संसाधन मैनुअल

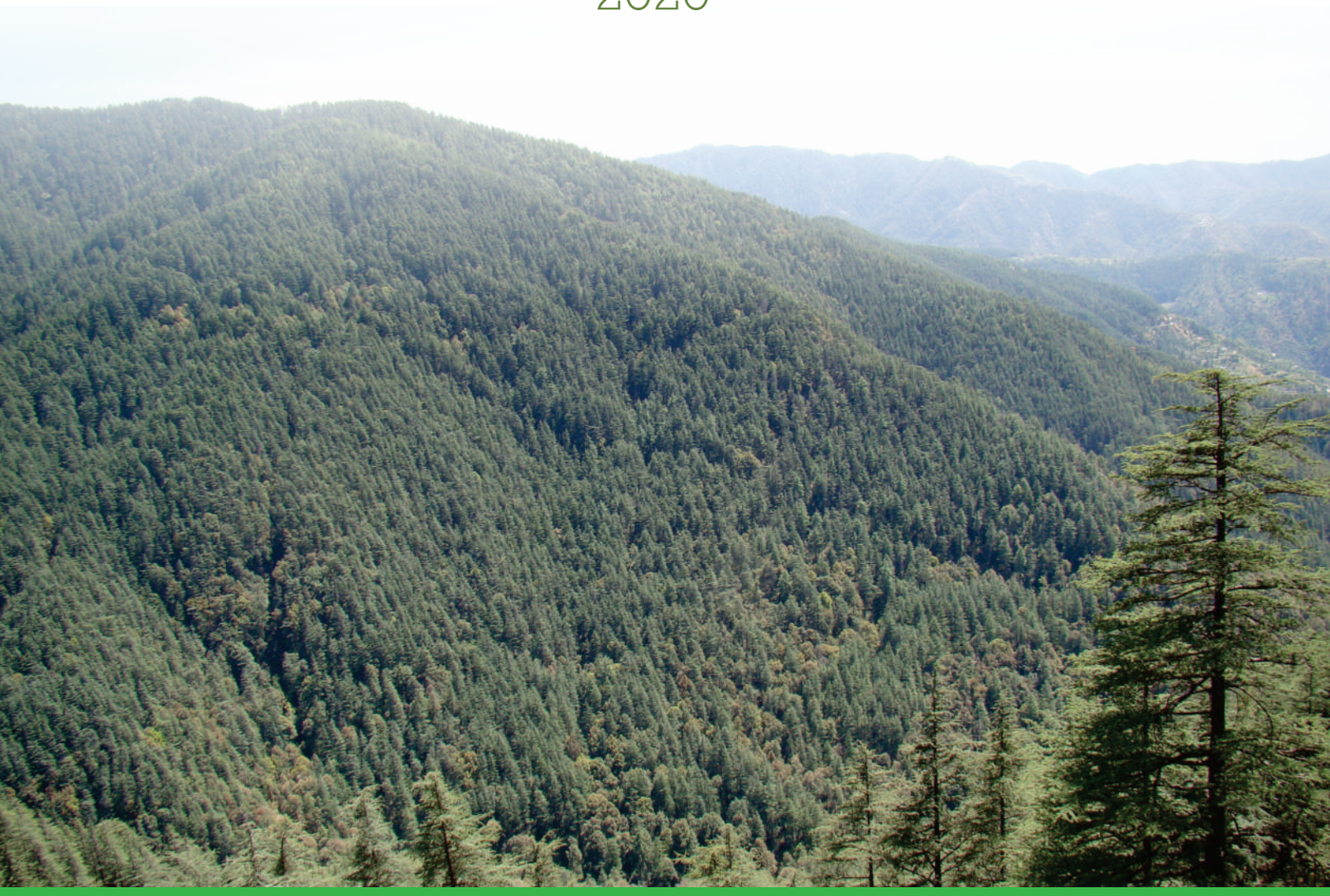
वन कार्बन स्टॉक्स मापन हेतु राज्य वन विभागों की क्षमता निर्माण

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

संसाधन मैनुअल

वन कार्बन स्टॉक्स मापन हेतु राज्य वन विभागों की क्षमता निर्माण

2020



भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्
(पर्यावरण, वन एवं जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, भारत सरकार की एक स्वायत्त संस्था)
पो०ओ० न्यू फोरेस्ट, देहरादून – 248006

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

'वन कार्बन स्टॉक्स मापन' नामक संसाधन मैनुअल, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद् द्वारा छत्तीसगढ़ और मध्य प्रदेश राज्यों में कार्यान्वित की जा रही विश्व बैंक द्वारा वित्त पोषित पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना के तहत राज्य वन विभागों की क्षमता निर्माण के लिए एक संदर्भ पुस्तिका के रूप में विकसित किया गया है।

कॉपीराइट : भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्, 2020

प्रकाशित :
जैवविविधता एवं जलवायु परिवर्तन प्रभाग
भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्
पो0ओ0 न्यू फोरेस्ट, देहरादून – 248006

मैनुअल विकास टीम

दिशानिर्देशन एवं मार्गदर्शन

श्री अनुराग भारद्वाज
परियोजना निदेशक, ईएसआईपी, भा0वा0अनु0शि0प0

सम्पादित और अंतिम रूप

डॉ0 आर0एस0 रावत
परियोजना प्रबन्धक, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना, भा0वा0अनु0शि0प0

डॉ0 शिल्पा गौतम
परियोजना समन्वयक, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना, भा0वा0अनु0शि0प0

डॉ0 संजय सिंह
तकनीकी प्रबंधक, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना, भा0वा0अनु0शि0प0

संकलित

श्री वी0आर0एस0 रावत
परामर्शदाता, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना

डॉ0 मौहम्मद शाहिद
परामर्शदाता, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना

पेज लेआउट व टंकण

श्री उमंग थापा
स्थापना सह सचिवीय एक्सपर्ट, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना

उद्धरण

ICFRE (2020) | संसाधन मैनुअल : वन कार्बन स्टॉक्स मापन हेतु राज्य वन विभागों की क्षमता निर्माण। भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद, देहरादून (भारत)।

सत्यमेव जयते

अरुण सिंह रावत, भा.व.से.
Arun Singh Rawat, IFS

महानिदेशक
भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्
डाकघर न्यूफॉरेस्ट, देहरादून–248006
(आई.एस.ओ. 9001:2008 प्रमाणित संस्था)

Director General
Indian Council of Forestry Research and Education
P.O. New Forest, Dehradun – 248006
(An ISO 9001:2008 Certified Organisation)

प्राक्कथन

वैश्विक रूप से जीवाश्म ईंधन का जलना और निर्वनीकरण वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) की वृद्धि के प्रमुख मानवजनित स्रोत हैं जिससे वैश्विक तापमान में वृद्धि हो रही है। वैज्ञानिक प्रमाण हैं कि मनुष्य पर्यावरण को प्रभावित कर रहा है, जिससे हमारे समाज और पारिस्थितिक तंत्र के लिए संकट पैदा हो रहा है। वन कार्बन डाइऑक्साइड के स्रोत और सिंक दोनों हैं, जिसके कारण वन जलवायु परिवर्तन से निपटने वाले अंतर्राष्ट्रीय समझौतों का अभिन्न अंग हैं । विश्व स्तर पर वनों को महत्वपूर्ण पारितंत्र वस्तुओं और सेवाओं के साथ अपेक्षाकृत कम लागत का जलवायु परिवर्तन शमन/न्यूनीकरण के विकल्प के रूप में माना जाता है। भारत उन चुनिन्दा देशों में से एक है, जहाँ वनों और वृक्षों के आवरण में निस्तर वृद्धि हो रही है, जिससे देश के वनों को CO_2 के शुद्ध सिंक में बदला गया है। भारत ने जलवायु परिवर्तन पर संयुक्त राष्ट्र फ्रेमवर्क कन्वेंशन के पेरिस समझौते के तहत 2030 तक अतिरिक्त वनों और वृक्षों के आच्छादन के माध्यम से 2.5 से 3 बिलियन टन अतिरिक्त CO_2 समतुल्य सोखने का एक बहुत ही महत्वाकांक्षी राष्ट्रीय निर्धारित योगदान (NDC) लक्ष्य प्रस्तुत किया हैं।

भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद् (भा.वा.अ.शि.प.) वन और जलवायु परिवर्तन के क्षेत्र में कार्यरत है और राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर वानिकी क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन के प्रासंगिक मुद्दों में महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है। भा.वा.अ.शि.प. ने रेडड् प्लस, सी.डी.एम. और नीतिगत दृष्टिकोणों के लिए क्रिया विधियों को सरल बनाने हेतु संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन वार्ताओं में योगदान दिया है। परिषद् ने पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, भारत सरकार की ओर से राष्ट्रीय रेडड् प्लस रणनीति भी तैयार की है तथा जलवायु परिवर्तन पर संयुक्त राष्ट्र फ्रेमवर्क कन्वेंशन (यूएनएफसीसीसी) को भारत द्वारा समय–समय पर भेजे जाने वाले राष्ट्रीय प्रतिवेदनों (NATCOM) में भी योगदान देता है। राष्ट्रीय स्तर पर वन अधिकारियों, वैज्ञानिकों और प्रौद्योगिकीविद्ों के लिए वन और जलवायु संबंधी विषय पर क्षमता निर्माण कार्यक्रमों में भी भा.वा.अ.शि.प. सक्रिय रूप से कार्यरत है।

विश्व बैंक द्वारा वित्त पोषित पारितंत्र सेवायें सुधार परियोजना (ईएसआईपी) सतत् भूमि और पारितंत्र प्रबंधन और आजीविका लाभ के माध्यम से अनुकूलन आधारित शमन के लिए मॉडलों के प्रदर्शन द्वारा ग्रीन इंडिया मिशन (जीआईएम) के लक्ष्यों की पूर्ति में सहायक है। ईएसआईपी जैव विविधता और कार्बन स्टॉक सहित प्राकृतिक संसाधनों के बेहतर प्रबंधन के लिए नए उपकरण और प्रौद्योगिकियों को प्रस्तुत करने का प्रयास कर रहा है। ईएसआईपी की एक परियोजना कार्यान्वयन इकाई के रूप में भा.वा.अ.शि.प., छत्तीसगढ़ और मध्य प्रदेश राज्य वन विभागों और इन राज्यों के स्थानीय समुदायों की वन कार्बन मापन और निगरानी की क्षमता का विकास कर रहा है। मुझे उम्मीद है, कि वन कार्बन स्टॉक मापन पर प्रस्तुत यह संसाधन मैनुअल वन पारितंत्र के कार्बन स्टॉक के मापन के लिए वन अधिकारियों, वन कर्मियों, वैज्ञानिकों, शोधकर्ताओं, प्रशिक्षुओं, संयुक्त वन प्रबंधन समितियों के सदस्यों और छात्रों के लिए एक मार्गदर्शक मैनुअल होगा। मैं परियोजना निदेशक, परियोजना प्रबंधक और पारितंत्र सेवा सुधार परियोजना के परामर्शदाताओं को इस संसाधन मैनुअल की अवधारणा और प्रस्तुति के लिए उनके सर्वश्रेष्ठ प्रयास हेतु बधाई देता हूँ।

दिनांक : 02 जून 2020

(अरुण सिंह रावत)

दूरभाष/Phone : 0135-2759382 (O)
EPABX : 0135-2224855, 2224333 (O)
ई–मेल/E-mail : dg@icfre.org
फैक्स/Fax : 0091-135-2755353

सत्यमेव जयते

अनुराग भारद्वाज, भा.व.से.
Anurag Bhardwaj, IFS

निदेशक (अंतर्राष्ट्रीय सहयोग)
भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्
डाकघर न्यूफॉरेस्ट, देहरादून–248006
(आई.एस.ओ. 9001:2008 प्रमाणित संस्था)
Director (International Cooperation)
Indian Council of Forestry Research and Education
P.O. New Forest, Dehradun – 248006
(An ISO 9001:2008 Certified Organisation)

प्रस्तावना

हाल के वर्षों में जलवायु परिवर्तन उन प्रमुख वैश्विक मुद्दों में से एक है जिसने आम नागरिक, वैज्ञानिकों और नीति नियोजकों का ध्यान अपनी ओर आकृष्ट किया हैं। जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभाव स्पष्ट हैं, जैसे कि दुनिया अधिक तीव्र वर्षा का सामना कर रही है, बाढ़ और तूफान अधिक भयावह हो रहे हैं, गर्मी की तपन अधिक प्रबल हो रही हैं, वसंत से पहले पेड़–पौधों में फूल खिल रहे हैं, ग्लेशियर पिघल रहे हैं, और समुद्र का औसत जल स्तर बढ़ रहा है। चरम जलवायवीय घटनाओं मे वृद्धि हो रही हैं।

विश्व की सरकारें जलवायु परिवर्तन के प्रभावी शमन का प्रयास कर रही हैं। पेरिस समझौते के तहत विश्व की सरकारें इस सदी के अंत तक वैश्विक तापमान में 1.5 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि तक सीमित करने पर सहमत हुई हैं। आईपीसीसी की हाल की रिपोर्ट का निष्कर्ष है कि 1.5 डिग्री सेल्सियस लक्ष्य को पूरा करना संभव है लेकिन इसके लिए 'उत्सर्जन में अत्याधिक कमी' और समाज के सभी पहलुओं में तीव्र, दूरगामी और अभूतपूर्व बदलाव की आवश्यकता होगी। वन अब जलवायु परिवर्तन से निपटने वाले अंतर्राष्ट्रीय प्रोटोकॉल का अभिन्न अंग हैं। भारत सरकार के ग्रीन इंडिया मिशन तथा राष्ट्रीय निर्धारित योगदान (एनडीसी) की प्रतिबद्धता को पूरा करने के लिए अतरिक्त वनों के द्वारा 2.5 से 3 बिलियन टन अतिरिक्त CO_2 समतुल्य प्राप्त करना वानिकी क्षेत्र से जुड़े लोगों के समक्ष बहुत बड़ा चुनौतीपूर्ण कार्य है।

भारत दुनिया की सबसे तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्थाओं में से एक हैं। इसकी विशाल और तेजी से बढ़ती जनसंख्या के लिए उपयोगी पारितंत्र तथा वस्तुओं एवं सेवाओं के लिए वनों की महत्वपूर्ण भूमिका है। भा.वा.अ.शि.प. पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना (ईएसआईपी) के कार्यान्वयन भागीदार के रूप में छत्तीसगढ़ और मध्य प्रदेश के चुनिंदा वन भूदृश्यों में विभिन्न सतत् भूमि और पारितंत्र प्रबंधन के सर्वोत्तम प्रणालियों को बढ़ावा देने का प्रयास कर रहा हैं और वन कार्बन स्टॉक की माप और निगरानी करने के लिए मध्य प्रदेश तथा छत्तीसगढ़ के राज्य वन विभागों की क्षमता निर्माण भी कर रहा है।

वनों द्वारा प्रदान किए जाने वाले वस्तुओं और पारितंत्र सेवाओं को मापने के लिए नए उपकरणों और तकनिकियों का क्षेत्रीय स्तर पर सीमित ज्ञान हैं। 'वन कार्बन स्टॉक के मापन' पर इस प्रशिक्षण संसाधन मैनुअल को इस तरह से विकसित किया गया है कि एक क्षेत्र वनपाल आसानी से सैम्पल प्लाट डालकर प्रारम्भिक आकड़े एकत्र कर वन में संग्रहीत कार्बन का आकलन कर सकता है। मैनुअल नमूना के आकार को निर्धारित करने, विविधताओं को मापने और अंत में एक वन पारितंत्र में विभिन्न कार्बन पूलों के विश्लेषण से कार्बन मूल्यांकन के सभी पहलुओं को शामिल करता है। मुझे विश्वास है कि वन कार्बन स्टॉक्स के मापन के लिए क्षेत्र वनपालों हेतु मैनुअल उपयोगी होगा। मैं इस बहुउपयोगी फील्ड मैनुअल को विकसित करने के लिए परियोजना प्रबन्धक एवं भा.वा.अ.शि.प. की ईएसआईपी, टीम को बधाई देता हूँ।

