमीटरको प्रयोग गरीन्छ । यसरी रूखको उचाइ नाप्न क्लीनोमीटरको प्रयोग गरि तलको सुत्र प्रयोग गरेर उचाइ निकालिन्छ ।

$$\text{रूखको उचाइ } AB = D \cdot \tan(\hat{\epsilon} + \hat{\alpha})$$

- रूखको उचाइ नाप्दा फेद र टुप्पो प्रष्ट देखिनु पर्छ ।
- क्लीनोमीटरको प्रयोगमा सकभर समथल ठाउं खोजि रूखको फेद र टुप्पोमा हेर्नुपर्छ ।



## अनुसूची ३: प्रजाती अनुसारको काठको घनत्व

Nepali name	Scientific name	Dry wood Density (Kg/m <sup>3</sup> )
Thingre sallo	<i>Abies pindrow</i>	480
Khair	<i>Acacia catechu</i>	960
Acer	<i>Acer caesium</i>	640
Kapasa	<i>Acer Campbellii</i>	600-640
Phirphire	<i>Acer oblongum</i>	720
	<i>Acocarpus fraxinifolius</i>	600
Karma	<i>Adina cordifolia</i>	670
Chiuri	<i>Aesandra butyracea</i> <i>Syn. Bassia butyracea</i>	640-830
Lampate, Pangra	<i>Aesculus indica</i>	500
Maharukh	<i>Ailanthus excels</i>	340-450
Kalo/rato Siris	<i>Albizia chinensis</i>	300-550
Rato Siris	<i>Albizia julibrissin</i>	700
Kalo Siris	<i>Albizia lebek</i>	680
Seto/dun siris	<i>Albizia procera</i>	Sap wood 460 & heart wood 640
Utis	<i>Alnus nepalensis</i>	320-370/ 430-450
Banjhi	<i>Anogeissus latifolia</i>	Specific gravity 0.72
Kadam	<i>Anthocephalus chinensis</i>	600
Badahar	<i>Artocarpus lakoocha</i>	640
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	560-850
Tanki	<i>Bauhinia purpurea</i>	720
Koiralo	<i>Bauhinia variegata</i>	700
Bhojpatra	<i>Betula utilis</i>	650
Semal	<i>Bombax ceiba</i>	250-500
Gayo	<i>Bridelia retusa</i>	830
Paper mulberry	<i>Broussonetia papyrifera</i>	380
Kalki phul	<i>Callistemon citrinus</i>	800
Rajbriksah	<i>Cassia fistula</i>	970
Deshi katus	<i>Catanea sativa</i>	560
Patle Katus	<i>Castanopsis hystrix</i>	740
Dhale Katus	<i>Castanopsis indica</i>	700
Masure Katus	<i>Castanopsis tribuloides</i>	600
Deodar	<i>Cedrus deodara</i>	560
Tooni	<i>Cedrela toona</i>	480
Khari	<i>Celtis asutralis</i>	720

Lapsi	<i>Choerospondias axilaris</i>	400
Kapur	<i>Cinnamomum camphora</i>	600
Bohori	<i>Cordia dichotoma</i>	500
Dhupi salla	<i>Cryptomeria japonica</i>	340
Agar dhup	<i>Cupressus torulosa</i>	600
Saisal	<i>Dalbergia latifolia</i>	820
Sissoo	<i>Dalbergia sissoo</i>	780
Tendu	<i>Diospyros malabarica</i>	700
Tendu	<i>Diospyros melanoxylon</i>	960
Rudraksha	<i>Elaeocarpus sphaericus</i>	500
Phaledo	<i>Erythrina verigata</i>	300
Mashala	<i>Eucalyptus spp</i>	810-1010
Jhingane	<i>Eurya acuminata</i>	700
Jhingane	<i>Eurya cersifolia</i>	600
Pipla	<i>Exbucklandia populnea</i>	730
Jamun	<i>Eugenia jambolana</i>	770
Nemmaro	<i>Ficus auriculata</i>	
Kavro	<i>Ficus lacor</i>	460
Lankuri	<i>Fraxinus floribunda</i>	770
Dabdabe	<i>Garuga pinnata</i>	640
Gamari	<i>Gmelina arborea</i>	420-640
Kangiyo	<i>Grevillea robusta</i>	570
Bhimal	<i>Gewia optiva</i>	720-800
Bhurkul	<i>Hymenodichyon excelsum</i>	513
Not native	<i>Indigofera leysmannil</i>	575
Ashare/Botdhairo	<i>Lagerstroemia parviflora</i>	850
Talis patra/bogre salla	<i>Larix griffithiana</i>	510
Ipil Ipil	<i>Leucaena leucocephala</i>	540
Ghurmiso	<i>Leucosceptum canum</i>	630
Siltimur	<i>Litsea cubeba</i>	580
Kutmero	<i>Litsea monopetala</i>	610
Bakaino	<i>Melia azedarach</i>	400-600
Champ	<i>Michelia champaca</i>	460-660
Kimbu	<i>Morus alba</i>	600-900
Kafal	<i>Myrica esculenta</i>	750
Amala	<i>Phyllanthus emblica</i>	840
Khote Salla	<i>Pinus roxburghii</i>	650
Gobre Salla	<i>Pinus wallichiana</i>	480
Pate Salla	<i>Pinus patula</i>	370-600
Poplar	<i>Populus ciliate</i>	300-450
Painyu	<i>Prunus cerasoides</i>	720
Jangali Aaru	<i>Prunus nepalensis</i>	650

Mel	<i>Pyrus pashia</i>	700
Arkaule	<i>Lithocarpus elegans</i>	930
	<i>Lithocarpus pachyphylla</i>	800
Thinke	<i>Quercus floribunda</i>	970
Sano Flant	<i>Quercus glauca</i>	930
Thulo Flant	<i>Quercus lamellose</i>	940
Thulo Banjh	<i>Quercus lanata</i>	880
Sano Banjh	<i>Quercus leucotrichophora</i>	1020
Phlant	<i>Quercus oxydon</i>	1030
Khasru	<i>Quercus semecarpifolia</i>	860
Lali gurans	<i>Rhododendron arboretum</i>	640
Bains	<i>Salix disperma</i>	510
	<i>Salix tetrasperma</i>	500
Chilaune	<i>Scima wallichii</i>	689
Sal	<i>Shorea robusta</i>	880
Jamuno	<i>Syzygium cumini</i>	770
Saj	<i>Terminalia tomentosa</i>	950 (800-1100)
Gutel	<i>Trewia nudiflora</i>	352
	<i>Tsuga spp</i>	450
Talispatra	<i>Taxus buccata</i>	700
Teak	<i>Tectona grandis</i>	720
Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	940
Barro	<i>Terminalia belerica</i>	770
Kathiya badam	<i>Terminalia captappa</i>	590
Harro	<i>Terminalia chebula</i>	920
Pani saj	<i>Terminalia myriocarpa</i>	830
Toona	<i>Toona ciliate (Cedrella toona)</i>	560
Gutel	<i>Trewia nudiflora</i>	460
Ankha tarua	<i>Trichilia connoaroides</i>	860
Bayer	<i>Zizyphus mauritiana</i>	930
Hade bayer	<i>Zizyphus rugosa</i>	720

Source: J.K. Jackson, 1994

अनुसूची ४: विभिन्न प्रजातीको जैविक पिण्ड निकाल्ने सुत्र

Species	Foliage		Branch		Stem		Min /Max dia (cm)
	A	B	a	B	a	b	
<i>Acacia catechu</i>			-5.902	3.56	-4.3	0.434	4-20
<i>Alnus nepalensis</i>	-2.702	1.487	-3.678	2.51	-2.348	2.102	2-51
<i>Casearia graveolens</i>	-2.6	0.76	-2.24	1.3	-1.627	1.5202	2-25
<i>Castanopsis Indica</i>	-1.51	1.61	-3.58	2.6	-2.55	2.61	1-26
<i>Castanopsis triboloides</i>	-1.08	1.51	-1.82	2.0	-0.71	1.72	1-26
<i>Dalbergia sissoo</i>			-2.9619	2.2139	-2.159	2.559	1-21
<i>Engelhardtia spicata</i>	-2.414	1.562	-3.369	2.355	-2.142	1.928	2-25
<i>Euacalyptus camaldulensis</i>	-3.2265	2.2163	-3.7296	2.4482	-1.7536	2.513	1-13
<i>Eugenia Operculata</i>	-3.523	1.871	-4.033	2.676	-2.198	2.094	2-25
<i>Eurya acuminata</i>	-2.297	1.463	-2.377	1.849	-1.743	1.797	2-25
<i>Ficus lacor</i>	-2.01	1.7	-5.86	3.4	-2.46	2.49	1-17
<i>Ficus nerifolia</i>	-2.3	1.25	-1.22	0.904	-0.986	1.75	1-9
<i>Ficus semicordata</i>	-2.19	1.81	-4.67	3.03	-1.37	2.01	1-14
<i>Fraxinus floribunda</i>	-3.289	1.885	-5.052	3.231	-2.13	2.082	2-25
<i>Litsea monopetala</i>	-2.25	1.52	-3.61	2.22	-1.88	2.26	1-13
<i>Lyonia ovalifolia</i>	-3.52646	1.429867	-1.37076	1.351643	-2.83343	2.009853	1-25
<i>Measa marcophylla</i>	-2.416	1.474	-0.806	1.382	-1.769	1.65	2-25
<i>Melastoma malabathricum</i>	3.01	7.96	5.12	0.61	3.67	1.05	2-25
<i>Myrica esculanta</i>	-2.5346	1.4034					2-25
<i>Myrsine capitellata</i>	-3.286	2.031	-3.047	2.426	-1.859	1.932	2-25
<i>Phyllanthus emblica</i>	-3.009	1.416	-2.85	2.001	-2.046	1.888	2-25
<i>Pinus patula</i>	-1.98883	1.857716	-2.25456	2.152228	-1.29787	1.507033	2-51
<i>Pinus roxburghii</i>	-4.30199	1.959546	-6.59408	2.69398	-3.98515	2.74356	2-51
<i>Pinus wallichiana</i>	-1.4115	1.290245	-1.36927	1.483074	-1.81568	1.815914	2-51
<i>Pterocarpus marsupium</i>	-5.2878	2.9321	-5.379	3.3587	-2.693	2.5067	4-33
<i>Pyrus pashia</i>	-3.44	1.748	-2.755	2.349	-1.863	1.814	2-25
<i>Quercus floribunda</i>	2.326333	0.547374	2.509542	0.722447	2.762831	1.166462	2-51
<i>Quercus langinosa</i>	-1.921	0.937	-1.628	1.235	-0.532	0.988	2-25
<i>Quercus glauca</i>	-1.21	1.62	-1.83	1.96	-1.04	1.83	1-20
<i>Quercus leucotrichophora</i>	-3.17	1.76	-3.51	2.26	-2.12	2.37	1-14
<i>Rhododendron arboreum</i>	-2.533	1.393					2-25
<i>Rhus wallichii</i>	-2.332	1.251	-2.592	1.949	-1.954	1.899	2-25
<i>Shorea robusta</i>	-3.2572	-4.7111	-2.6989	-3.2572	-4.7111	-2.6989	4-62
<i>Schima wallichii</i>	-1.92	1.92	-2.88	2.31	-2.22	2.52	1-26
<i>Viburnum coriaccum</i>	-3.117	1.88	-2.759	2.227	-2.005	1.619	2-25
<i>Welandia coriacea</i>	-2.25318	1.198318	-2.08243	1.463424	-1.28028	1.431782	2-25