दिनांक : 02 जून 2020

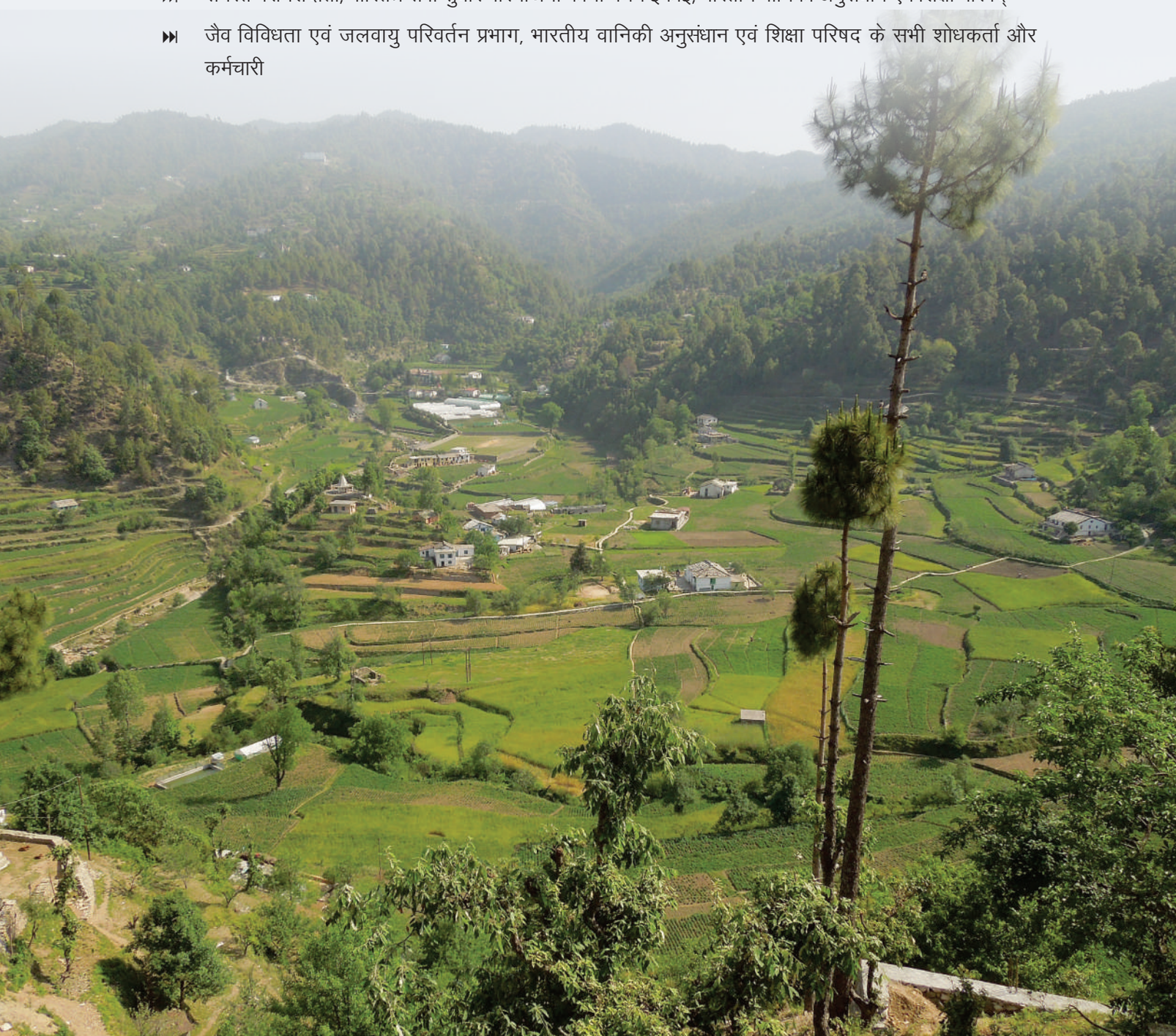
(अनुराग भारद्वाज)
परियोजना निदेशक, ईएसआईपी

विषय-सूची

1.	वन एवं जलवायु परिवर्तन	1-3
2.	वन कार्बन स्टॉक्स का मापन	5-7
3.	वन कार्बन स्टॉक्स के मापन में रिमोट सेंसिंग और भौगोलिक सूचना प्रणाली का उपयोग	9-12
4.	सैम्पलिंग (प्रतिचयन) अभिकल्पना एवं सैम्पल प्लाट का आवंटन	13-16
5.	फील्ड में सैम्पल प्लाट डालना तथा आंकड़े एकत्र करना	17-23
6.	वन कार्बन स्टॉक्स का आंकलन	25-30
	सन्दर्भ	31-32
	शब्दावली	33-34
	अनुलग्नक	35-65

आभार

- भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद, देहरादून
- पर्यावरण, वन एवं जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, भारत सरकार
- विश्व बैंक
- भारतीय वन सर्वेक्षण, देहरादून
- श्री अरुण सिंह रावत, महानिदेशक, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद
- डॉ. सुरेश गैरोला, भूतपूर्व महानिदेशक, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद
- श्री एस.डी. शर्मा, उपमहानिदेशक (अनुसंधान), भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद
- श्री एंड्रयू एम मिशेल, टीम टास्क लीडर, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना, विश्व बैंक
- डॉ अनुपम जोशी, को–टीम टास्क लीडर, पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना, विश्व बैंक
- समस्त परामर्शदाता, पारितंत्र सेवा सुधार परियोजना कार्यान्वयन इकाई, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद्
- जैव विविधता एवं जलवायु परिवर्तन प्रभाग, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद के सभी शोधकर्ता और कर्मचारी



1 वन एवं जलवायु परिवर्तन

जलवायु परिवर्तन

अंतरसरकारी जलवायु परिवर्तन पेनल (IPCC) के अनुसार जलवायु तंत्र पर मानव का प्रभाव स्पष्ट है तथा वर्तमान में मानव जनित ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन इतिहास मे सबसे अधिकतम है। हाल ही में हो रहे जलवायु परिवर्तन से मानव एवं प्राकृतिक तंत्रों पर अत्याधिक विपरीत प्रभाव पड़ा है (IPCC, 2014)। पृथ्वी का वायुमण्डल प्राकृतिक प्रक्रिया एंव मानवजनित गतिविधियों से निकलने वाली कई प्रकार की गैसों से बना हैं। पृथ्वी का वायुमण्डल कार्बन डाई आक्साइड, मीथेन, नाइट्रस आक्साइड, क्लोरोफ्लोरो कार्बन, हाइड्रोफ्लोरो कार्बन और सल्फर हेक्सा फ्लोराइड आदि ग्रीन हाउस गैसों के लिए एक परत की तरह कार्य करती हैं, जो कि पृथ्वी से निकलने वाली दीर्घ तरंग विकिरण को अवशोषित कर पृथ्वी के वायुमण्डल को गर्म रखती हैं। यह एक प्राकृतिक घटना है जिसे पृथ्वी का हरित गृह प्रभाव (ग्रीन हाउस इफेक्ट) कहते हैं। पिछली डेढ़ सदी से औद्योगिक क्रांति के फलस्वरूप मानवीय गतिविधियों से इन गैसों का उत्सर्जन अत्यधिक मात्रा में बढ़ा है और पृथ्वी के तापमान में अप्रत्याशित वृद्धि दर्ज की गयी है। आईपीसीसी (IPCC, 2014) के अनुसार वैश्विक स्तर पर जीवाश्म इंधन के जलने से तथा औद्योगिक प्रक्रिया के फलस्वरूप 1970 से 2010 के बीच में ग्रीन हाउस गैसों के उत्सर्जन में 78% तक की वृद्धि हुई है।

विश्व स्तर पर कृषि, वानिकी व अन्य भू उपयोग से लगभग 23% ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन होता है (IPCC, 2019)। आईपीसीसी की 2018 में प्रकाशित '1.5 डिग्री सेल्सियस रिपोर्ट' के अनुसार पूर्व औद्योगिक क्रांति के समय से अब तक पृथ्वी के तापमान में 1 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि हो गयी है, तथा कहीं–कहीं पर 1.5 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि भी दर्ज की गयी है। वैश्विक तापक्रम बढ़ने के साथ–साथ भारत में भी 1901 से 2017 के मध्य 0.66 डिग्री सेल्सियस की तापमान में वृद्धि दर्ज की गयी है। पिछले तीस वर्षों में चरम जलवायुवीय घटनायें जैसे ग्रीष्म लहर, बाढ़, तूफानी चक्रवात आदि घटनाओं की वृद्धि दर्ज की गयी है (MoEF&CC, 2017)।

जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण एवं वन

जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों से निपटने के लिये न्यूनीकरण एंव अनुकूलन उपायों को अपनाने हेतु वैश्विक समुदाय तथा वैज्ञानिक प्रयासरत हैं। वन पारितंत्र जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वन एंव जलवायु परिवर्तन एक दूसरे से पारस्परिक संबधित हैं। वन कार्बन डाइ आक्साइड उत्सर्जन को सोखने (सिंक) का कार्य करते हैं तथा साथ ही कार्बन को उत्सर्जित करने के स्रोत भी हैं। वन अपना भोजन बनाने के लिये होने वाली प्रकाश–संश्लेषण क्रिया के फलस्वरूप वायुमण्डल से कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल के उपयोग से अपना भोजन बनाते हैं तथा इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन छोड़ते हैं। वनों के द्वारा कार्बन डाइआक्साइड के रूप में कार्बन सोखने की इस प्रक्रिया

के कारण ये जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने का सबसे सस्ता एवं आसान समाधान हैं। वायुमण्डल से सोखी गई कार्बन को वन अपने जैवभार (बायोमास) तथा मृदा में मृदा जैविक कार्बन के रूप में संग्रहित रखते हैं। इस प्रकार वन अन्य पारिस्थितिकी लाभों के साथ–साथ अपेक्षाकृत कम लागत पर जलवायु परिवर्तन के न्यूनीकरण (कम करना) में सक्षम है। विश्व में लगभग 30 प्रतिशत भूभाग वनाच्छादित है। जलवायु परिवर्तन प्रभावों को कम करने में वन आधारित प्रमुख विकल्प के रूप में निर्वनीकरण को कम करना, सतत् वन प्रबंधन, वनीकरण तथा कृषि वानिकी से 2030 तक लगभग 0.2 से 13.8 अरब टन कार्बन डाइऑक्साइड प्रति वर्ष कम की जा सकती है (IPCC, 2014)।

वैश्विक मानव जनित ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन में कृषि, वानिकी एवं अन्य भू–उपयोग का लगभग एक चौथाई योगदान है। वन पारितंत्र में कार्बन वृद्धिमान भण्डार (ग्रोविंग स्टोक) तथा मृदा में संग्रहित रहता है। वनों के कटान तथा वन पारितंत्र से ईंधन, चारा आदि के रूप में अन्य वनस्पतियों के कटान से उनमें संग्रहित कार्बन वायुमण्डल में उर्त्सजित हो जाती है। कई अन्य मानव जनित गतिविधियां जैसे जीवाश्म ईंधन का जलना, औद्योगिकीकरण, शहरीकरण एवं वनक्षरण आदि वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड तथा अन्य ग्रीन हाउस गैसों की मात्रा बढ़ाने के लिए उत्तरदायी है।

भारत के वनों की कार्बन सेवायें

भारत अपनी भरपूर जैवविविधता के साथ–साथ एक बड़ा देश है, कृषि के बाद वन दूसरा सबसे बड़ा भू–उपयोग है। भारत में लगभग 2.75 करोड़ जनसंख्या अपने किसी न किसी जीविकोपार्जन के लिए वनों पर निर्भर है (The World Bank, 2006)। भारत की वन स्थिति रिपोर्ट 2019 के अनुसार देश का कुल वनावरण 712249 वर्ग कि.मी. दर्ज किया गया, जबकि 2017 में यह 708273 वर्ग कि.मी. था। इस प्रकार विगत दो वर्षों में वनावरण में 3976 वर्ग कि.मी. की वृद्धि दर्ज की गयी। देश का वन एवं वृक्ष आवरण कुल भू–भाग का 24.56 प्रतिशत है। राष्ट्रीय वन नीति के अनुसार वन एवं वृक्षआवरण को देश के कुल भू–भाग का 33 प्रतिशत होना चाहिए।

वनों के सतत् प्रबंधन, वनीकरण तथा गैर वानिकी उपयोग के लिए वन भूमि परिवर्तन के नियमितिकरण से भारत अपने वन कार्बन भण्डारों मे वृद्धि करने में सफल रहा है। वर्ष 2019 में वनों में कार्बन भण्डार का आंकलन 7124.6 मिलियन टन किया गया था। जबकि 2017 में यह 7082 मिलियन टन था इस प्रकार दो वर्षों में 42.6 मिलियन टन कार्बन की वृद्धि दर्ज की गयी। वनों से संबंधित कई उत्कृष्ट राष्ट्रीय कार्यक्रमों तथा नीतियों के फलस्वरूप भारत के वन कार्बन के सिंक हैं। जब भारत ने 2004 में संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन संधि (UNFCCC) को अपना पहला राष्ट्रीय संप्रेषण (प्रथम नेटकॉम रिपोर्ट) प्रस्तुत किया तब भारत में वन, भू उपयोग एवं भू उपयोग परिवर्तन वर्ष 1994 में कार्बन उत्सर्जन के स्रोत थे। उस समय भारत के कुल उत्सर्जन का लगभग 1.16 प्रतिशत वनों से होता था। प्रभावशाली राष्ट्रीय कार्यक्रमों एवं नीतियों के क्रियान्वयन के फलस्वरूप वर्ष 2012 में जब भारत ने अपना दूसरा राष्ट्रीय संप्रेषण (द्वितीय नेटकॉम रिपोर्ट) प्रस्तुत किया तब हमारे वन कुल राष्ट्रीय उत्सर्जन का 17 प्रतिशत लगभग कार्बन डाइऑक्साइड सोख रहे थे (MoEF, 2014)। हाल ही में संयुक्त राष्ट्र को भेजे गये पहले एवं दूसरे द्विवार्षिक प्रतिवेदन (BUR II) के अनुसार भारत के वन लगभग 252. 5 मिलियन टन कार्बन सोखते हैं, जो कि कुल राष्ट्रीय उर्त्सजन का 12 प्रतिशत है (MoEF&CC, 2018)। वर्ष 2014 में भू–उपयोग, भू–उपयोग परिवर्तन एवं वानिकी (LULUCF) द्वारा भारत में 30.12 करोड़ टन कार्बन डाइऑक्साइड समतुल्य गैस सोखी गयी। अतः भारत में वन जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में सकारात्मक भूमिका निभा रहें हैं।

जलवायु परिवर्तन पर अंतर्राष्ट्रीय प्रतिबंधताओं की पूर्ति

संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन संधि (UNFCCC) के अनुपालन में भारत सरकार ने वर्ष 2008 में जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना घोषित की। भारत सरकार पेरिस समझौते के तहत अपने राष्ट्रीय निर्धारित योगदान (एनडीसी) को प्राप्त करने के लिए प्रतिबद्ध है।

जलवायु परिवर्तन पर भारत की राष्ट्रीय कार्य योजना

वर्ष 2008 में घोषित जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना में ऐसे कई उपाय दिये गये हैं जिनसे राष्ट्र के विकास की प्रतिबद्धता के साथ–साथ जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण तथा अनुकूलन के उद्देश्यों की भी प्राप्ति हो

सके। जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना के क्रियान्वयन हेतु आठ राष्ट्रीय मिशनों की भी घोषणा की गयी जिनके माध्यम से जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में बहुआयामी, दीर्घकालिक एवं एकीकृत रणनीतियां बनायी जा सकें। वानिकी क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण तथा अनुकूलन के उद्देश्य से राष्ट्रीय हरित भारत मिशन (GIM) जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना का एक महत्त्वपूर्ण मिशन हैं (MoEF, 2014)।

हरित भारत मिशनः हरित भारत मिशन यह संज्ञान लेता है कि भारत में वनों का वितरण, प्रकार तथा गुणवत्ता तथा वनों से संबंधित/आश्रित लोगों का जीविकोपार्जन विपरीत रूप से प्रभावित होगा। जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण तथा अनुकूलन के संदर्भ में हरित भारत मिशन पारितंत्र सेवाओं में सुधार जैसे कार्बन पृथक्करण तथा संग्रहण (वन तथा अन्य परितंत्रों में), हाइड्रोलोजिकल सेवायें तथा जैव विविधता के साथ–साथ अन्य सेवायें जैसे जलाऊ लकड़ी, चारा, छोटी इमारती लकड़ी, अकाष्ट वनोपज आदि की सतत् उपलब्धता हेतु लक्षित है।

हरित भारत मिशन न्यूनीकरण एवं अनुकूलन के संयोजन से जलवायु परिवर्तन समाधान के लक्ष्यों की पूर्ति के साथ–साथ (i) सतत् रूप से प्रबंधित वनों एवं अन्य पारितंत्रों में, कार्बन सिंक में वृद्धि (ii) जलवायु परिवर्तन के प्रति सुनम्य (vulnerable) प्रजातियों/ पारितंत्रों में अनुकलन तथा (iii) जलवायु परिवर्तनशीलता के दृष्टिगत वनों पर निर्भर समुदायों में अनुकूलन में भी सहायक होगा। हरित भारत मिशन के उद्देश्य निम्न हैं :