Mixed species (*Lynia ovalifolia* (Angeri), *Eugelharlia spicata* (Mahuwa), *Sapium* (Khirro), *Rhus succedanea* (Bhalayo), *Rhus Javanica* (Bhakimlo), *Embllica officinalis* (Amla)

Species	Foliage		Branch		Stem		Min/max dia cm
	A	B	A	B	a	B	
Mixed species	-1.77	1.54	-0.32	1.29	NA	NA	1-20

Mixed species *Syzium cumuni* (Jamun), *Myrica esculanta* (Seti Kath), *Machilus spp* (Kaulo), *Ficus nemoralis*, (Dudhilo), *Michalia Champaca* (Chanp), *Lithocarpus spicata* (Arkhaulo) and others

Species	Foliage		Branch		Stem		Min/max dia cm
	A	B	A	B	a	b	
Mixed species	-1.88	1.59	-0.57	1.38	-0.28	1.5 1	1-20

Source: Tamrakar, R.P. 2000

अनुसूची ५: जि. पि. एस. को-अर्डिनेट सम्बन्धि जानकारी संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम:

स्थान:

रेकर्डरको नाम:

भिरालो र मोहडा:

रेकर्ड गरेको मिति:

पद:

संस्था:

वन सम्बन्धी सामान्य विवरण :

वेप्याइन्ट (Way point)	वे प्याइन्ट (Way point)			अफसेटको (Off-set)		
	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट	उचाइ मी	विवरण	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट
१						
२						
३						
४						
५						
६						
७						
८						
९						
१०						



**अनुसूची ६: पोल, रूख एवं लाथा सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम**

वनक्षेत्रको नाम: रूखको डिसको ताजा वेट के जि मा: डिस १.  
 स्थान: डिस २  
 डिस ३

रेकर्डरको नाम: पद संस्था रेकर्ड गरेको मिति:  
 पोलको डिसको ताजा वेट के जि मा: डिस १.  
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण : डिस २.  
 डिस ३:

खण्ड नं.

स्याम्पल प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

रूख, पोल र लाथाको स्याम्पल साइज

क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	क्लास	कैफियत
१					
२					
३					
४					
५					
६					

स्लोप र आस्पेक्ट:

हागाविगाको डिसको ताजा वेट के जि डिस १      डिस २:      डिस ३:

**अनुसूची ७: विरूवा (Seedling) सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम**

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: रेकर्ड गरेको मिति:  
 रेकर्डरको नाम पद संस्था: भिरालो र मोहडा:  
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :  
**विरूवाको लागि स्याम्पल साइज:** खण्ड नं.  
 स्याम्पल प्लट नं.      X को-अर्डिनेट      Y को-अर्डिनेट

क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	जरासमेतको वजन के जी (श्वटाको)	कैफियत
१					
२					
३					
४					
५					

**अनुसूची ८: घास, सोतर, पत्कर, हर्व तथा श्रव सम्बन्धि तथ्याङ्क संकलन फाराम**

वनक्षेत्रको नाम: स्थान:   
 रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: भिरालो र मोहडा: रेकर्ड गरेको मिति:   
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :   
 घाँस, सोतर, पत्कर, हर्व तथा श्रवको स्याम्पल साइज: खण्ड नं.   
 स्याम्पल प्लट नं. X को-अर्डिनेट Y को-अर्डिनेट

क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	जरासमेतको वजन के जी (५वटाको)	कैफियत
१					
२					
३					
४					
५					
६					

**अनुसूची ९: माटोमा रहेको कार्वनको लागि तथ्याङ्क संकलन फाराम**

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.   
 रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: भिरालो र मोहडा: रेकर्ड गरेको मिति:   
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :   
 स्वायल कोररको आयतन: मुख्य प्रजाती:

स्याम्पल प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

स्वायल लेयर	०-१० से मी	१०-३० से मी	३०-६० से मी	६०-९० से मी	९०-१५० से मी	
वजन केजि						

**अनुसूची १०: कार्वन रजिस्टरको नमुना (प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड)**

१. प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.  
रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: भिरालो र मोहडा: रेकर्ड गरेको मिति:  
वन सम्बन्धि सामान्य विवरण

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट	प्लट साइज मी <sup>२</sup>	मुख्य प्रजाती	विवरण: रुख, पोल, स्याप्लीड, सिडलिड, अन्य	जमीनमाथिको जम्मा कार्वन टन	जमीनमुनि को जम्मा कार्वन टन
जम्मा							
औषत्							
प्रति हे.							

प्रत्येक प्लटको फोटोग्राफ एउटा छुट्टै रजिष्टर बनाएर रेकर्डको लागि राख्नु उपयुक्त हुनेछ । यसको पछाडि पटि प्लट सम्बन्धि तल अनुसारको विवरण समावेश गरीनु पर्नेछ ।

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.  
रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: स्लोप र आस्पेक्ट: रेकर्ड गरेको मिति:  
वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

**अनुसूची ११: कार्वन रजिस्टरको नमुना (वनक्षेत्रको कार्वनको रेकर्ड)**

जम्मा कार्वनको रेकर्ड: वनको  
वनक्षेत्रको नाम: स्थान: क्षेत्रफल: हे. खण्ड नं.  
रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: भिरालो र मोहडा: रेकर्ड गरेको मिति:  
वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

खण्ड नं.	मुख्य प्रजाती	खण्ड क्षेत्रफल हे.	जमीनमाथिको कार्वन टन		जमीनमाथिको कार्वन टन		कैफियत
			प्र. हे.	जम्मा	प्र. हे.	जम्मा	

अनुसूची १२: फोटो ग्राफ रेकर्डको नमुना:

फोटोग्राफ लिनेको रेकर्डर नाम पद संस्था:

भिरालो र मोहडा:

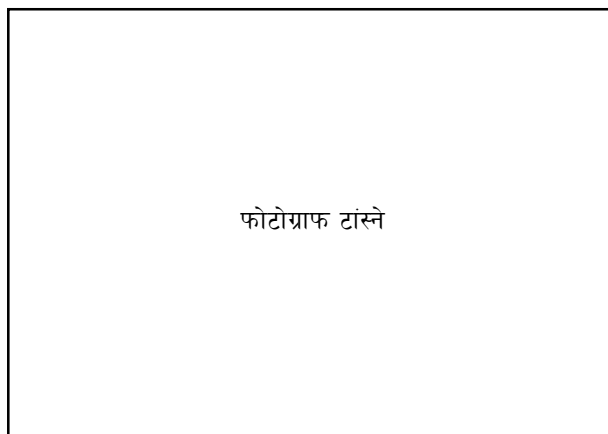
खण्ड नं.:

फोटोग्राफ लिएको मिति:

वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

फोटोग्राफ नं.



अनुसूची १३: वर्षा सम्बन्धि जिल्लाको रेकर्ड

S.N.	Districts	Rainfall mm	S.N.	Districts	Rainfall mm	S.N.	Districts	Rainfall mm
1	Baltadi	1499.7	26	Rasuwa	893.4	50	Parbat	2487.3
2	Dadeldhura	1371.3	27	Dhading	2358.7	51	Gulmi	1822.6
3	Bajhang	1908.1	28	Nuwakot	2443.5	52	Rupandehi	1947.3
4	Doti	1632.2	29	Sindhupalchok	3267.2	53	Nawalparasi	2296.8
5	Achham	1314.0	30	Solukhumbu	1852.7	54	Arghakhanchi	1833.5
6	Kailali	1733.2	31	Khotang	1469.3	55	Kapilbastu	1837.0
7	Jumla	959.5	32	Okhaldhunga	1425.6	56	Gorkha	1520.2
8	Mugu	794.1	33	Siraha	1442.5	57	Lamiung	2992.0
9	Kalikot	760.2	34	Saptari	1668.9	58	Sindhupalchok	2547.9
10	Dailekh	1774.5	35	Sankhuvvasabha	2912.6	59	Kathmandu	1833.4
11	Jajarkot	1957.5	36	Dhankuta	1250.6	60	Kabhre	1154.3
12	Surkhet	1615.2	37	Sunsari	2108.6	61	Lalitpur	1502.6
13	Banke	1304.6	38	Morang	2080.1	62	Dhading	1648.8
14	Bardiya	1993.7	39	Sankhuvvasabha	1994.4	63	Bhaktapur	1702.5
15	Rolpa	1765.1	40	Bhojpur	1963.4	64	Rasuwa	697.7
16	Pyuthan	1279.7	41	Panchther	2255.1	65	Nuwakot	3128.4
17	Kaski	3705.6	42	Ilam	1709.3	66	Bhaktapur	1716.3
18	Syangja	2384.0	43	Jhapa	2364.7	67	Dolkha	1629.2
19	Tanahun	1978.0	44	Taplejung	2037.0	68	Sindhuli	1756.7
20	Manang	428.5	45	Dang	1747.6	69	Sarlahi	1918.2
21	Chitawan	1982.6	46	Salyan	2101.6	70	Dhanusa	1588.8
22	Makwanpur	2029.9	47	Rukum	1269.2			
23	Bara	1883.7	48	Mustang	454.8			
24	Routahat	1655.4	49	Myagdi	2250.5			
25	Parsa	1569.6	50	Parbat	2487.3			

Source: Practical Action Nepal, Office, 2009

# वन कार्बन मापन मार्गदर्शन (२०६७)

नेपाल सरकार  
वन तथा भू-संरक्षण मन्त्रालय  
रेड फरेस्ट तथा जलवायु परिवर्तन इकाई

दुई शब्द

---

(अ)

---

(ग)