- वन एवं गैर वन भूमि में वन/वृक्ष आवरण में 50 लाख हैक्टेयर में वृद्धि तथा अन्य 50 लाख हैक्टेयर वन की गुणवत्ता में सुधार।
- 100 लाख हैक्टेयर भूमि के सुधार के उपरांत जैवविविधता, हाइड्रोलोजिकल सेवायें तथा कार्बन पृथक्करण आदि पारितंत्रीय सेवाओं में सुधार।
- वनों पर निर्भर लगभग 30 लाख परिवारों की वनाधारित जीविकोपार्जन में सुधार।
- वर्ष 2020 मे वार्षिक कार्बन पृथक्कीकरण को 500–600 लाख टन तक बढ़ाना।

वानिकी क्षेत्र में भारत का राष्ट्रीय निर्धारित योगदान

भारत संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन संधि (UNFCCC) तथा इसके पेरिस संधि का हस्ताक्षरी है। पेरिस संधि के अंतर्गत भारत अपना राष्ट्रीय निर्धारित योगदान (NDC) पूरा करने के लिए प्रतिबद्ध है। राष्ट्रीय निर्धारित योगदान के अन्य लक्ष्यों के अलावा वानिकी क्षेत्र में भारत ने 2.5 से 3 अरब टन अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड को वर्ष 2030 तक अतिरिक्त वन व वृक्ष आवरण के द्वारा सोखने का लक्ष्य दिया है। इस लक्ष्य की प्राप्ति हेतु राष्ट्रीय हरित भारत मिशन को पूर्णतः लागू करने के साथ–साथ वर्तमान में चल रही नीतियों तथा प्राथमिकी क्षेत्रों में वनीकरण हेतु नवोन्मुख प्रयासों की ओर अग्रसर होना है। भारत विश्व के कुछ चुनिंदा विकासशील देशों में है जहां वन संरक्षण एवं वनों के सतत् प्रबंधन नितियों के फलस्वरूप विगत कुछ वर्षो में वनावरण बढ़ा है तथा भारत के वन कार्बन डाईऑक्साइड को सोखते हैं।

राष्ट्रीय रेड प्लस (REDD-plus) रणनीति (2018), राष्ट्रीय कृषि वानिकी नीति (2014) संयुक्त वन प्रबंधन दिशानिर्देश (1990), राष्ट्रीय वनीकरण कार्यक्रम, नमामि गंगे कार्यक्रम, हरित राजमार्ग मिशन तथा क्षतिपूरक वनीकरण कोष प्रबंधन एवं योजना प्राधिकरण अधिनियम के तहत वनीकरण आदि से भारत के वन एवं वृक्ष आवरण बढ़ाने के प्रयासों को और अधिक प्रोत्साहन मिल रहा है।

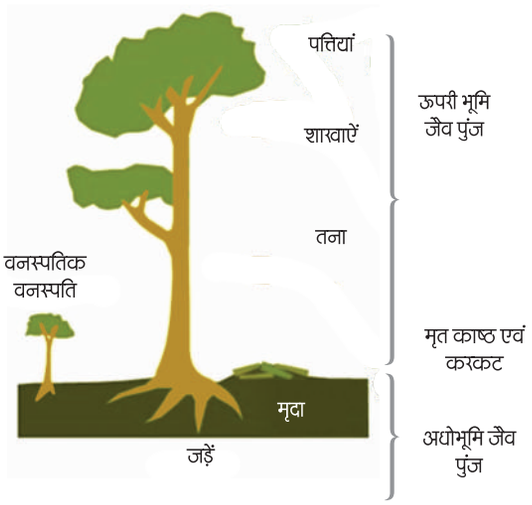
2 वन कार्बन स्टॉक्स का मापन

वन पारितंत्रों में कार्बन मापन का प्रयोजन

जैसे कि पूर्व अध्याय में वर्णित है कि वन कार्बन डाईऑक्साइड के स्रोत और सिंक दोनो होते हैं। कार्बन सिंक द्वारा कार्बन डाईऑक्साइड को निष्कासित करने की प्रक्रिया एक वृद्धिमान वन वायुमण्डल से कार्बन डाईऑक्साइड को संश्लेषित कर पौधों के विभिन्न भागों में स्थापित करता है। यह कार्बन प्रच्छादन (कार्बन सिक्वस्ट्रेशन) के रूप में जानी जाती है। यही कार्बन निर्वनीकरण एवं वन क्षरण आदि मानव जनित गतिविधियों से वायुमण्डल में अल्प समय मे मुक्त हो जाती है। वनों द्वारा जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण की सेवा एक पारितन्त्र सेवा है जो कि पूर्णतः मापी जा सकती हैं व रिर्पोट की जा सकती है तथा सत्यापित भी की जा सकती हैं। पारितंत्र सेवाएं सुधार परियोजना (ESIP) हेतु वन कार्बन भण्डारों का मापन महत्वपूर्ण है क्योंकि विभिन्न वानिकी परियोजनाओं के कार्यान्वयन द्वारा कार्बन उत्सर्जन में कमी तथा वायुमण्डल से संग्रहित कार्बन का मापन किया जा सकता है, तथा इन परियोजनाओं के द्वारा प्राप्त कार्बन लाभ के साख पत्र (कार्बन क्रेडिट) भी अर्जित किये जा सकते हैं।

मानव जनित ग्रीन हाऊस गैसों का स्रोत से उत्सर्जन तथा वनों के विभिन्न अवयवों में उनके स्थिरीकरण के आकड़ों का क्रमवार संग्रहण वन कार्बन मापन हैं, मापन प्रक्रिया पारदर्शी, सुसंगत एंव परिशुद्ध होनी चाहिये। वन कार्बन भण्डारों के मापन का प्रयोजन संक्षेप में निम्न हैः

- प्लाट स्तर पर ऊपरी भूमि तथा अधोभूमि कार्बन अवयवों का आकलन कर, वन कार्बन भण्डार का परियोजना, स्थानीय, राज्य तथा राष्ट्रीय स्तर पर आंकलन
- विभिन्न वन प्रबंधन तथा भू उपयोग परिदृश्यों में भविष्य में होने वाले कार्बन भण्डारण तथा उत्सर्जन का आंकलन
- विभिन्न राष्ट्रीय/अंतर्राष्ट्रीय कार्बन व्यापार प्रक्रियाओं के अंतर्गत कार्बन पृथक्करण की सम्भावनाओं का आंकलन



चित्र 1 : वन पारितंत्र में विभिन्न कार्बन पूल

तालिका 1 : वन कार्बन पूल

पूल		वर्णन
जीवित जैव पुंज	उपरी भूमि जैव पुंज	भूमि के ऊपर पाये जाने वाले सभी जीवित जैव पुंज जैसे तना, शाखायें, छाल, बीज, पत्तियां आदि
	अधोभूमि जैव पुंज	जीवित मूल (जड़) के सभी जैव पुंज, 2 मिमी व्यास से कम की सुक्ष्म जड़ों को छोड़ा जा सकता है क्योंकि इन्हे बारीक करकट या मृदा जैविक पदार्थों से पृथक करना कठिन होगा
मृत जैव पुंज	मृत काष्ठ	इसमे सभी मृत जैव पुंज (जो करकट आदि में नहीं आते) शामिल हैं। जैसे खड़े मृत, गिरे हुये काष्ठ आदि। मृत काष्ठ में भूमि की सतह पर पड़े हुये वे सभी काष्ठ सम्मिलित हैं जिनका व्यास 10 सेमी या उससे अधिक है या वह अन्य व्यास जिसे उस देश में उपयोग किया जाता हो
	काष्ठ	करकट में भूमि की सतह पर पड़े हुये मृत जैव पुंज के वे सभी भाग सम्मिलित हैं जिनका व्यास किसी देश द्वारा निर्धारित न्यूनतम व्यास से कम हो। मृदा के ऊपर विघटन की विभिन्न अवस्थाओं में पड़े हुये मृत जैव पुंज इसमें अन्य करकट, फल्विक तथा हयूमिक पर्ते, सूक्ष्म जीवित जड़ें भी करकट में शामिल हैं यदि उन्हें अनुभव के आधार पर पृथक नहीं किया जा सकता हो। भारत में भारतीय वन सर्वेक्षण मृत जैव पुंजों के व्यास को 5 सेमी निर्धारित किया हुआ है।
मृदा	मृदा जैविक पदार्थ	किसी भी देश द्वारा चयनित मृदा की एक विशेष गहराई तक इसमें खनिज तथा जैविक मृदाओं में पाये जाने वाले कार्बनिक पदार्थ, जीवित सूक्ष्म जड़ें यदि वे अनुभव के आधार पर अलग नहीं किये जा सकती हो तो मृदा जैवकि पदार्थ में सम्मिलित कर सकते हैं। भारत में भारतीय वन सर्वेक्षण ने मृदा की गहराई को 30 सेमी निर्धारित किया है। आईपीसीसी ने भी मृदा की गहराई को 30 सेमी तक मृदा कार्बन के मापन हेतु निर्धारित किया है।

(स्रोत : IPCC, 2003 and FSI, nd)

वन कार्बन पूल

कार्बन पूल को एक ऐसे तंत्र के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिसमें कार्बन को संग्रहित या निर्मुक्त करने की क्षमता हो, वन परितंत्र में कार्बन आकलन हेतु IPCC (2003) ने निम्न 5 कार्बन पूलों को परिभाषित किया है जिनका विस्तृत विवरण तालिका 1 में दिया गया है तथा चित्र 1 मे भी दर्शाया गया है।

वन कार्बन मापन की विभिन्न श्रेणियां

IPCC (2003) ने ग्रीन हाउस गैसों के आंकलन के लिये तीन सामान्य श्रेणियां/स्तर (Tier) बतायी हैं। ये श्रेणियां आकड़ों की आवश्यकता तथा उसके विश्लेषण की जटिलता की वृद्धि के क्रम में एक से तीन तक निम्न हैं :

श्रेणी–1. इसमें आकड़ों को एकत्र करने तथा उनके विश्लेषण के सबसे आसान तरीके सुझाये गये हैं। इसमे कुछ स्थापित समीकरण तथा डिफाल्ट माप/गुणांक आदि का प्रयोग किया जाता है। 'स्तर' 1 के लिये अक्सर विश्वस्तर पर उपलब्ध आकड़ो के आधार पर जैसे निर्वनीकरण दर, कृषि/वन उत्पाद के प्रकाशित आंकड़े, वैश्विक भू–आवरण मानचित्र, उर्वरक उपयोग, पशुधन

संख्या के आकड़े आदि। सामान्यतः ये आकड़े अति स्थूल होते हैं।

श्रेणी–2. इस स्तर पर कुछ आंकड़े श्रेणी–1 के आधार पर तथा उत्सर्जन सम्बन्धित आंकड़े प्रमुख भू उपयोग या पशुधन श्रेणी के लिये राष्ट्रीय या क्षेत्रीय आधार पर विशेष रूप से एकत्र किये जाते हैं।

श्रेणी–3. इसमे उच्चतम श्रेणी की विधियों का प्रयोग किया जाता है। 'स्तर' 3 में राष्ट्रीय आकड़े, एकत्र करने के लिये राष्ट्रीय परिस्थितियों पर आधारित मापन की विधियां, प्रतिरूप (Model) जो कि दोहराये गये हो, उच्च संकल्प (Resolution) गतिविधि आकड़ों आदि तथा उच्चतम स्तर की विधियों का उपयोग किया जाता है।

इन उच्च स्तर की विधियों के अनुप्रयोग से अत्याधिक निश्चितता के आंकड़े प्राप्त होते हैं जो कि निम्न 'श्रेणि' के आंकलन से संभव नहीं है, श्रेणी 3 के अनुप्रयोग में व्यापक रूप से फील्ड सैम्पलिंग तथा समय–समय पर उनको दोहराना, भौगोलिक सूचना तंत्र एंव सुदूर संवेदन से प्राप्त आंकड़े, मृदा आंकड़े, भू उपयोग आंकड़ें, प्रबंधन गतिविधि के आंकड़े तथा विभिन्न प्रकार के अनुश्रवण का एकीकरण आदि सम्मिलित हैं।

भारत में वनावरण मानचित्रण

वनावरण में परिवर्तन का पता लगाने के लिये उपग्रह आधारित सुदूर संवेदन तकनीक का प्रयोग करने वाला भारत विश्व के चुनिन्दा देशों में से एक है। पूरे देश का वन आवरण ज्ञात करने के लिये भारत में उपग्रह आधारित सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग 1980 से प्रारम्भ हो गया था, तब से भारतीय वन सर्वेक्षण प्रति दो वर्ष के अन्तराल पर भारत में वनावरण का आंकलन कर रहा है। समय के साथ–साथ सूदूर संवेदी आंकड़ो तथा व्याख्या तकनीक की सटीकता में सुधार हुआ है। भारतीय वन सर्वेक्षण द्वारा वर्ष 2019 में 16 वां द्विवार्षिक चक्र 23.5 मीटर रिजोलूशन के साथ संम्पन हुआ है। वन क्षेत्रों के संदर्भ में मानचित्र मापन की न्यूनतम इकाई 10 प्रतिशत वृक्ष क्षेत्र के साथ 1 हैक्टेयर है। भारतीय वन सर्वेक्षण द्वारा वनावरण को छत्र घनत्व के संदर्भ में वर्गीकृत किया गया है (तालिका 2)।

तालिका 2 : छत्र घनत्व श्रेणी के अनुसार वनावरण का वर्गीकरण

क्र.सं.	श्रेणी	विवरण
1	अति सघन वन	70% एवं उससे अधिक वन छत्र घनत्व वाले सभी क्षेत्र
2	मध्यम सघन वन	40% या उससे अधिक तथा 70% से कम वन क्षेत्र घनत्व वाले सभी क्षेत्र
3	खुले वन	10% या उससे अधिक लेकिन 40% से कम वन क्षेत्र घनत्व वाले क्षेत्र
4	झाड़ीदार वन	10% वन क्षेत्र घनत्व से कम वाले निम्नीकृत वन क्षेत्र
5	गैर वन	उपरोक्त किसी भी श्रेणी में (जल समेत) न आने वाले क्षेत्र

(स्रोत : FSI, 2017)

3 वन कार्बन स्टॉक्स के मापन में रिमोट सेंसिंग और भौगोलिक सूचना प्रणाली का उपयोग

वन एक आवश्यक प्राकृतिक संसाधन हैं जिनका वैश्विक कार्बन चक्र को विनियमित करने में बहुत बड़ा योगदान है। इसलिए वन की स्थिति को समझने के लिए वन आवरण और परिवर्तन का मापन महत्वपूर्ण है। इसमें जलवायु परिवर्तन के शमन और वायुमंडलीय कार्बन अनुक्रम के माध्यम से विभिन्न कार्बन पूल में कार्बन डाईऑक्साइड को स्थिर करने की क्षमता है। वनों की विभिन्न विशेषताओं का परिमाण, जैसे आयतन, भूमिगत बायोमास, मृदा कार्बन, आदि विभिन्न अंतरालों का आंकलन करना महत्वपूर्ण है। जंगलों से कार्बन स्टॉक को मात्रा देने के लिए पारंपरिक और अपारंपरिक तरीके हैं। पारंपरिक तरीकों में से एक है, 'गहन क्षेत्र इन्वेंट्री' जो की महंगी है तथा इसमें समय और श्रम की ज्यादा खपत होती है। अपारंपरिक विधि में वन कार्बन स्टॉक माप में रिमोट सेंसिंग और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) के अनुप्रयोग शामिल हैं। यह व्यापक कार्बन कवरेज वाले वन कार्बन स्टॉक की मात्रा की नियमित निगरानी के लिए एक कुशल और किफायती तरीका है।

रिमोट सेंसिंग तकनीक को किसी भी वस्तु के साथ कोई भी भौतिक संपर्क के बिना बड़ी मात्रा में डेटा एकत्र करने और पुनः प्राप्त करने के लिए डिजाइन किया गया है। एकत्र किया गया डेटा वस्तु या घटना के विभिन्न पहलुओं के बारे में हो सकता है। यह तकनीक कई प्रकार के उपकरणों पर निर्भर है जो बड़े क्षेत्रों पर डेटा एकत्र करते है जो मैनुअल कार्यों को कम करता है, दुर्गम क्षेत्रों के डेटा की पुनर्प्राप्ति में सहायक होता है तथा अपेक्षाकृत कम अवधि में बड़े क्षेत्र पर बड़ी मात्रा में डेटा एकत्र करता है। जीआईएस पृथ्वी पर विशेषताएं और घटनाओं के मानचित्रण और विश्लेषण के लिए एक कंप्यूटर आधारित उपकरण है। जीआईएस तकनीक सामान्य डेटाबेस संचालन जैसे कि प्रश्न और सांख्यिकीय विश्लेषण को एकीकृत करती है और प्राकृतिक डेटा पर विशाल डेटासेट को विभिन्न रूपों में अधिक सार्थक जानकारी के साथ व्याख्या करती है जो निर्णय लेने की प्रक्रिया में मार्गदर्शन कर सकती है। संपूर्ण भौगोलिक और स्थानिक डेटा को संभालने के लिए और इसके विश्लेषण के लिए सॉफ्टवेयर की आवश्यकता होती है। रिमोट सेंसिंग और जीआईएस आधारित सॉफ्टवेयर का कार्य प्रारम्भिक जियोस्पेशल डेटा/छवियों को इकट्ठा करना, प्रसंस्करण करना, विश्लेषण करना, समझना और सार्थक जानकारी निकालना है। यह सॉफ्टवेयर उसके क्रय मूल्य के आधार पर दो श्रेणियों के अंतर्गत आता है।