**मार्गदर्शनको वारेमा (डा. केसी पौडेल ज्युबाट)**

## शब्दावली

ANSAB	Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources
CDM	Celan Development Mechanism
DN	Digital Number
EPE	Estimated Permissible Error
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FECOFUN	Federation of Community Forest Users' Nepal
GIS	Geographical Information System
GPS	Geographical Positioning System
ICIMOD	International Centre for Integrated Mountain Developemnt
IPCC	Inter-governmental Panel for Climate Change
ILWIS	Integrared Land and Water Information System
LiDAR	Light Detector and Ranging
Max	Maximum
MFSC	Ministry of Forest and Soil Conservation
Min	Minimum
MRV	Monitoring Reporting and Verification
NDVI	Normalized Differences Vegetation Index
RADAR	Radio Detection and Ranging
REDD	Reducing Emission through Deforestation and Forest Degradation
RMSE	Root Mean Square Error
SOC	Soil Organic Carbon
TM	Thematic Mapper
WWF	World Wildlife Fund

## शब्द परिचय

वन विनास (Deforestation) : जलवायु परिवर्तनसम्बन्धी संयुक्त राष्ट्रसंघीय प्रारूप महासन्धिक पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन र विश्व खाद्य तथा कृषि संगठनका अनुसार वन विनास भन्नाले वनलाई दीर्घकालीन रूपमा नै गैह्र वनमा परिणत गर्नु अर्थात वनलाई वन बाहेक अन्य प्रयोजनका लागि प्रयोग गर्नु नै वन विनास हो ।

वन क्षयीकरण (Forest degradation) : वन क्षयीकरणको परिभाषाका बारेमा विश्वव्यापी एकरूपता रहेको छैन । वनले दिनुपर्ने वस्तु र सेवा दिन नसक्ने गरी हैसियत र गुणस्तर खस्किएको अवस्था नै वन क्षयीकरण हो । रेडका सन्दर्भमा वन क्षयीकरण भन्नाले मानवीय क्रियाकलापका कारण कुनै निश्चित क्षेत्रफलमा वन कार्वनको सञ्चिति कम हुदै गएको अवस्थालाई जनाउँछ ।

जलवायु परिवर्तन (Climate Change) : लामो समयको अन्तरालमा जलवायुको विभिन्न तत्वहरूमा भएको औसत परिवर्तनलाई जलवायु परिवर्तन भनिन्छ । जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्रसंघीय प्रारूप महासन्धि १९९२ अनुसार जलवायु परिवर्तन भन्नाले “प्रत्यक्ष वा परोक्ष रूपमा मानव क्रियाकलापसंग सम्बन्धित भई विश्व वायुमण्डलको संरचनालाई परिवर्तन गर्ने र तुलनात्मक समयावधिभित्र प्राकृतिक रूपमा परीक्षण भएको जलवायुको परिवर्तन” लाई जनाउँछ ।

उत्सर्जन (Emissions): भन्नाले वायुमण्डलको कुनै निश्चित क्षेत्रमा र निश्चित अवधिमा हरीतगृह ग्याँस निस्किनु हो ।

वन (Forest) : भन्नाले प्राकृतिक एवं वृक्षारोपण गरेको १० प्रतिशत भन्दा बढी छत्र घनत्व भएको कम्तीमा ०.५ हेक्टर क्षेत्रफल रहेको वन क्षेत्रलाई जनाउँछ, र त्यहाँ रहेको रूख विरूवाहरूको उचाइ कम्तीमा ५ मी. हुनुपर्छ ।

वन छत्र (Forest Canopy) : भन्नाले रूखहरूको हांगा एवं पातहरूले निर्माण हुने छत्र वा ढकनी हो ।

वनको वार्षिक वृद्धि (Annual increment) : भन्नाले एक वर्षमा रूख, बोट विरूवामा हुने वृद्धिलाई जनाउँछ । अर्थात् यसले व्यास, उचाइ, आयतन तथा जैविक पिण्डमा हुने वार्षिक वृद्धि समेतलाई जनाउँछ ।



नमुना प्लट (Sample plot) : भन्नाले सम्पूर्ण वनको प्रतिनिधित्व हुने गरी नापन छुट्याइएको तोकिएको आकार र क्षेत्रफलको सानो टुकालाई नमुना प्लट भनी बुझाउँछ ।

नमुना घनत्व (Sampling intensity) : वनको पुरा क्षेत्र मध्ये कति प्रतिशत क्षेत्र नमुना कार्यको लागि प्रयोग गर्ने भनी निर्धारण गरिएकोलाई नमुना घनत्वको रूपमा लिइन्छ ।

स्तरीकरण (Stratification) : वन क्षेत्रलाई निश्चित आधार जस्तै वनको छत्र घनत्व, क्षेत्रफल, प्रजाति, वनको अवस्था तथा अन्य आवश्यक पक्ष तय गरेर विभिन्न भागमा विभाजन गर्नु नै वनको स्तरीकरण हो । यसले वन श्रोत सर्वेक्षण तथा कार्वन मापन गर्ने कार्यमा सजिलो पाउँछ र परिणाममा बढी सहीपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