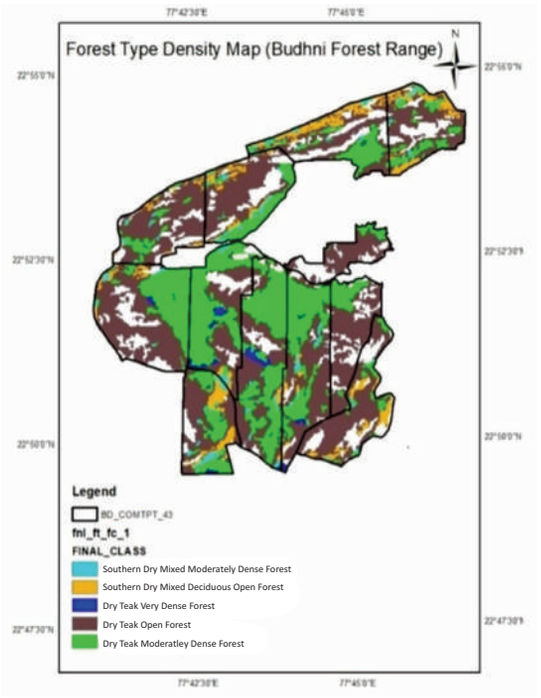
पेड रिमोट सेंसिंग और जीआईएस सॉफ्टवेयर्स : ये कमर्शियल सॉफ्टवेयर हैं और कंपनियां अपेक्षित भुगतान

के बाद लाइसेंस संस्करण प्रदान करती हैं, इनमे ईर्दास इमजिन, ईनवी, आर्क–जी आईअस, मैनिफोल्ड–आईअस, ईकोगनीशन, टीरेट आदि प्रमुख है।

ओपन सोर्स रिमोट सेंसिंग और जीआईएस सॉफ्टवेयर्स : ओपन सोर्स रिमोट सेंसिंग सॉफ्टवेयर्स सार्वजनिक उपयोग के लिए स्वतंत्र रूप से उपलब्ध हैं। कुछ ओपन सोर्स सॉफ्टवेयर्स जैसे क्वांटम–जीआईएस (क्यू–जीआईएस) जो कि सबसे शक्तिशाली ओपन सोर्स जीआईएस सॉफ्टवेयर में से एक है तथा जहां उपग्रह इमेजरी को सीधे प्लग–इन में डाउनलोड किया जा सकता है, यह सॉफ्टवेयर इमेजरी के पूर्व और बाद के प्रसंस्करण के लिए उपकरण भी प्रदान करता है। इसी तरह के अन्य सॉफ्टवेयर हैं मोडिस प्रहरी टूलबॉक्स (s-1 tbx), सागा–जीआईएसः सिस्टम फॉर ऑटोमेटेड जियोसाइंटिफिक एनालिसिस (इसकी समृद्ध लाइब्रेरी ग्रिड, इमेजरी और टेरेन प्रोसेसिंग मॉड्यूल्स की वजह से यह रिमोट सेंसिंग जरूरतों के लिए सबसे आदर्श है), ORFEO (ऑप्टिकल और रडार फेडरेटेड अर्थ ऑब्जर्वेशन), GRASS GIS (भौगोलिक संसाधन विश्लेषण सहायता प्रणाली–GIS), व्हाइटबॉक्स GAT (भू–स्थानिक विश्लेषण उपकरण), ILWIS (एकीकृत भूमि और जल सूचना प्रणाली), E-fot, OSSIM (ओपन सोर्स सॉफ्टवेयर इमेज मैप) आदि।

कार्बन स्टॉक मापन के लिए वन का स्तरीकरण

सटीकता के लिए, कार्बन स्टॉक मापन के पूर्व वन की समरूपता स्थितियों को प्राप्त करना आवश्यक है जो उपग्रह इमेजरी के साथ प्रतिध्वनित हो सके तथा इस पर आगे के आँकड़े लागू किए जा सके। यह विशेष रूप से प्राकृतिक वन में स्तरीकरण के लिए वनों के घनत्व और वन प्रकार के महत्व को एक साथ लाता है। वृक्षारोपण में लगाई गई प्रजाति और इसकी उम्र समरूपीकरण के लिए कारक के रूप में उपयोग की जाती है। वर्तमान में, IRS & Resouresat-2 और LISS III सेंसर का उपयोग वन आवरण मैपिंग के लिए किया जाता है। नवीनतम उपकरण और जियोइन्फारमैटिक्स तकनीक, वन प्रकार और वन घनत्व दोनों परतों के रूप में प्रतिच्छेद करके वन कार्बन स्टॉक के विश्लेषण के लिए तकनीकी दक्षता प्रदान करते हैं। जंगलों के विभिन्न समरूप ब्लॉकों में सैंपल भूखंडों से एकत्र किये गए फील्ड इन्वेंटरी के साथ लागू होने पर यह सटीकता में वृद्धि लाता है। उदाहरण स्वरुप चित्र–2 में मध्य प्रदेश के बुधनी फॉरेस्ट रेंज के ईएसआईपी क्षेत्रों का वन प्रकार और घनत्व का मानचित्र दिखाया गया है।



चित्र 2 : बुधनी वन रेंज मप्र का वन प्रकार और घनत्व मानचित्र

सैंपल प्लॉट्स के संख्या का निर्धारण

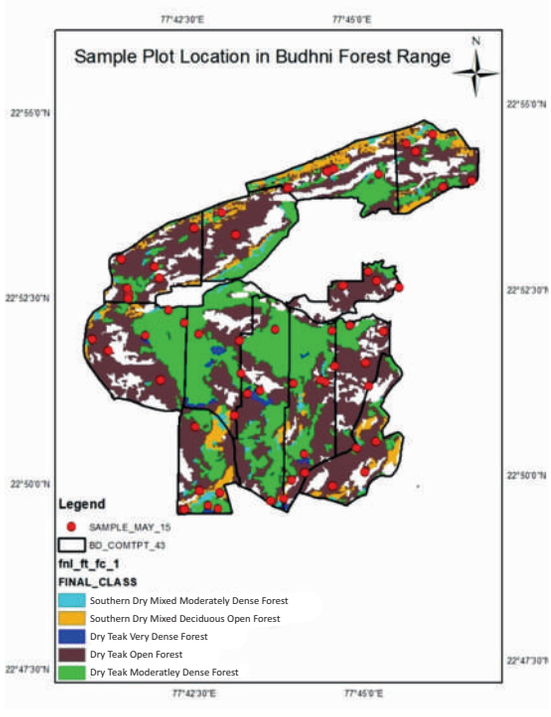
वन कार्बन स्टॉक के आकलन के लिए एक अच्छी यथार्थता और स्वीकार्य सटीकता तक पहुंचने के लिए, लिए गए सैंपल की संख्या का अभिवेदन करना आवश्यक है। सैंपल की संख्या और सैंपल भूखंडों का आकार क्षेत्र का प्रतिनिधित्व करने और डेटा के एक्सट्रापोलेशन के लिए एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। वन क्षेत्र में परिवर्तनशीलता को प्रभावित करने वाली स्थानीय परिस्थितियों का ज्ञान एक प्रमुख तत्व है जिसे सटीकता प्राप्त करने के लिए ध्यान में रखना चाहिए। पूर्वाग्रह को हटाने और सैंपल लेने में त्रुटि से बचने के लिए, रैंडम सैंपलिंग आकार निर्धारण के लिए उपयोगी होते हैं। आर्क–जीआईएस सिस्टम में, एक महत्वपूर्ण उपकरण रैंडम पॉइंट्स उत्पन्न करती है। वन कार्बन स्टॉक के आकलन के लिए एक अच्छी सटीकता और स्वीकार्य सटीकता तक पहुंचने के लिए, निम्न चरणों के अनुसार एक अलग फाइल में नमूना बिंदुओं का अक्षांश और देशांतर उत्पन्न किये जा सकते हैं :

अक्षांश के लिए, टाइप डबल के साथ विशेषता तालिका में फील्ड जोड़ें और फिर ठीक पर क्लिक करें।
देशांतर के लिए भी ये विधि उपयोग करें

फील्ड को हाइलाइट करें, हेडर पर राइट क्लिक करें और ज्यामिति की गणना करें

पॉइंट के Y कोआर्डिनेट के गुण लिस्ट को सुनिश्चित करें और ओके पर क्लिक करें
फिर पॉइंट के X कोआर्डिनेट के अक्षांश और देशांतर बिंदु का समन्वय करें

इसे समझने के लिए, बुधनी वन रेंज (चित्र 3) के ईएसआईपी क्षेत्रों में नमूना भूखंडों को रखा गया है। लाल डॉट्स के रूप में चिह्नित नमूना भूखंडों की विशेषताएं चित्र 4 में दी गई हैं।



चित्र 3 : बुधनी वन रेंज में नमूना भूखंडों का आवंटन

Table

SAMPLE_MAY_15

FID	Shape *	CID	Class	COMP_NU	RS_COMP	Lat	Long	Plot_Nu
0	Point	0	Dry Teak Open Forest	654	2	77.7785	22.89967	1
1	Point	0	Dry Teak Open Forest	654	2	77.76494	22.90647	2
2	Point	0	Dry Teak Open Forest	653	4	77.73334	22.89882	3
3	Point	0	Dry Teak Open Forest	653	4	77.74320	22.90232	4
4	Point	0	Dry Teak Open Forest	654	2	77.77138	22.89835	5
5	Point	1	Dry Teak MDF	654	2	77.76268	22.90833	6
6	Point	1	Dry Teak MDF	653	4	77.74478	22.90282	7
7	Point	1	Dry Teak MDF	653	4	77.75570	22.90143	8
8	Point	3	Southern Dry OF	654	2	77.76917	22.91027	9
9	Point	3	Southern Dry OF	652	5	77.71713	22.89356	10
10	Point	0	Dry Teak Open Forest	645	8	77.75469	22.87753	11
11	Point	0	Dry Teak Open Forest	645	8	77.74648	22.87659	12
12	Point	0	Dry Teak Open Forest	651	3	77.69402	22.87564	13
13	Point	0	Dry Teak Open Forest	652	5	77.72047	22.88842	14
14	Point	0	Dry Teak Open Forest	651	3	77.70044	22.88160	15
15	Point	0	Dry Teak Open Forest	645	8	77.76023	22.87595	16
16	Point	0	Dry Teak Open Forest	651	3	77.71020	22.89016	17
17	Point	0	Dry Teak Open Forest	651	3	77.70151	22.87909	18
18	Point	1	Dry Teak MDF	645	8	77.75276	22.87969	19
19	Point	1	Dry Teak MDF	650	6	77.70356	22.87192	20
20	Point	1	Dry Teak MDF	651	3	77.69375	22.87689	21
21	Point	4	Southern Dry MDF	651	3	77.69384	22.87454	22
22	Point	4	Southern Dry MDF	651	3	77.69217	22.88341	23
23	Point	0	Dry Teak Open Forest	646	9	77.75168	22.85919	24
24	Point	0	Dry Teak Open Forest	650	6	77.68869	22.86291	25
25	Point	0	Dry Teak Open Forest	647	10	77.74399	22.85866	26
26	Point	0	Dry Teak Open Forest	650	6	77.68481	22.86552	27
27	Point	0	Dry Teak Open Forest	648	11	77.72113	22.85737	28
28	Point	0	Dry Teak Open Forest	649	7	77.72094	22.86467	29
29	Point	0	Dry Teak Open Forest	650	6	77.70137	22.85620	30
30	Point	0	Dry Teak Open Forest	646	9	77.75620	22.86623	31
31	Point	0	Dry Teak Open Forest	661	1	77.75241	22.85391	32
32	Point	0	Dry Teak Open Forest	649	7	77.71927	22.84792	33
33	Point	0	Dry Teak Open Forest	648	11	77.72565	22.85337	34
34	Point	0	Dry Teak Open Forest	647	10	77.74165	22.85504	35
35	Point	1	Dry Teak MDF	647	10	77.73394	22.85484	36
36	Point	1	Dry Teak MDF	650	6	77.70743	22.86894	37
37	Point	1	Dry Teak MDF	647	10	77.74353	22.86653	38
38	Point	1	Dry Teak MDF	646	9	77.74791	22.86762	39
39	Point	1	Dry Teak MDF	649	7	77.71094	22.86641	40
40	Point	1	Dry Teak MDF	648	11	77.72972	22.86709	41
41	Point	2	Dry Teak VDF	648	11	77.72267	22.85283	42
42	Point	2	Dry Teak VDF	650	6	77.69781	22.86629	43
43	Point	4	Southern Dry MDF	647	10	77.74062	22.85545	44
44	Point	0	Dry Teak Open Forest	644	12	77.70660	22.82705	45
45	Point	0	Dry Teak Open Forest	661	1	77.74298	22.83163	46
46	Point	0	Dry Teak Open Forest	661	1	77.74894	22.84007	47
47	Point	0	Dry Teak Open Forest	644	12	77.70974	22.84557	48
48	Point	0	Dry Teak Open Forest	661	1	77.75379	22.84144	49
49	Point	0	Dry Teak Open Forest	647	10	77.73630	22.83476	50
50	Point	0	Dry Teak Open Forest	647	10	77.73097	22.82895	51
51	Point	0	Dry Teak Open Forest	647	10	77.73296	22.83311	52
52	Point	1	Dry Teak MDF	644	12	77.71483	22.82699	53
53	Point	1	Dry Teak MDF	648	11	77.72784	22.82870	54
54	Point	1	Dry Teak MDF	644	12	77.71536	22.83069	55

चित्र 4 : आर्क–जी आईअस सॉफ्टवेयर में प्रस्तुत विशेषता तालिका में नमूना भूखंडों के एक्स और वाई निर्देशांक

सटीकता और पूर्वानुमान की गुणवत्ता में सुधार के लिए विभिन्न प्रकार के डेटा स्रोतों और सांख्यिकीय विधियों का उपयोग किया जा सकता है। वन कार्बन माप पद्धति का योजनाबद्ध प्रतिनिधित्व निम्नलिखित प्रवाह चार्ट में दिया गया है :

बड़े भौगोलिक क्षेत्र में वन बायोमास का विस्तार

रिमोट सेंसिंग की मदद से, फील्ड–डेटा को एक बड़े क्षेत्र के लिए प्रस्तुत किया जा सकता है, इससे समय और लागत की बचत होती है। रिमोट सेंसिंग प्रत्यक्ष अवलोकन के बिना अतिरिक्त डेटा के आधार पर भविष्य के विभिन्न अनुमानों के प्रक्षेपण में भी मददगार होता है। डाटा की गुणवत्ता आश्वासन/गुणवत्ता नियंत्रण कई कारकों पर निर्भर करता है जिसमें बायोमास अनुमान के लिए आलेखन के दौरान सच्चाई शामिल है, यह त्रुटि को कम करने में मदद करता है। वन बायोमास को बड़े क्षेत्र के लिए एक्सट्रापोलेशन करने हेतु पैरामीट्रिक और गैर पैरामीट्रिक एल्गोरिदम जैसे कई तरीके शामिल किये जा सकते हैं जिनमें प्रतिगमन मॉडल, भारित प्रतिगमन और मशीन लर्निंग की तकनीक शामिल हैं। मशीन लर्निंग तकनीक के उदाहरण रैंडम फारेस्ट, सपोर्ट वेक्टर मशीन, रैंडम लर्निंग, आर्टिफीसियल न्यूरल नेटवर्क आदि हैं जो वांछित परिणाम उत्पन्न करने की जटिलता को बढ़ाते हैं।

वन कार्बन स्टॉक्स मापन के लिए रिमोट सेंसिंग में उन्नत तकनीकें

बादलों से घिरे वन तथा दुर्गम वनों में वन कार्बन स्टॉक के मापन की सटीकता के लिए जीआईएस और रिमोट सेंसिंग के उन्नत तकनीकों की आवश्यकता होती है यह संसाधनों के विवेकपूर्ण उपयोग करने के साथ डेटा को मजबूत करने और त्रुटि को कम करने के लिए मददगार होती है। वन कार्बन स्टॉक माप के लिए उन्नत तकनीक जैसे लिडार, राडार और जियोस्टेटिस्टिक्स उपयोगी हो सकते हैं। जियोस्टैटिस्टिक्स एक विकासवादी विधि है, यह दुर्गम स्थानों पर कार्बन स्टॉक (या कोई और पैमाना) के मान का विश्लेषण करेने में मदद करती है जिसका संयोजन सघन और वीरल दोनों तरह के सैंपल डाटा से भिन्न होता है। जियोस्टैटिस्टिक्स क्षेत्रीय स्तर पर बायोमास डेटाबेस के निर्माण में सहायक है।

(योगदानकर्ता : डॉ गुरवीन अरोड़ा, अनुसंधान सहयोगी, जैव विविधता और जलवायु परिवर्तन प्रभाग, भा0वा0अनु0शि0प0)

4 सैम्पलिंग (प्रतिचयन) अभिकल्पना एवं सैम्पल प्लाट का आवंटन

सैम्पलिंग (प्रतिचयन) अभिकल्पना

वन कार्बन भंण्डार के मापन में सैम्पलिंग (प्रतिचयन) सबसे महत्वपूर्ण कदम है। उपयुक्त सैम्पलिंग (प्रतिचयन) से सीमित संसाधनों के साथ कम लागत पर वन कार्बन भंडार का विश्वसनीय आंकलन किया जा सकता है। वन कार्बन भण्डार मापन के लिये सैम्पलिंग में इनकी संख्या, आकार एवं आकृति शामिल हैं।

आबादी (Population) के एक छोटे से भाग की सैम्पलिंग (प्रतिचयन) से सम्पूर्ण आबादी के बारे में निष्कर्ष निकाला जा सकता है। सैम्पलिंग (प्रतिचयन) सिद्वान्त के द्वारा सम्पूर्ण परियोजना क्षेत्र या क्षेत्रीय और राष्ट्रीय स्तर पर सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लाट से सूचना प्राप्त की जा सकती है (IPCC, 2003)। इस प्रकार सैम्पल प्लाट से प्राप्त वन कार्बन भंडार के आकड़ों को प्रति हैक्टेयर या सम्पूर्ण परियोजना क्षेत्र के लिये बहिर्वेशन (Extrapolate) किया जा सकता है। सैम्पलिंग (प्रतिचयन) विधियों में मुख्यतः यादृच्छिक प्रतिचयन (Random Sampling), क्रमबद्व प्रतिचयन (Systemetic sampling) तथा स्तरित यादृच्छिक प्रतिचयन (Stralified Random Sampling) सम्मिलित हैं। मानक सैम्पलिंग (प्रतिचयन) सिद्वान्त आबादी में सैम्पल के यादृच्छिक (अनियमित) चयन पर निर्भर करता है। जिससे आबादी की प्रत्येक इकाई को सैम्पल में शामिल होने के समान अवसर होते हैं।

सिंपल रैंडम सैंपलिंगः प्लॉट का पता लगाने में पूर्वाग्रह से बचने के लिए सैंपल प्लॉट्स को अनियमित ढंग से बिछाया जाता है। रैंडम सैंपलिंग यह सुनिश्चित करता है कि परियोजना क्षेत्र में प्रत्येक नमूना भूखंड को चुने जाने की समान संभावना है। एक साधारण रैंडम सैंपल जनसंख्या का निष्पक्ष प्रतिनिधित्व करने के लिए होता है। सैंपल प्लॉट लोकेशन का अन्य सैंपल प्लॉट की स्थिति पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। आमतौर पर वन कार्बन स्टॉक के मूल्यांकन के लिए सरल रैंडम सैंपलिंग नहीं अपनाया जाता है क्योंकि यह आबादी को सजातीय मानता है। परियोजना क्षेत्र को एक इकाई माना जाता है और वन प्रकार, वन आवरण मिट्टी, स्थलाकृति की विविधता को नहीं माना जाता है।

सिस्टेमेटिक सैंपलिंगः सिस्टेमेटिक सैंपलिंग में परियोजना क्षेत्र में निश्चित अंतराल पर भूखंडों को मापना शामिल होता है। सैंपल आकार गणना के बाद, समय और संसाधनों के आधार पर सिस्टेमेटिक सैंपलिंग का पालन किया जा सकता है। सिस्टेमेटिक सैंपलिंग अक्षांश और देशांतर या दूरी के ग्रिड की प्रणाली पर आधारित हो सकता है। ग्रिड के आकार का पता संबंधित प्रभाग के क्षेत्र का उपयोग करके लगाया जा सकता है और इष्टतम सैंपल आकार और सैंपल ग्रिड का चयन किया जा सकता है। यह 25"× 25" के सभी ग्रिड हो सकते हैं (लगभग 0.56 वर्ग किमी प्रति एक भूखंड, यह मानते हुए कि देश के केंद्र

में औसतन 2.5' × 2.5' का ग्रिड 20 वर्ग किमी के क्षेत्र को कवर करता है) या 25" × 25" के वैकल्पिक ग्रिड आकार (लगभग 1.11 वर्ग किमी, प्रति प्लॉट) या 50" × 50" आकार (लगभग 2.2 वर्ग किमी प्रति एक भूखंड) या 50" × 50" आकार के वैकल्पिक ग्रिड (लगभग 4.44 वर्ग किमी में एक भूखंड), सभी ग्रिड 1.25' × 1.25' आकार (लगभग 5 वर्ग किमी प्रति एक भूखंड) (MoEF&CC, 2014) यह विधि सरल है, नियमित अंतराल और व्यवस्थित लेआउट करने के लिए भ्रमण और फील्डवर्क के लिए आसान पैटर्न प्रदान करता है। अन्य विधि में, परियोजना क्षेत्र को उचित आकार के ग्रिड में परिवर्तित किया जाता है। ग्रिड का आकार 100 मीटर × 100 मीटर, 200 मीटर × 200 मीटर, 300 मीटर × 300 मीटर, 400 मीटर × 400 मीटर, 500 मीटर × 500 मीटर हो सकता है। संसाधन की उपलब्धता के अनुसार किसी भी आयाम के ग्रिड आकार का चयन किया जा सकता है उदाहरण के लिए, 40 हेक्टेयर के कुल परियोजना क्षेत्र को 200 ग्रिडों में बांटा जा सकता है। परियोजना क्षेत्र के ग्रिड मानचित्र पर प्लॉट संख्या को चिन्हित किया जाता है।

निम्नलिखित समीकरण का उपयोग करके नमूना अंतराल "k" की गणना करें :

$k = N / n$

जहां,

k = ग्रिड या भूखंडों का नमूना अंतराल
= 200 / 5 = 40,

N = किसी दिए गए स्ट्रैटा (200)

n = संख्या के सैंपल प्लॉट्स को दर्शाने के लिए कुल ग्रिडों की संख्या।

⏭ रैंडम संख्या के आधार पर पहले ग्रिड का चयन करें और चिन्हित करें।

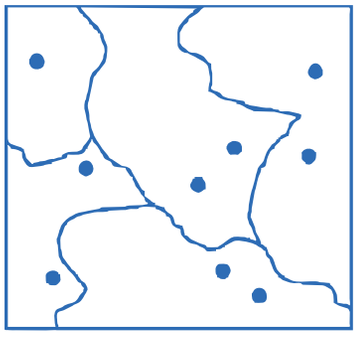
⏭ पहला सैंपलिंग ग्रिड संख्या 25 है।

⏭ दूसरा सैंपलिंग ग्रिड = सैंपल अंतराल k (40). पहला नमूना ग्रिड (25) = 65

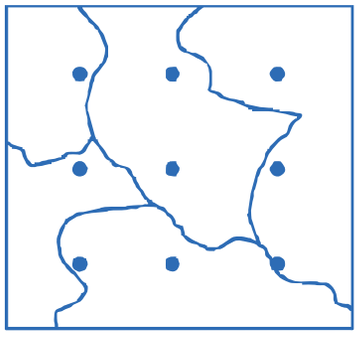
⏭ तीसरा नमूना ग्रिड = नमूना अंतराल k (40). दूसरा नमूना ग्रिड (65) = 105

⏭ बचे हुए ग्रिड के लिए यही प्रक्रिया दोहराई जायेंगी

स्तरीकृत रैंडम सैम्पलिंग : स्तरीकृत सैंपलिंग में वन स्तरीकरण प्रणाली को परिभाषित करना शामिल है, और फिर प्रत्येक परिभाषित स्ट्रैटम के भीतर भूखंडों की लक्ष्य संख्या स्थापित करना है (एक रैंडम या सिस्टेमेटिक आधार पर आवंटित)। 'स्तरीकरण' एक जंगल को समान विशेषताओं वाले क्षेत्रों में समूहित करने की प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया का उद्देश्य नमूनाकरण कार्यक्रम की दक्षता में सुधार करना है, क्योंकि एक स्ट्रैटम के भीतर भिन्नता को कम किया जाता है, जिससे यह अधिक संभावना है कि उप–नमूने में लिए गए माप पूरे स्ट्रैटम के प्रतिनिधि हैं। यह कम से कम प्रयास और लागत के साथ उत्पन्न स्ट्रैटम के लिए औसत वन कार्बन स्टॉक का एक बेहतर (अधिक सटीक) अनुमान प्रदान करता है।

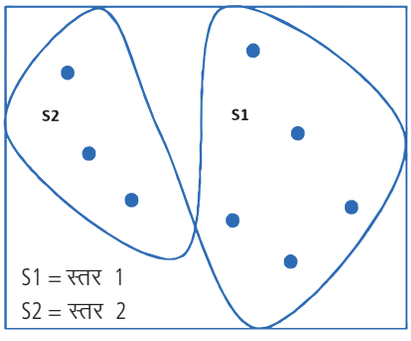


रैंडम सैंपलिंग



सिस्टेमेटिक सैंपलिंग

चित्र 5 : रैंडम सैंपलिंग एवं सिस्टेमेटिक सैंपलिंग का अभिविन्यास



स्तरीकृत सैंपलिंग

चित्र 6 : स्तरीकृत सैम्पलिंग का अभिविन्यास

स्तरण (Stratification)

वन कार्बन मापन में सही आकलन स्तरों के लिये यह उपयोगी रहता है कि परियोजना क्षेत्र को समान गुणों के आधार पर विभिन्न स्तरों पर विभाजित किया जाए। IPCC (2006) की सस्तुति के अनुसार जलवायु, मृदा, पारिस्थितिकीय क्षेत्र तथा प्रबंधन आदि के आधार पर स्तरीकरण किया जा सकता हैं। समान्यतः स्तरीकरण से मापन की लागत में कमी आ जाती है क्योकि इससे प्रतिचयन प्रयासों में कमी के साथ साथ समान विश्वाश्यता का स्तर (Level of confidence) भी बना रहता है।

स्तरीकरण के कुछ विकल्प निम्न है :–

- भू–उपयोग (जैसे वन, रोपवन आदि)
- वनस्पति का प्रकार (यदि विभिन्न प्रकार की वनस्पतियां है)
- धरातल विन्यास (समतल, ढ़ाल आदि)
- जल बहाव दिशा (बाढ़, शूष्क)
- वनस्पति / वन की आयु
- मानव बस्ती / आबादी से दूरी
- प्रबंधन की विधियां (प्राकृतिक या रोपवन)

भारत में भारतीय वन सर्वेक्षण ने वनों के वर्गीकरण तथा वन क्षेत्र घनत्व के मानचित्र बनाये है। इन मानचित्रों का उपयोग परियोजना क्षेत्र को वनों के वर्गीकरण व घनत्व के आधार पर स्तरीकरण के लिए किया जा सकता है। प्रतिचयन क्षेत्र का वन वर्गीकरण तथा घनत्व के आधार पर मानचित्र बनाने हेतु जीआईएस सॉफ्टवेयरों के टूल का प्रयोग किया जा सकता है।

स्थाई सैम्पल प्लॉट की संख्या का आंकलन

वन कार्बन मापन के लिए आपेक्षित परिशुद्धता (Precision) स्तर का वन कार्बन भंण्डार के मापन पर सीधा प्रभाव पड़ता है। परिशुद्धता (Precision) स्तर तय करने के उपरान्त परियोजना क्षेत्र के प्रत्येक 'स्तर' पर प्रतिदर्श सैम्पल की संख्या की गणना की जा सकती है। परियोजना क्षेत्र में उपलब्ध काष्ठ आयतन या ऊपरी भूमि जैव पुंज की मात्रा की पूर्व जानकारी का उपयोग प्रसरण (variance) ज्ञात करने के लिए किया जाता है जिससे आगे प्रतिदर्श प्लॉट के आकार (संख्या) का आंकलन किया जा सकता है।

परियोजना क्षेत्र में प्रसरण (variance) ज्ञात करने के लिए 10–15 सैम्पल प्लॉट का अध्ययन सामान्यतः प्रर्याप्त होगा। वन कार्बन आकलन के लिए सामान्यतः 90 / 10 (90% विश्वाश्यता स्तर तथा 10% परिशुद्धता) की प्रतिचयन तीव्रता (Sampling intensity) पर्याप्त होती है।

विश्वाश्यता स्तर मापन में कितनी अनिश्चितता सहन की जा सकती है उसका द्योतक है। मापन में त्रुटि की कितनी मान्य संम्भावना हो यह परिशुद्धता स्तर से ज्ञात होता है।

उदाहरण के तौर पर यदि प्ररसण माध्य 60.41 से / है और मानक विचलन 24.81 हो तो उक्त विश्वाश्यता स्तर पर सैम्पल (प्रतिरूप) प्लाटस् की संख्या निम्न होगी :

प्ररसण गुणांक
(coefficient of variance) = मानक विचलन / माध्य x100

माध्य (M) = 60.41टन / हैक्टयर

मानक विचलन (SD) = 24.81

विचरण गुणांक (CV) = 24.81 / 60.41 x 100
= 41.06

प्ररसण के इस मान को निम्न समीकरण में प्रयुक्त करने पर

सैम्पल (प्रतिदर्श) का
आकार (N) = $(1.64 \times CV / AE)^2$
90% विश्वाश्यता स्तर तथा
परिशुद्धता 10% (मान्य त्रुटि)

CV = प्ररसण गुणांक जैसा कि उपर संगणित किया गया है

AE = मान्य त्रुटि (जैसे 10%, 5%)

1.64 = 90% विश्वाश्यता स्तर
Students 't' मान

N = $(1.64 \times 41.06/10)^2$

N = 45

यह सैम्पल (प्रतिदर्श) आकार किसी दिए गए क्षेत्र का वन कार्बन भंडार आंकलन के लिए सैम्पल प्लॉट की संख्या है। अतः दी गयी परियोजना क्षेत्र में कार्बन भंडार आंकलन हेतु 45 सैम्पल प्लाट के मापन की आवश्यकता होगी।

प्रत्येक स्तर पर सैम्पल प्लॉट का आंवटन

जब सैम्पल आकार (प्लॉट की संख्या) की संगणना हो

जाए तब पूर्व निर्धारित विभिन्न स्तरों पर सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लाट का आंवटन किया जाता है। यह प्रत्येक स्तर में सैम्पल प्लॉट की संख्या का आंकलन निम्न सूत्र के प्रयोग से ज्ञात किया जा सकता है :

A = ('स्तर' का क्षेत्रफल / कुल क्षेत्रफल) x सैम्पल प्लाट संख्या,

जहां, A = स्तर में आंबटित सैम्पल प्लाट की संख्या हैं।

उदाहरण के तौर पर किसी वन परिक्षेत्र का क्षेत्रफल 9296.30 हेक्टेयर है तथा उसमें 6 प्रकार के वन हैं। विभिन्न प्रकार के वन के अनुसार क्षेत्रफल निम्न तालिका में दिया गया है:–

स्तर	वन स्तरण	क्षेत्रफल है0 में
S1	शुष्क सागौन खुले वन	3091.90
S2	शुष्क सागौन मध्यम घने वन	537.46
S3	शुष्क सागौन अति सघन वन	253.08
S4	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती मध्यम घने वन	3874.30
S5	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती मध्यम खुले वन	1469.00
S6	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती अति सघन वन	70.67
	कुल क्षेत्रफल (है0)	**9296.30**

प्रत्येक 'स्तर' मे पड़ने वाले सैम्पल प्लाट के आंवटन की गणना उपरोक्त दिए गए सूत्र के अनुसार की जाती है। विभिन्न प्रकार के वनों / स्तरों में सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लाट का आंवटन निम्न प्रकार से किया जाता है।

नमूना भूखंडों का वन प्रकार / स्तर वार आवंटन निम्नानुसार होगा :

सतह	वन स्ट्रेटा	गणना	सैंपल प्लॉट्स की संख्या
S1	शुष्क सागौन विरल वन	A1 = 3091.90/9296.30x45	15
S2	शुष्क सागौन मध्यम सघन वन	A2 = 537.46/9296.30x45	3
S3	शुष्क सागौन सघन वन	A3 = 253.08/9293.30x45	1
S4	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती मध्यम सघन वन	A4 = 3874.30/9296.30x45	19
S5	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती खुले वन	A5 = 1469/9296.30x45	7
S6	दक्षिणी शुष्क मिश्रित पर्णपाती सघन वन	A6 = 70.67/9296.30x45	0