चुवावट (Leakage) : एक ठाउँमा वन संरक्षण गर्ने नाममा त्यस्तो वनबाट प्राप्त गर्ने वस्तुहरू रेड कार्यान्वयन हुने क्षेत्रभन्दा बाहिरको क्षेत्रबाट ल्याई प्रयोग गरिएमा कार्वन चुवावट गरेको मानिन्छ । एक ठाउँमा रहेको कृषि तथा पर्ति भूमिलाई वनमा परिणत गरेपनि सोही बराबर अर्को ठाउँको वन विनास गरी कृषि कार्य गरिएमा पनि कार्वन चुवावट भएको मानिन्छ । कार्वन चुवावटलाई उत्सर्जन स्थानान्तरण (displacement of emission) पनि भनिन्छ ।

अतिरिक्तता (Additionality) : आधार विन्दु भन्दा बढी परिमाणमा वन विनास रोकन तथा वन क्षयीकरण घटाउन गरिएको अतिरिक्त सुधारको लागि पुरस्कृत गर्ने/उत्प्रेरणा प्रदान गर्ने कार्यलाई अतिरिक्त उत्प्रेरणा वा अतिरिक्तता भन्ने गरिन्छ । अतिरिक्त सहयोग बिना वन संरक्षण गर्न सम्भव नहुने देखिएको योजना कार्यान्वयन गर्न वा कमजोर तरिकाले कार्यान्वयन भइरहेको पद्धतिलाई सुधार गर्न सहयोग तथा उत्प्रेरणा प्रदान गरी उत्सर्जन घटेमा वा कार्वन सञ्चिति बढेमा त्यसरी प्राप्त हुने श्रेयलाई रेड अन्तर्गत अतिरिक्त उत्प्रेरणा मानिन्छ ।

स्थायित्व (Permanency) : यस शब्दले वन विनास हुन सक्ने विभिन्न खतराबाट वनलाई जोगाई वनमा लामो समयसम्म कार्वन सञ्चिति सुनिश्चित गर्ने कार्यलाई जनाउँछ । कार्वन सञ्चितिमा स्थायित्व रहने कुरा सुनिश्चित गर्न सकिएमा मात्र क्रेताहरू कार्वन किन्नको लागि तयार हुन्छन् ।

जैविक पिण्ड (Biomass) : कुनै पनि वनस्पति वा प्राणीको शारिरीक संरचनाभित्र मौज्जात रहेको जैविक अंश वा तौलको मात्रालाई जैविक पिण्ड भनिन्छ । बोट विरूवाहरूको सन्दर्भमा सुख्खा रूपमा मापन गरिएको कुल तौल (dry weight) लाई जैविक पिण्ड भनिन्छ । जैविक पिण्डको निश्चित प्रतिशत कार्वनले ओगट्ने हुनाले वन कार्वनको सञ्चिति अध्ययन गर्दा जैविक पिण्ड मापन गर्नु जरूरी हुन्छ ।

रेड (REDD) : REDD को पुरा रूप Reducing Emission Through Deforestation and Forest Degradation हो । यसको अर्थ कम विकसित देशहरूले वन विनास एवं क्षयिकरणमा कम गरि उत्सर्जनमा कटौती गर्नु हो ।

रेडप्लस (REDD Plus) : रेडप्लसको अर्थ कम विकसित देशहरूले वन विनास एवं क्षयिकरणमा कम ल्याउनुको अतिरिक्त वनको संरक्षण तथा दिगो वन व्यवस्थापन गरि उत्सर्जनमा कटौती गर्नु अर्थात् कार्वन सञ्चितिमा वृद्धि गर्नु हो ।

जैविक पिण्ड तालिका (Biomass Table) : भनेको यस्तो तालिका हो जसले रूखको व्यास वा उचाई तथा दुवैको आधारमा जैविक पिण्ड बताउँछ । यस्तो जैविक पिण्ड रूखको काण्ड पात, हागाविगा र जराको छुट्टा छुट्टै हुन्छ ।

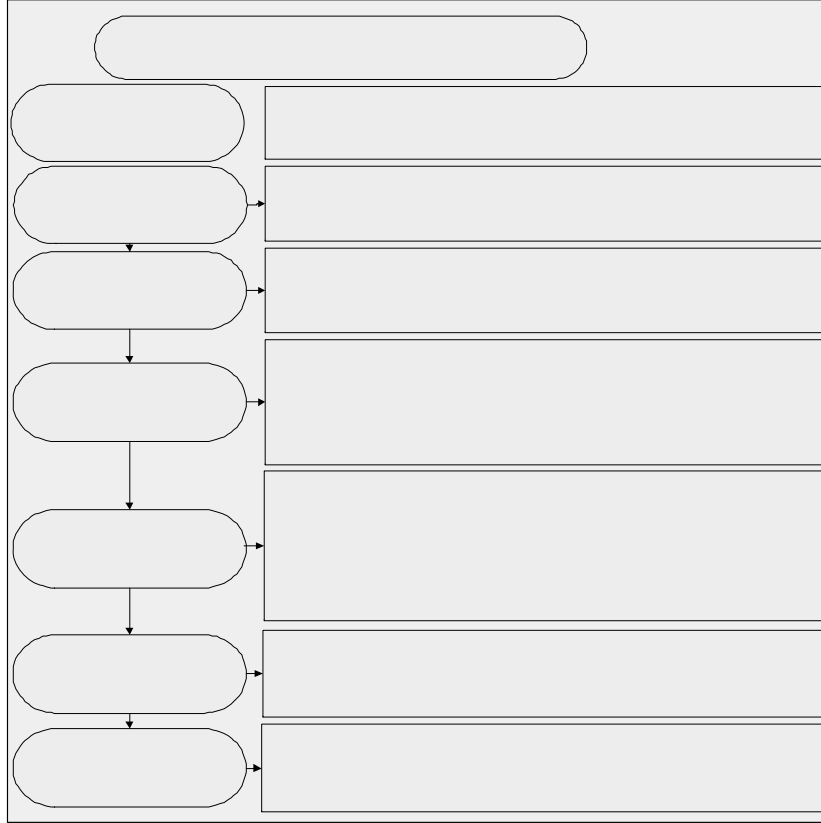
नमुना लिने विधि (Sampling Method) : कुनै पनि श्रोतको अवस्थाका बारेमा निक्काल निकाल्नु अघि त्यस श्रोतको केही स्याम्पल लिइ नाप तौल गरीन्छ र सोलाई आधार मानेर सम्पूर्ण वनश्रोतको अवस्थाबारे अनुमान गर्न सकिन्छ, यो कार्य एउटा निश्चित विधि अपनाई गरीन्छ जसलाई नमुना लिने (Sampling Method) विधि भनिन्छ ।