आगे यह सलाह दी जाती है कि 10% नमूने के आकार को बढ़ाने के लिए, निम्न प्रतिनिधित्व वाली श्रेणी को पर्याप्त कवरेज दें। यहाँ नमूना आकार का A3 और A6 आवंटन क्रमशः 1 और 0 नमूना प्लॉट दिखाता है। सही सांख्यिकीय विश्लेषण के लिए प्रत्येक स्ट्रैटम में कम से कम 03 नमूना भूखंडों को आवंटित करना उचित है।

5 फील्ड में सैम्पल प्लॉट डालना तथा आंकड़े एकत्र करना

सैम्पल प्लॉट की स्थिति

'स्तर' पर सैम्पल प्लॉटों का यादृच्छिकी करण (Randamisation) : प्रत्येक स्तर पर सैम्पल प्लाट को यादृच्छिकी तरीके से डालने के लिये "ArcGIS, QGIS या अन्य GIS" सॉफ्टवेयर का प्रयोग किया जा सकता है। ArcGIS एक मानचित्र व भौगोलिक संरचनाओं पर कार्य करने हेतु भौगोलिक सूचना तंत्र है। यह मानचित्रों के बनाने तथा उनके उपयोग, भौगोलिक आंकड़ो का संकलन, विभिन्न प्रयोजनों में मानचित्र तथा भौगोलिक सूचना का उपयोग तथा डाटाबेस में भौगोलिक संरचनाओं का मानचित्रकरण आदि में उपयोग किया जाता है।

Arc GIS का 'Create Random Points function' सैम्पल प्लाट्स की संख्या को यादृच्छिक रूप से किसी मानचित्र, बहुभुज, रेखा या किन्ही विनिर्दिष्ट स्थानों पर यादृच्छिक रूप से समायोजन कर लेता है।

सैम्पल प्लॉट का अभिविन्यास (Layout)

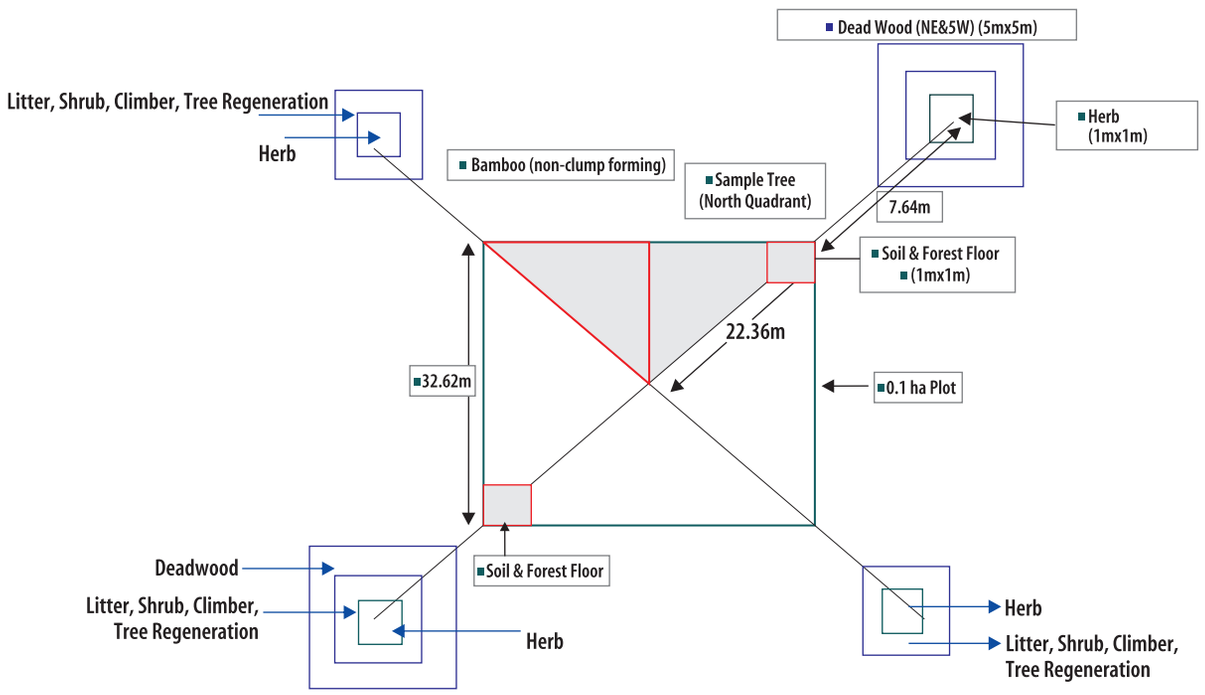
वनों में कार्बन भण्डार में समय के साथ परिवर्तन के आंकलन के लिये अस्थाई सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लॉट के स्थान पर स्थाई सैम्पल प्लॉट अधिक उपयोगी होते हैं क्योंकि सामान्यतः अस्थाई सैम्पल प्लॉट में क्रमिक समयान्तराल पर लिये गये आंकड़ो मे अत्याधिक सह प्रसरण (Co-Variance) होता है। अतः वनों में कार्बन भण्डार के क्रमिक समयान्तराल पर मापन के लिये स्थाई सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लॉट डालना उचित होता है। वनों में कार्बन भंडारण की निगरानी के लिये सैम्पल (प्रतिदर्श) प्लॉट के आकार तथा संख्या पर उचित निर्णय की आवश्यकता होती हैं, इससे प्लॉट के आकार, कार्बन मापन एवं निगरानी की लागत पर प्रभाव डालता है। प्लाट का आकार जितना बड़ा होगा दो सैम्पल के बीच उतनी ही परिवर्तनशीलता कम होगी। नैशनल वर्किंग प्लान कोड–2014, भारतीय वन सर्वेक्षण द्वारा निर्धारित वर्गाकार सैंपल प्लाट डिजाइन का अनुसरण करता है और परियोजना क्षेत्रों व अन्य वन क्षेत्रों में वन कार्बन भण्डार मापन के लिए अपनाया जा सकता है।

उपरोक्त वर्णित विधि से पूर्व निर्धारित प्रतिदर्श प्लॉट पर (जीपीएस) की सहायता से पहुँचने के पश्चात 0.1 हैक्टेयर का एक वर्गाकार (31.62 m x 31:62 m) प्लाट डाला जाता है। इस वर्गाकार प्लाट को डालने के लिये प्लाट की स्थिति को केन्द्र मान कर चारों दिशाओं में 22.36 मीटर की दूरी (चारों दिशाओं में पड़ने वाले विकर्ण का आधा) होगी। प्लाट डालने के लिये प्लाट के केन्द्र से वास्तविक उत्तर से उत्तर पूर्व दिशा में 45 डिग्री पर,

दक्षिण पश्चिम में 225 डिग्री पर तथा उत्तर पश्चिम में 315 डिग्री पर यह दूरी मापी जायेगी, इस प्रकार से 0.1 हैक्टयर, का मुख्य प्रतिदर्श प्लॉट तैयार हो जाता है, प्लॉट के उचित आयाम को सुनिश्चित करने में विशेष सावधानी बरतनी चाहिये। प्लॉट डालने के बाद यह सुनिश्चित कर लें कि चारों भुजाओं की लम्बाई 31.62 मीटर है तथा वे परस्पर 90 डिग्री के कोण पर हैं। मुख्य सैम्पल प्लॉट के डालने के बाद 3 मीटर x 3 मीटर (झाड़ियों, लताओं, पुर्नजनन के मापन के लिये) तथा 1 मीटर x 1 मीटर (छोटे शाकीय पौधे, घास आदि) के उप सैम्पल प्लाट (Sub Plots), मुख्य सैम्पल प्लाट के केन्द्र से 30 मीटर की दूरी पर चारों दिशाओं में डालने होते हैं, (चित्र 2), 3 मीटर x 3 मीटर व 1 मीटर x 1 मीटर के चतुर्भुज के साथ–साथ उत्तर पूर्व तथा दक्षिण–पश्चिम दिशा में एक–एक 5 मीटर x 5 मीटर का क्वाड्रेट (चतुष्क) भी डाला जाता है। इस 5 मीटर x 5 मीटर के चतुष्क में 5 सेंटीमीटर व्यास से उपर की सभी मृत काष्ठ को संग्रह कर उनका वजन अंकित किया जाता है। 3 मीटर x 3 मीटर के चतुष्क में सभी प्रकार का करकट (5 सेंटीमीटर व्यास से कम का काष्ठ, टहनियां, पत्ते, बीज, फल, फूल आदि) को एकत्र कर, तथा वजन कर अंकित किया जाता है। इस 3 मीटर x 3 मीटर के चतुष्क के अन्दर उपस्थित सभी झाड़ियां, लतायें आदि गिन कर, भूमि के उपर से काटकर उनका वजन माप लिया जाता है, इसी प्रकार 1 मीटर x 1 मीटर के चतुष्क में उपस्थित सभी वार्षिक शाकीय पौधे तथा घास को गिनने के उपरान्त काट कर वजन माप लिया जाता है।

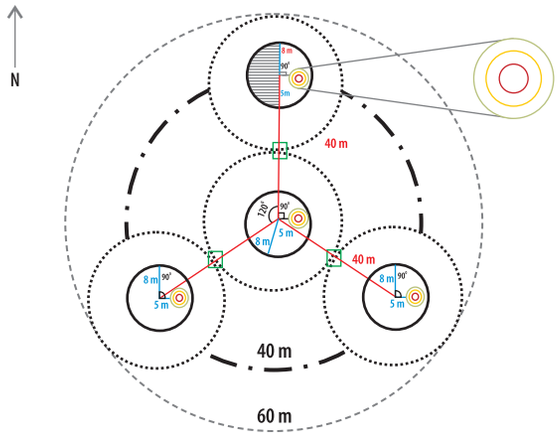
मुख्य सैम्पल प्लॉट में मापन

- मुख्य प्लॉट के केन्द्र को निशान लगा ले तथा इसे GPS निर्देशांक नोट कर लें।
- मुख्य प्लॉट के चारों कोने में रेंज पोल या लकड़ी की लाठी गाड़ लें।
- अपनी सुविधानुसार प्लॉट को विशेष कोड देकर रजिस्टर में अंकित कर लें



(स्रोत : MoEF&CC, 2014)

चित्र 7 : सैम्पल प्लॉट का अभिविन्यास



◯	Sub plot	8.0 m radius
◯	Annular plot	20 m radius
◯	Lichens plot	40 m radius
◯	Description plot	60 m radius
◯	Hub vegetation plot	0.6 m radius
◯	Shrub re-generation litter plot	1.7 m radius
◯	Deadwood plot	2.8 m radius
□	Soil and forest floor sample plot	1m x 1m at mid point between subplots
◐	Non-Clump forming bamboo plot	Half of the Sub-plot no 2

स्रोत : FSI, 2019

चित्र 8 : नई राष्ट्रीय वन इन्वेंटरी का अभिविन्यास

- प्लॉट में पाये जाने सभी वृक्ष प्रजातियों के नाम रिकॉर्ड कर लें
- प्लॉट के अन्दर पाये जाने वाले सभी वृक्षों को 1.37 मीटर ऊँचाई पर लाल या पीले रंग से गोलाई में रंग दें।
- प्लॉट की स्थिति का किसी उचित स्थान से अच्छे फोटोग्राफ भी ले लें।

सर्कुलर क्लस्टर सैंपल प्लॉट डिजाइन

भारतीय वन सर्वेक्षण ने भारत के वन राज्य रिपोर्ट 2019 में उल्लिखित राष्ट्रीय वन सूची में सर्वेक्षण के लिए वर्गाकार प्लाट के स्थान पर सर्कुलर क्लस्टर सैंपल प्लॉट डिजाइन का उपयोग किया है। सर्कुलर क्लस्टर सैंपल प्लॉट डिजाइन के बारे में एक संक्षिप्त विवरण भी इस फील्ड मैन्युअल में वर्णित है। हालाँकि यह मैन्युअल वर्किंग प्लान कोड–2014 (कार्य योजना कोड–2014) में निर्धारित स्क्वायर प्लॉट सैंपल डिजाइन का अनुसरण करके तैयार की गई है।

एक निश्चित पैटर्न में 8 मीटर की त्रिज्या के चार परिपत्र सब–प्लाट का क्लस्टर है। केंद्रीय उप–भूखंड 1 को निर्धारित अक्षांश और देशांतर के साथ बिंदु पर रखा गया है। अन्य तीन उप–भूखंड 2, 3 और 4 क्रमशः 40 मीटर उत्तर में, 120 डिग्री और उत्तर से 240 डिग्री की दूरी पर स्थित होने चाहिए। चित्र 8 में दिए गए नमूना प्लॉट डिजाइन को निम्नलिखित चरणों के अनुसार बनाया जा सकता है :

- उप–भूखंड –1 के केंद्र से 8 मीटर त्रिज्या के चार उप–भूखंडों का क्लस्टर 360 डिग्री, 120 डिग्री और 40 मीटर की दूरी पर 240 डिग्री पर।
- 8 मीटर त्रिज्या के चार 4 सब– प्लॉट्स का क्लस्टर, सब–प्लाट –1 के केंद्र से 40 मीटर की दूरी पर, 360 डिग्री, 120 डिग्री और 240 डिग्री पर।
- सब–प्लाट –1 के केंद्र से 20 मीटर के दुरी पर सब–प्लाट 2, 3, 4 की दिशा में मृदा, और वन–भूमि के लिए 1 मीटर x 1 मीटर के 3 प्लॉट्स।
- झाड़ियों, बेलों और पुनर्जनन के लिए 0.6 मीटर के त्रिज्या के तथा काष्ठ–कूड़े के लिए 1.7 मीटर त्रिज्या के 2 परिपत्र प्लॉट्स चारों सब–प्लॉट्स में केंद्र से 5 मीटर की दूरी पर पूर्वी दिशा में।
- चारों सब–प्लॉट्स में ठूंठ और मृत–काष्ठ के लिए, 2.8 मीटर की त्रिज्या के परिपत्र प्लॉट्स केंद्र से 5 मीटर के दूरी पर पूर्व दिशा में।
- जड़ी–बूटियों, झाड़ियों–बेल–पुनर्जनन–काष्ठ–कूड़े, ठूंठ, मृत लकड़ी के परिपत्र सब–प्लॉट्स में संकेंद्रित है।

प्लॉट में मापन के लिये आवश्यक सामग्री

वन कार्बन सम्बन्धित आंकड़े एकत्र करने से पहले एक फील्ड सैम्पलिंग किट तैयार कर लें, इस कार्य के लिये निम्न उपकरण/सामग्री की आवश्यकता होगी :–

उपकरण / वस्तु	प्रयोजन
नायलोन की रस्सी (04) लम्बाई 31.62 मीटर या इससे अधिक	प्लॉट के चारों ओर की सीमा के निर्धारण के लिये
क्लीनोमीटर / हागा अल्टीमीटर / रवी माल्टीमीटर या वृक्ष को ऊँचाई मापने का कोई अन्य यंत्र	वृक्षो की ऊँचाई मापन के लिये
कम्पास	दिशा ज्ञात करने के लिये
जी.पी.एस.	सेम्पल प्लॉट की पूर्व निर्धारित स्थिति का पता लगाना तथा प्लॉट की स्थिति की मार्किंग करना
कैमरा	प्लॉट की तथा उसमें कुछ मुख्य विशेषताओं के चित्र लेना
अल्मुनियम टैग	वृक्षों की मार्किंग करना
हथौड़ा	वृक्षों की मार्किंग तथा मृदा नमूना लेना
फील्ड के मानचित्र, स्तरित वन मानचित्र	सेम्पल प्लॉट की स्थिति पता लगाने हेतु
इलेक्ट्रोनिक तराजू	एकत्रित नमूनों का वजन करना
मापने के लिये फीता (50मी.)	सेम्पल प्लॉट डालने के लिये
मापने के लिये फीता (2मी.)	वृक्ष की गोलाई मापने हेतु
रेंज पोल / लकड़ी की लाठी	मुख्य सैम्पल प्लॉट के चारों कोने की सीमा के लिये
पोलीथीन तथा कागज की थैलियां	सैम्पल एकत्र करने हेतु
रबर बैण्ड	सैम्पल पैंकिग के लिये
कीलें	वृक्षों पर टैग लगाने के लिये
स्थाई मारकर पैन	सैम्पल मार्किंग के लिये
पाठल / दाव / खुखरी	झाड़ी आदि काटने के लिये
सिकेचर	पदप सैम्पल बनाने के लिये
खुर्पी / कुदाल	मृदा नमूना लेने हेतु खुदाई करने के लिये
कोर सैम्पलर (आंतरिक सांचा)	मृदा आभासी घनत्व ज्ञात करने के लिये
जी.पी.एस. के लिये बैटरी	फील्ड में पावर बैक अप
रंग तथा ब्रश	वृक्षों की मार्किंग के लिये
फावड़ा / बेलचा	मृदा / नमूना खुदाई के लिये

फील्ड टीम का गठन

सैम्पल प्लॉट से नमूने तथा आंकड़े एकत्र करने हेतु कमसे कम एक अनुभवी / प्रशिक्षित कार्मिक का होना आवश्यक है तथा साथ में कम से कम चार सहायक प्लॉट को डालने तथा आंकड़े व नमूनों को एकत्र करने के लिये आवश्यक है। मापन हेतु जरूरी सामान ढ़ोने तथा प्लॉट पर आंकड़े एकत्र कर तथा मृदा व पौधों के नमूने लेने के पश्चात इन्हें ढोने हेतु कम से कम दो–तीन मजदुरों की भी आवश्यकता होती हैं। फील्ड सैम्पलिंग से पूर्व मानव संसाधन का उचित प्रशिक्षण भी आवश्यक है यदि दल के कोई सदस्य प्रशिक्षित नहीं है तो कार्य प्रारम्भ करने के पहले दिन उन्हें मापन की विधि / सैम्पलिंग विधि व अन्य बारीकियों से अवगत करा लिया जाना उचित रहता है।

क्षेत्र सम्बन्धित पार्श्व सूचना

फील्ड में सैम्पलिंग के लिये प्रस्थान से पूर्व, फील्ड / प्लॉट की स्थिति के बारे में जानकारी एकत्र करना उपयोगी होता है। भौगोलिक सूचना तंत्र (GIS) की सहायता से फील्ड मानचित्र बना कर साथ रखना अति आवश्यक है।

परियोजना क्षेत्र, परियोजना सीमायें, निकटवर्ती बस्ती, सड़क नदी नाले, वनों की किस्म, वनावरण व भू–उपयोग की अन्य लक्षण / आकृतियों के बारे में जानकारी जुटाना लाभकारी होगा इन्हें फील्ड मानचित्र पर अंकित भी कर लिया जाना चाहिए। परियोजना क्षेत्र के निकट किसी सुविधा जनक स्थान पर बेस कैम्प स्थापित किया जा सकता है। स्थानीय समुदायों से बातचीत कर परियोजना क्षेत्र के बारे में अन्य आवश्यक सूचना तथा स्थल सत्यता की जानकारी ली जा सकती है। जहाँ तक संभव हो वन क्षेत्र में कार्य करने तथा सुगम विचरण के लिये स्थानीय मजदूरों को दल मे शामिल किया जा सकता है।

वृक्ष मापन

वन जैव पुंज (Biomass) कार्बन के मापन के लिये वनक्षेत्र में वृक्षारोपण का आयतन तथा जैव पुंज का मापन महत्वपूर्ण है। वृक्ष तथा वन मापन में कुछ परिवर्तनीय / चर (variables) जैसे किसी बड़े क्षेत्रफल से कटान किये गये काष्ठ के आयतन का प्रत्यक्ष रूप से मापन नहीं हो सकता कुछ मापदण्डो का मापन काफी कठिन होता है तथा कुछ सीधे तौर पर मापे ही नहीं जा सकते। अतः अभीष्ट मापदण्ड के अनुमान या आंकलन के

लिये परोक्ष विधियाँ या प्रतिरूप का उपयोग किया जाता है। इन विधियों में सामान्यतः आसानी से सही सही मापे जाने वाले भागों जैसे तने की गोलाई व ऊँचाई आदि मापों का उपयोग होता है। तत्पश्चात गणितीय प्रतिरूप (माडल) या विधियाँ से अभीष्ट संज्ञा (जैसे जैव पुंज कार्बन) का अनुमान लगाया जा सकता है।

सीने की ऊँचाई पर वृक्ष के घेरे का मापन : मुख्य प्लॉट में ऊपरी भूमि जैव पुंज के मापन के लिये 10 सेंटीमीटर व्यास से उपर (³ 10 सेंटीमीटर) या 30 सेंटीमीटर गोलाई (£ 30 सेंटीमीटर) के सभी वृक्षों की गणना की जाती है, 0.1 हैक्टेयर के सैम्पल प्लॉट में प्रजाति तथा/गोलाई के आंकड़े एकत्र कर सावधानी पूर्वक डाटा कलेक्शन फार्म (संलग्नक-V) में अंकित किये जाते हैं। प्लॉट की उत्तर तथा पश्चिम सीमा को छूने वाले वृक्षों को गणना में सम्मिलित करना चाहिये तथा पूर्व व दक्षिण सीमा पर छूने वाले वृक्षों को प्लॉट से बाहर मान कर उनकी गणना नहीं करनी चाहिए। 10 सेमी से कम व्यास के वृक्ष प्रजातियों की गणना न करें उनकी गिनती किशोर वृक्ष के रूप में होनी चाहिए, प्लॉट में वृक्षों की गणना उत्तर पूर्व से प्रारम्भ कर घड़ी की दिशा में (दक्षिणावर्त) बढ़े। सैम्पल प्लॉट में स्थित सभी वृक्षों की ऊँचाई भी माप कर नोट कर लेनी चाहिए।

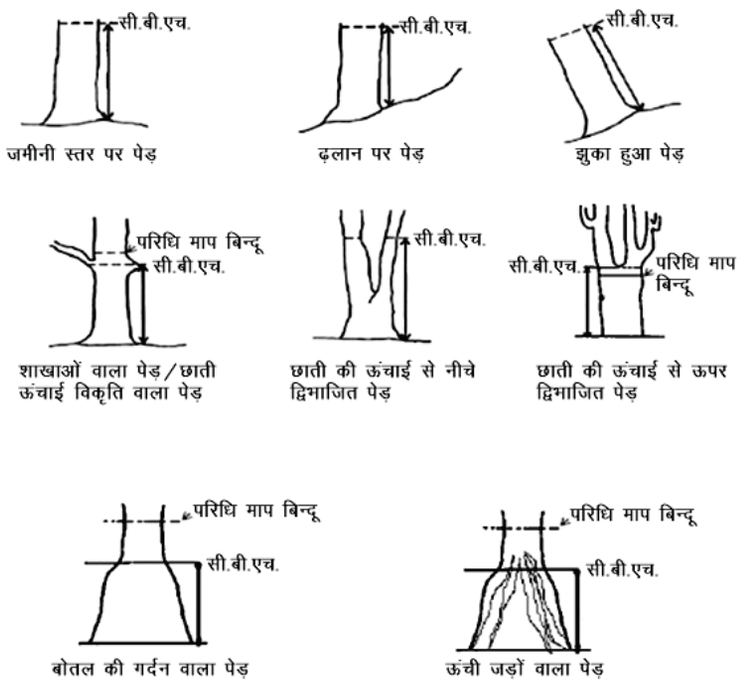
वृक्ष की गोलाई धरातल से 1.37 मीटर की ऊँचाई पर नापी जाती है, गोलाई को नापने के लिये तने के चारों ओर मापन फीते को लपेटकर की जाती है। इस स्थान पर एक स्थाई निशान (रंग आदि) लगा लेना चाहिये ताकि उत्तरोत्तर मापन इसी स्थान पर किया जा सकें।

पेड़ के सी.बी.एच. की रीडिंग से पेड़ का व्यास निम्न समीकरण की सहायता से गणना की जाती है:

डी.बी.एच. = सी.बी.एच/p (p = 3.14)

वृक्ष की गोलाई नापते समय निम्न सावधानियाँ बरतनी चाहिये :

1. ढलान वाले धरातल पर उपरी दिशा से माप लेना चाहिये।
2. झुके हुये वृक्ष का तने के कक्ष के समयान्तर नीचे कि दिशा में मापन होना चाहिये।



चित्र 9 : विभिन्न परिस्थितियों में वृक्ष की गोलाई (सी.बी.एच.) नापना

3. सीने की ऊँचाई (1.37 मीटर) के नीचे से यदि वृक्ष दो भाग में बँटा हो तो इन्हें दो अलग–अलग वृक्ष मानना चाहिये।
4. सीने की ऊँचाई (1.37 मीटर) से उपर यदि वृक्ष दो भाग में बँटता है तो इसे एक वृक्ष मानना चाहिये।
5. सीने की ऊँचाई या उससे थोड़ा उपर यदि वृक्ष दो भागों में बंटा रहा हो तो बंटने वाले भाग के नीचे न्यूनतम गोलाई पर नापना चाहिये।
6. कापिस क्राप को भू–स्तर से नापना चाहिये न कि स्टूल (Stool) स्तर पर।

इसके अलावा उचित एवं सही नाप के लिये निम्न सावधानियां भी लेनी चाहिये :–

1. मिट्टी या करकट के कच्चे ढेर मापन से पहले साफ कर लेने चाहिये।
2. तने पर बेल, लतायें, मौस, ढीली पड़ी छाल आदि हटा लेना चाहिये।
3. सीने की ऊँचाई की एक 1.37 मीटर की छड़ी नाप कर स्थिर कर लेनी चाहिये।
4. नापते समय हमेशा वृक्ष को समकोण पर नापे तथा मापन टेप को मजबूती से खींच कर रखे।
5. वृक्ष में बटरेस या फ्लूटिंग की स्थिति में विशेष घ्यान रखें तथा मापन बटरेस/फ्लूटिंग के उपर से करें।

वृक्ष की ऊँचाई का मापन : वृक्ष में काष्ठ की कुल मात्रा के आकलन के लिये वृक्ष की ऊँचाई महत्वपूर्ण है। वृक्ष की ऊँचाई धरातल से वृक्ष की चोटी (Tree Top) तक की उर्ध्वाधर दूरी है। वनों में वृक्ष की ऊँचाई नापने में वृक्ष की चोटी की पहचान (क्योकि कई बार वृक्ष की चोटी तने के उपर स्थित नहीं होती) त्रृटि का एक मुख्य कारक होता है। अतः उपयोगिता के लिहाज से वृक्ष की व्यापारिक ऊँचाई (Merchantable tree height) की अवधारणा को अंगीकृत किया गया है। यह वृक्ष की वह ऊँचाई है (तने पर) जिस पर कोई विशेष उत्पाद (काष्ठ) प्राप्त किया जाता है। वृक्ष की ऊँचाई विशेष रूप से बनाये गये यंत्रों के द्वारा भी नापी जाती है जैसे क्लीनोंमीटर, अल्टीमीटर या हिप्सोमीटर। वर्तमान में आधुनिक डिजिटल यंत्रों से भी वृक्ष की ऊँचाई आसानी से मापी जा सकती है। अनुभव के आधार पर बिना यंत्र के जैसे छाया से, सिंगल पोल विधि से भी ऊँचाई नापी जा सकती है।

वृक्ष मापदंडों (Parameters) का मापन

(i) वृक्ष के आस–पास जा करके और वृक्ष की चोटी स्पष्ट दिखने वाली स्थिति का पता लगाइये।
(ii) वृक्ष से इतनी दूरी पर खड़े हों कि वृक्ष की चोटी आपकी दृष्टि की रेखा से 90 डिग्री से कम हो।
(iii) हमेशा ढाल वाली जगह पर ढाल के ऊपरी छोर पर खड़े हो। यदि अन्य कोई विकल्प न हो तब ही ढाल के निचले छोर पर खड़े हो।
(iv) सभी वृक्षों की ऊँचाई नापें।
(v) यंत्र के निर्माता द्वारा दिये गये निर्देशों का पालन करें।
(vi) जिस वृक्ष की ऊँचांई नाप ली गयी हो उस पर चाक से निशान लगा ले जिससे यह ज्ञात हो जाये कि उक्त वृक्ष की ऊँचांई नाप ली गयी है।
(vii) सभी वृक्षों पर अल्यूमिनियम टैग से उसकी संख्या दर्ज कर दें।
(viii) निर्धारित प्रपत्र पर सभी प्रजातियों के नाम, स्थानीय नाम गोलाई तथा ऊँचांई दर्ज कर लें।
(ix) जब प्लाट में सभी वृक्षों को माप लिया जाये तो उसके उपरांत पुनः जांच ले कि सभी वृक्षों का माप लिया जा चुका है।

झाड़ियों की सैम्पलिंग

मुख्य प्लॉट (0.1 है0) के केन्द्र से 30 मीटर की दूरी पर चारों ओर 3x3 मी0 के चार चतुष्क (quadrat) डाले जाते है। प्रत्येक चतुष्क में पायी जाने वाली सभी बारहमासी झाड़ियों को नाम सहित गिन कर भूमि के उपर से काट लिया जाता है तथा आंकड़ो को प्रपत्र में अंकित कर दे।

सैम्पलिंग प्रक्रिया

(i) प्लॉट में धरातल से सभी झाड़ियो को गिनने के पश्चात् काट लें।
(ii) इस प्रकार एकत्र किये गये नमूने का ताजा भार लेकर प्रपत्र पर नोट कर लें।
(iii) इसमें से लगभग 200 ग्राम का एक सैम्पल बना कर इसका शुष्क भार ज्ञात करने हेतु पॉलीथीन थैली में रख लें।
(iv) 3x3 में उपलब्ध झाडियों को काटते समय विशेष ध्यान रखें कि महत्वपूर्ण वृक्ष प्रजातियों के पुर्नजनन को क्षति न हों।

वृक्ष पुनरूत्पादन/सैंपलिंग (किशोर वृक्ष)

3x3 मीटर के प्लॉट के अंदर वृक्ष स्थल पर (1.37 मी.) 10 सेंटीमीटर से कम गोलाई के सभी वृक्षों को नाप लें।

भारतीय वन सर्वेक्षण ने 10 सेमी. से कम व्यास के वृक्षों के लिए जैवपुंज समीकरण विकसित किये हैं। सैपलिंग (किशोर वृक्षों) में कार्बन भंडार ज्ञात करने के लिये इन समीकरणों का प्रयोग किया जाता है।

शाकीय पौधों की सैम्पलिंग

मुख्य प्लॉट के चारों कोनों में 3x3 मीटर के चतुष्क के अंदर 1x1 प्लॉट में उपलब्ध सभी वार्षिक शाकीय पौधों/घास को काट कर सैम्पल निम्न प्रकार से लिया जाता है।

(i) 1x1 मी. के चतुष्क के अंदर सभी छोटी शाकीय वनस्पतियों/घास को काट लें।

(ii) इस सैम्पल का ताजा भार लें।

(iii) 200 ग्राम के लगभग ताजे सैम्पल को शुष्क भार मापन के लिए पॉलीथीन की थैली में रख लें।

करकट (Litter) की सैम्पलिंग

(i) 3x3 मीटर के सैम्पल प्लॉट में झाड़ियां, छोटे पौधे तथा पुनर्जनन आदि की गणना के बाद इस प्लॉट में उपलब्ध सभी प्रकार के करकट (टूटी/गिरी हुयी शाखायें, पत्ते, फल, फूल आदि) को एकत्र करें।

(ii) इस करकट का ताजा भार नोट करें।

(iii) इसका शुष्क भार ज्ञात करने के लिए 200 ग्राम के लगभग मिश्रित सैम्पल को पॉलीथीन की थैली में रख लें।

मृत काष्ठ की सैम्पलिंग

मुख्य प्लॉट के उत्तर पूर्व तथा दक्षिण पश्चिम छोर पर 5x5 मीटर के प्लॉट के अंदर 5 सेंटीमीटर से उपर के व्यास की मृत/सूखी काष्ठ को एकत्र कर उसका भार नोट कर लें तथा ज्ञात मात्रा का एक सैम्पल प्रयोगशाला में शुष्क भार ज्ञात करने के लिए रख लें।

मृदा की सैम्पलिंग

मृदा जैविक कार्बन मापन के लिये 0.1 हैक्टयर के मुख्य प्लॉट के उत्तर पूर्व तथा दक्षिण पश्चिम छोर पर भूमि की सतह को साफ करके 30x30x30 सेंटीमीटर का गढढा करके 0–10, 10–20 तथा 20–30 सेंटीमीटर की गहराई से मृदा एकत्रित करके उसका एक कम्पोजिट सैम्पल तैयार कर 200 ग्राम सेम्पल प्रयोगशाला में विश्लेषण के लिये रख लेते है। इस प्रकार एकत्र किये गये मृदा के नमूने को एक मजबूत थैली में रख कर अच्छी तरह बन्द करके उचित लेबल लगा देते हैं।

वन विभाग के पास मृदा परीक्षण के लिए प्रयोगशाला की सुविधा प्रायः उपलब्ध नहीं रहती है, इस कार्य के लिये राज्य वन अनुसंधान संस्थान, भारतीय वानिकी अनुसंधान एवं शिक्षा परिषद् के संस्थान, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् के संस्थान, कृषि विज्ञान केंद्र एवं कृषि विश्वविद्यालयों से सम्पर्क किया जा सकता है।

मृदा का आभासी घनत्व (Bulk Density)

मृदा के शुष्क भार एवं उसके आयतन के बीच के अनुपात को आभासी घनत्व कहते हैं। मृदा के आभासी घनत्व की आवश्यकता मृदा के आयतन तथा भार के बीच परस्पर विनिमय के लिये होती है। मृदा आभासी घनत्व की जानकारी प्रति इकाई मृदा जैविक कार्बन की मात्रा ज्ञात करने के लिये उपयोग में लाई जाती है।