कार्वन पुल (Carbon Pool) : भन्नाले जमीनमाथिको भाग जस्तै काण्ड, हांगाविगा, पात, पत्कर, सोतर, घाँस, विरूवा, सुकेको काठ (Dead wood), पोथ्रा पोथ्री तथा भाडी वुट्यान, एवं जमीन मुनीको भाग (जरा तथा माटो) मा रहेको कार्वन समेतलाई बुझाउँछ ।

श्रोत: (MFSC, 2010)

## वन कार्बन मापन गर्ने विधि सम्बन्धि

### फ्लो डायग्राम:



यस मार्गदर्शनको पयोग गरि विभिन्न ६ वटा प्रकृया अपनायो भने वन कार्बन मापन कार्य गर्न सहज हुन जान्छ र अनुमान गरिएको कार्बन संचिति मापनमा बढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

## विषय सुची

दुई शब्द	ग
मार्गदर्शनको बारेमा (डा. केसी पौडेलज्यूबाट)	ड
शब्दावली	च
शब्द परिचय	छ
वन कार्बन मापन गर्ने विधि सम्बन्धि फ्लो डायग्राम:	ज
<b>खण्ड एक : परिचय</b>	१
१. परिचय	१
१.१ पृष्ठभूमी	१
१.२ उद्देश्य	३
१.३ मार्गदर्शनको उपयोगीता	३
१.४ मार्गदर्शन तयारी प्रकृया	३
१.५ मार्गदर्शनको संरचना	४
<b>खण्ड दुई: वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण</b>	६
२. वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण	६
२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको छनौट	६
२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको सर्वेक्षण र नक्साङ्कन	६
२.१.१ वन क्षेत्र सर्वेक्षण कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग	६
२.१.१ वन क्षेत्र नक्साङ्कन कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग	१०
२.१.२ नक्साङ्कन कार्यमा स्याटेलाइट इमेजको प्रयोग	१२
२.१.३ वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक सामग्री तथा सफ्टवेयर	१४
२.२ चुहावट हुन क्षेत्र एवं यसको निर्धारण	१४
२.२.१ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट (Leakage)को समस्या	१५
२.२.२ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट क्षेत्र छुट्याउने	१६
२.३ वन क्षयिकरण (Forest Degradation) र यसको निर्धारण	१६
<b>खण्ड तिन : नमुना र स्तरीकरण (Sampling and Stratification)</b>	१७
३. नमुना र स्तरीकरण (Sampling and Stratification)	१७
३.१ स्ट्राटीफाइड न्यानडम स्याम्पलिङ (Stratified Random Sampling)	१७

३.१.१ वन वा परियोजना क्षेत्रको स्ट्राटीफीकेसन (Stratification of Forest)	१७
३.१.२ स्याम्पल प्लट निर्धारण	२०
३.१.३ नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्ने विधि	२२
३.१.४ फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने विधि	२३
३.१.५ स्याम्पल प्लट साइज	२४
३.१.५ भिरालोमा दुरी निर्धारण	२४
३.१.६ स्याम्पल प्लटको साइज:	२५
<b>खण्ड चार : तथ्याक्त संकलन विधि</b>	२६
४. तथ्याङ्क संकलन विधि	२६
४.१ वन कार्बन मापन विधि	२६
४.१.१ वनक्षेत्रमा हुने कार्बन पुलहरू	२६
४.१.२ वनमा जमीनमाथीको कार्बन मापन विधि	२७
४.१.२ वनमा जमीन मुनीको कार्बन मापन विधि	२९
४.१.३ वनमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक टिम	२९
४.१.४ तथ्याङ्क संकलन फाराम तयारी र आवश्यक समग्रीहरू	३०
४.१.५ तथ्याङ्क संकलनका आवश्यक समग्रीहरू	३०
४.१.६ वन कार्बन सर्वेक्षण तथा मापन गर्दा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरू	३१
४.२ वनमा भएको चुहावट क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि	३२
४.३ वनमा भएको क्षयिकरण क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि	३२
<b>खण्ड पाँच : तथ्याङ्क विश्लेषण विधि</b>	३४
५. तथ्याङ्क विश्लेषण विधि	३४
५.१ प्रयोगशालामा विश्लेषण	३४
५.२ कार्बन विश्लेषण	३४
५.२.१ जमीनमाथिको कार्बन विश्लेषण	३५
५.२.२ जमिनमुनीको कार्बन विश्लेषण	३९
५.२.३ कार्बन एवं कार्बन डाइअक्साइड आंकलन	४०
५.२.४ जम्मा कार्बन संचिति आंकलन ( Carbon Sequestration)	४०
५.३ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण	४०
५.४ वन क्षेत्रमा हुने क्षयिकरण तथ्याङ्क विश्लेषण	४१
५.४.१ इमेज विश्लेषण	४१
५.४.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्क विश्लेषण	४१

<b>खण्ड छ: वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण</b>	४३
६. वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण (Recording of Forest Carbon)	४३
६.१ वन कार्बन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्ने	४३
६.२ चुहावट क्षेत्रको वन कार्बन संचितिको अभिलेख	४४
६.३ वन क्षयिकरणका क्षेत्रको वन कार्बन संचितिको अभिलेख	४५
६.३.१ नक्सामा वन क्षयिकरण सम्बन्धि कार्बन संचितिको परिवर्तन देखाउने	४५
६.३.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा अभिलेख राख्ने	४६
<b>खण्ड सात: गुणस्तरमा नियन्त्रण</b>	४७
७. गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण (Quality Assurance and Quality Control)	४७
७.१ फिल्डमा भरपर्दो मापन (Reliable Field Measurement)	४७
७.२ प्रयोगशालामा विश्लेषण (Laboratory Analysis)	४८
७.३ तथ्याङ्क व्यवस्थापन एवं विश्लेषण (Data Management and Analysis)	४८
७.४ संकलित तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन र तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन (Data Completeness and Consistency Check)	४८
७.४.१ तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन जांच्ने (Completeness Check)	४९
७.४.२ तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन जांच्ने (Consistency Check)	५१
७.५ तथ्याङ्क प्रवाहीकरण (Mainstreaming and archiving)	५३
सन्दर्भ सामाग्री	५४
अनुसुचीहरू	५७

**तालीका सम्बन्धि विवरण**

Table 1: मार्गदर्शन तयारी प्रकृया	४
Table 2: वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामाग्रीहरूको विवरण	१४
Table 3: स्याम्पल प्लटको साइज	२४
Table 4: स्याम्पल प्लटको साइज	२५
Table 5: रूखको वर्गिकरण	२८
Table 6: तथ्याङ्क संकलन गर्दा जनशक्तीहरूको कार्य विवरण	३०
Table 7: फिल्डमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक सामाग्रीहरू	३१
Table 8: कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग	३६

Table 9: वायोमास अनुमान गर्ने सुत्र	३७
Table 10: वर्षाको आधारमा जिल्लाहरूको वर्गीकरण:	३८
Table 11: जिल्लाको जम्मा वन कार्वन संचितिको रेकर्डको नमुना	४४
Table 12: चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन संचितिको अभिलेख	४५
Table 13: वन क्षयिकरण क्षेत्रको सेटेलाइट इमेज वन कार्वन संचितिको अभिलेख	४६
Table 14: वन क्षयिकरण क्षेत्रको फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा वन कार्वन संचितिको अभिलेख	४६

#### फिगर सम्बन्धि विवरण

Figure 1: इमेज वर्गिकरण गर्ने तरिका	१८
Figure 2: नक्सामा देखाइएका स्याम्पल प्लटहरू	२३
Figure 3: वन कार्वनका पुलहरू	२७

#### अनुसुचि सम्बन्धि विवरण

Annex 1: व्यास नाप्दा विचार पुऱ्याउनु पर्ने बुंदाहरू	५७
Annex 2: रूखको उचाइ नाप्दा विचार पुऱ्याउनु पर्ने बुंदाहरू	५८
Annex 3: प्रजाती अनुसारको काठको घनत्व	५९
Annex 4: विभिन्न प्रजातीको वायोमास (जैविक पिण्ड) निकाल्ने सुत्र	६२
Annex 5: जि. पि. एस. को-अर्डिनेट सम्बन्धि जानकारी संकलन फाराम	६३
Annex 6: पोल, रूख एवं लाश्रा सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम	६४
Annex 7: विरूवा (Seedling) सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम	६५
Annex 8 : घास, सोतर, पत्कर, भाडी तथा बुट्यान सम्बन्धि तथ्याङ्क संकलन फाराम	६६
Annex 9: माटोमा रहेको कार्वनको लागि तथ्याङ्क संकलन फाराम	६७
Annex 10: कार्वन रजिस्टरको नमुना (प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड)	६८
Annex 11: कार्वन रजिस्टरको नमुना (वनक्षेत्रको कार्वनको रेकर्ड)	६९
Annex 12: फोटो ग्राफ रेकर्डको नमुना:	७०
Annex 13: वर्षा सम्बन्धि जिल्लाको रेकर्ड	७१

#### वक्स सम्बन्धि विवरण

Box 1: जि. पि. एस सेटिड गर्ने तरिका	७
Box 2: जि.पि.एसमा युनिट. सेटिड गर्ने तरिका	८
Box 3 : जि. पि. एस. को प्रयोग गरी कोअर्डिनेट लिने तरिका	९
Box 4 : जि.पि.एस.को प्रयोगले वनको वाउण्डरी छुट्याउने कार्य	१०