मृदा के घनत्व की अवधारणा : मिट्टी के घनत्व को मिट्टी के प्रति यूनिट आयतन के शुष्क भार के रूप में परिभाषित किया गया है। मिट्टी की मात्रा को वजन के परिवर्तित करना आवश्यक है। प्रति यूनिट क्षेत्र में मिट्टी में आर्गेनिक कार्बन की मात्रा के निर्धारण के लिए थोक घनत्व पर जानकारी की आवश्यकता होती है। थोक घनत्व के आकलन के लिए मिट्टी के नमूने का संग्रह 1 मीटर × 1 मीटर प्लॉट में किया जाता है। ज्ञात मात्रा का एक कोर–सैम्पलर (बल्क–डेंसिटी कोर सैम्पलर) को हथौड़े की मदद से 0–10 सेमी की गहराई तक मिट्टी में डाला जाता है। कोर को सावधानी से निकालें ताकि कोर के अंदर की मिट्टी नीचे न गिरे। एक पॉलीथीन बैग में पूरी मिट्टी इकट्ठा करें और नमूने पर उचित लेबल लगाएं। इस विधि को मिट्टी में 10–20 सेमी और 20–30 सेमी की गहराई तक दोहराएं और नमूनों को आगे प्रयोगशाला विश्लेषण के लिए उचित लेबलिंग के साथ पॉलीथीन बैग में रखा जाना चाहिए।

6 वन कार्बन भण्डार का आंकलन

वृक्ष जैव पुंज का आंकलन

किसी तंत्र में जीवित कार्बनिक पदार्थ (ऊपरी भूमि तथा अधोभूमि) की कुल मात्रा को जैव पुंज (Biomass) कहते है। समान्यतः यह प्रति इकाई क्षेत्रफल में ओवन (Oven) शुष्क भार के रूप में प्रकट किया जाता है। कार्बन पृथ्वी पर प्रचुर मात्रा में उपलब्ध रासायनिक तत्व है तथा सभी जीवित प्राणियों में विद्यमान है। कार्बन पृथ्वी के वायुमण्डल में प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला यौगिक भी है। रासायनिक प्रतीक 'C' के रूप में जाना जाने वाला कार्बन पौधों की पत्तियों, शाखाओं, तनों व जड़ों में पाया जाता है। ओवन शुष्क भार के आधार पर जैव पुंज का लगभग 50% कार्बन होता है।

पिछले कुछ वर्षों से जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण को लेकर वृक्षों के जैव पुंज के प्रति रूचि बढ़ी हैं। जैव पुंज व मृदा में कार्बन संग्रहण की भूमिका के कारण जलवायु परिवर्तन न्यूनीकरण में कम लागत के विकल्प के रूप में वनों की भूमिका उत्तरोत्तर बढ़ रही है। यह केवल वृक्ष का तना ही नहीं है, जो कार्बन संग्रहण करता है अपितु वृक्ष के जीवित पुंज के सभी संघटक (तना, छाल, शाखायें, टहनियां, जड़, पत्तियां) कार्बन भण्डारण करते हैं। जैव पुंज का प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से आकलन फलन के द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। इस विधि से वृक्ष जैव पुंज का सटीकता से मापन किया जा सकता है किन्तु इसमें वृक्षों को काटना पड़ता है तथा हर समय यह सम्भव नही हैं। अतः वैज्ञानिकों ने पूर्व मे गिराये गये वृक्षों के आधार पर जैवपुंज आकलन फलन विकसित किये हैं।

प्रत्यक्ष रूप में जैव पुंज मापन (Direct Biomass Measurement) : प्रत्यक्ष रूप में वृक्ष का जैव पुंज ज्ञात करने के लिए वृक्ष को गिराना, उसके विभिन्न संघटकों को काटकर अलग करना तथा तोलना शामिल है। वृक्ष का जैव पुंज ज्ञात करने के लिए 'स्तर' वृक्ष विन्यास (stratified tree technique) तकनीक विधि का उपयोग किया जाता है। वन के क्षेत्रफल के अनुसार विभिन्न आकार के अस्थाई सेम्पल प्लाट से चयनित सेम्पल वृक्ष को गिराया जाता है। सेम्पल वृक्ष के चयन के लिये सेम्पल प्लाट में सभी वृक्षों का व्यास तथा उंचाई ज्ञात की जाती है। सेम्पल प्लाट में उपलब्ध सभी वृक्षों की व्यास तथा उंचाई के बीच समाश्रयण गुणांक (regression coefficient) स्थापित किया जाता है। व्यास की पूरी रेंज को विभिन्न 3–4 व्यास श्रेणियों में विभाजित किया जाता हैं। प्रत्येक व्यास श्रेणी का एक मध्य वृक्ष गिराया जाता है। गिराये गये वृक्ष के सभी संघटक (पत्ती, टहनियां, शाखायें, छाल, तना) जड़ समेत अलग अलग कर लिये जाते है तथा फील्ड में ही इनका ताजा भार नोट कर लिया जाता है। प्रत्येक वृक्ष संघटक के प्रतिनिधि नमुने के रूप में ज्ञात मात्रा में सेम्पल एकत्र कर प्रयोगशाला में शुष्क भार ज्ञात किया जाता है। गिराए गये सैम्पल वृक्ष के तने को तोलने की सुविधा के लिये 2–2 मीटर के टुकड़ो में बांटा जाता है। तोलने के बाद किसी एक टुकड़े से 5

सेमी की डिस्क काटकर उसका ताजा भार ज्ञात कर ओवन में सुखा कर शुष्क भार ज्ञात करते हैं। तने के 2–2 मीटर के टुकड़ों के दोनो छोर का व्यास ज्ञात कर तने का आयतन ज्ञात कर लिया जाता है। सभी सेम्पल वृक्षों की जड़ो को भी पूर्ण रूप से निकाला जाता है (सूक्ष्म जड़ों को छोड़कर)। जड़ों का ताजा भार ज्ञात कर एक निश्चित मात्रा का सेम्पल शुष्क भार ज्ञात करने के लिये रख लिया जाता है। सेम्पल वृक्ष के प्रत्येक संघटक के शुष्क भार के आधार पर उनके कुल जैव पुंज की संगणना की जाती है। वन क्षेत्र में उपलब्ध जैवपुंज को वृक्ष के शुष्क भार को उसके व्यास के वृक्षों की संख्या से गुणा कर ज्ञात की जाती है। इस प्रकार सभी व्यास श्रेणियों के वृक्षों के कुल जैव पुंज को जोड़ कर टन प्रति हैक्टेयर के रूप में ज्ञात किया जा सकता है।

जैव पुंज आंकलन फलन (Biomass Estimation Function)

जैवपुंज के प्रत्यक्ष मापन में होने वाली कठिनाइयों के कारण (वृक्षों को काटकर जैवपुंज मापा जाता है) वृक्षों के आसानी से मापे जाने वाले गुणों के पारस्परिक सम्बन्ध को सापेक्षमितिक फलन (Allometry) कहते हैं। सापेक्षमिति समीकरण सामन्यतः घातांक नियम विधि (power law form) या लघुगणकीय (Logarithm) विधि में प्रकट किये जाते है, तथा विभिन्न जीव विज्ञान की कई शाखाओं में अनुप्रयोग किये जाते है जैसे वृद्धि में क्रमबद्ध परिवर्तन, शरीर विज्ञान, अनुकूलन व क्रमिक विकास आदि। जब एक बार सापेक्षमिति समीकरण विकसित हो जाय तो केवल व्यास का माप ज्ञात होने मात्र से ही किसी वन क्षेत्र का जैव पुंज ज्ञात किया जा सकता हैं। सापेक्षमिति समीकरण की सामान्यतः निम्न रूप मे प्रकट की जाती हैं

$Y = b \times a$

या प्राकृतिक लघुगणक (ln) के रूप में

$Ln = lnb + a \ln x$

जहां, b एक स्थिरांक (Constant) है जिसे सापेक्षमिति गुणांक कहते हैं तथा सापेक्षमिति चर घांताक (Allometric Exponent) हैं। इन समीकरणों को एक निर्दिष्ट व्यास सीमा से बाहर प्रयोग नहीं करना चाहिये वरना अनुमान से अत्याधिक या कम आंकलन हो सकता हैं। यदि स्थानीय सापेक्षमिति समीकरण उपलब्ध हैं तो इनका प्रयोग करके जैवपुंज सरलता से ज्ञात किया जा सकता है, यदि यह समीकरण उपलब्ध नहीं है तो उचित होगा की स्थल विशेष सापेक्षमिति/समीकरण वृक्षों से आंकड़े एकत्र कर विकसित कर ली जाये। भारत की प्रमुख वृक्ष प्रजातियों के लिये सापेक्षमिति समीकरण विकसित किए जा चुके हैं तथा वानिकी साहित्य में उपलब्ध हैं।

विभिन्न वन पूलों (Pool) में कार्बन आंकलन

1. उपरी भूमि जैवपुंज

उपरी भूमि जैवपुंज में वृक्ष जैवपुंज तथा गैर वृक्ष जैवपुंज जैसे झाड़ियां, पौधे व घास आदि आते है।

(i) जीवित वृक्ष जैवपुंज : वृक्षों का जैवपुंज सामान्यतः आयतन समीकरणों के प्रयोग से ज्ञात किया जा सकता है। अधिकतर वृक्ष प्रजातियों के लिये भारतीय वन सर्वेक्षण ने आयतन समीकरण का संकलन किया है (FSI, 1996) आयतन समीकरण जैव पुंज को वृक्ष की उंचाई तथा धरातल से 1.37 मी. उपर या वृक्ष स्थल पर नापे गए व्यास से संबंध दर्शाती हैं।

वृक्ष के आयतन के आधार पर कार्बन आंकलन के लिये IPCC, 2003 ने निम्न सूत्र दिया है :

$C=[V \times D \times BEF] \times (1+R) \times CF$

जहां,

V = व्यापारिक आयतन $m^3 ha^{-1}$ वृक्षों का आयतन सामान्यतः वन विभाग के पास वृक्षों inventory या ग्रोअिंग स्टॉक (growing stock) के रूप में उपलब्ध रहता है।

D = मूल काष्ठ घनत्व टन ड्राई मैटर $मी^{-3}$ में प्रमुख भारतीय वृक्ष प्रजातियों का मूल काष्ठ घनत्व वानिकी साहित्य में उपलब्ध है।

BEF = जैव पुंज विस्तार गुणांक (biomass expansion factor) यह गुणांक व्यापारिक काष्ठ आयतन को संपूर्ण वृक्ष के ऊपरी भूमि जैव पुंज (शाखायें, टहनियां, पत्तियां आदि) का आंकलन करता है। सदैव विमारहित राशि (Dimension less) है। जैव पुंज विस्तार गुणांक वृक्ष की (dbh>, 10cm) उपरी भूमि ओवन शुष्क भार जैव पुंज तथा नापे गये आयतन का अनुपात है।

R = जड़ तथा तने का अनुपात (विमा रहित)

CF = कार्बन अंश (carbon fraction) (0.47, डिफोल्ट मान)

भारत में वन वृक्ष प्रजातियों के जैव पुंज विस्तार गुणांक (BEF) उपलब्ध नहीं है। भारतीय वन सर्वेक्षण ने प्रमुख वृक्षों की dbh>,10cm तथा dbh<10cm के पृथक –पृथक रूप से छोटी काष्ठ (जिन्हे शाखायें, टहनियां) तथा छत्र (पत्तियों) को समाहित करने के लिए जैव पुंज समीकरण विकसित किये हैं (FSI nd)।

जैव पुंज आंकलन

i) सेम्पल प्लाट में पाये गये सभी वृक्षों का आयतन समीकरण (FSI, 1996) का प्रयोग कर आयतन ज्ञात करें (अनुलग्नक–i)।

ii) उपलब्ध साहित्य से सैम्पल प्लाट में पायी गयी वृक्ष प्रजातियों की मूल काष्ठ घनत्व ज्ञात करें (अनुलग्नक ii)।

iii) प्रत्येक वृक्ष के आयतन को उसके मूल काष्ठ घनत्व से गुणा कर वृक्ष का शुष्क भार ज्ञात करें।

iv) जैव पुंज समीकरण के प्रयोग से छोटी काष्ठ <10c, dbh तथा >10cm से ऊपर dbh के वृक्षों के जैव पुंज की गणना करें।

v) सभी वृक्षों व सेम्पल प्लाट से इस प्रकार प्राप्त किये जैव पुंज को जोड़ें।

vi) प्रत्येक प्रजाति के जैव पुंज को सेम्पल प्लाट के क्षेत्र फल के आधार पर प्रति हैक्टेयर दर से गणना करें।

vii) प्रत्येक प्रजाति के जैव पुंज का योग से प्रति हैक्टेयर कुल वृक्ष जैव पुंज प्राप्त करें। 0.47 से गुणा करें (IPCC, 2006)

(ii) झाडियों (क्षुपा, shrub) का जैव पुंज : फील्ड से एकत्रित सैम्पल को प्रयोगशाला में पहले सामान्य ताप पर वायु में सुखाने के बाद प्रयोगशाला ओवन में 60–65° सेल्सियस में सुखाने के पश्चात् वजन करते हैं। जब दो बार वजन करने पर सामान आये तो समझिये कि सैम्पल अच्छी तरह से सूख गया है। सैम्पल प्लाट 3x3 मीटर का जैवपुंज निकालने हेतु निम्न सूत्र प्रयोग करें :–

$$\text{झाड़ी का जैवपुंज} = \frac{\text{सैम्पल का शुष्कभार}}{\text{सैम्पल का ताजाभार}} \times \text{कुल ताजाभार}_{(3 \times 3 \text{ मीटर के चतुष्क में})}$$

(iii) शाकीय पौधों का जैव पुंज : वार्षिक शाकीय पौधों तथा घास का (herbs and grass) उपरोक्त विधि से प्रयोगशाला में लाये गये सैम्पल का शुष्क भार ज्ञात करें। जैव पुंज निकालने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग करें :–

$$\text{शाकीय पौधों का जैवपुंज} = \frac{\text{सैम्पल का शुष्कभार}}{\text{सैम्पल का ताजाभार}} \times \text{कुल ताजाभार}_{(1 \times 1 \text{ मीटर के चतुष्क में})}$$

2. अधोभूमि जैव पुंज

वृक्षों के तने तथा जड़ के जैवपुंज में परस्पर संबंध स्थापित किया गया है। IPCC, 2006 के अनुसार उष्ण कटिबंधीय प्रजातियों के लिए डिफाल्ट मान गुणांक 0.28 का प्रयोग अधोभूमि जैव पुंज ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

3. करकट जैवपुंज

प्रयोगशाला में लाए गये सैम्पल पहले उपरोक्त विधि के अनुसार हवा में सुखाने के पश्चात् ओवन में 60°–65° सेल्सियस में सुखाने के पश्चात शुष्क भार ज्ञात करें।

$$\text{करकट जैवपुंज} = \frac{\text{सैम्पल का शुष्कभार}}{\text{सैम्पल का ताजाभार}} \times \text{कुल ताजाभार}_{(3 \times 3 \text{ मीटर के चतुष्क में})}$$

4. मृत काष्ठ जैव पुंज

पहले बतायी गयी विधि के अनुसार सैम्पल का ओवन शुष्क भार लें।

$$\text{मृतकाष्ठा जैवपुंज} = \frac{\text{सैम्पल का शुष्कभार}}{\text{सैम्पल का ताजाभार}} \times \text{कुल ताजाभार}_{(5 \times 5 \text{ मीटर के चतुष्क में})}$$

मृदा जैविक कार्बन मापन

IPCC, 2006 की संस्तुति के अनुसार मृदा की उपरी 30 सेमी तक की गहराई तक मृदा जैविक कार्बन का मापन पर्याप्त है। आभासी घनत्व के लिए ली गयी मृदा के नमूने को वायु शुष्क भार ज्ञात करनें के पश्चात् मृदा को 2 मि. मी. की छलनी में रख कर उसके ऊपर पानी चलायें। 2 मि. मी. से कम के मृदा कण पानी के साथ बह जायेंगें। छलनी में बचे हुये भाग का वायु शुष्क भार लेलें। तथा उसमें मृदा आयतन के अनुपात में इन 2 मि.मी. से बड़े टुकड़ों (coarse fragment) का प्रतिशत की गणना करें।

मृदा जैविक कार्बन आंकलन हेतु मृदा नमूना तैयार करना : फील्ड से पॉलीथीन थैली में लाये गये मृदा नमूने को खोलें तथा एक कागज की शीट पर कमरें के सामान्य ताप पर सुखायें। ओवन या सूर्य की रोशनी में न सुखायें। कमरे में सुखाने के पश्चात सैम्पल को पीस ले तथा 2 मि.

मी. की छलनी में छानें। छाने गये मृदा के नमूने को जैविक कार्बन के मापन के लिये उपयोग किया जाता है।

मृदा नमूने का मृदा जैविक कार्बन हेतु विश्लेषण : मृदा में उपस्थित जैविक कार्बन का प्रतिशत वाल्की तथा ब्लैक (1934) की विधि से ज्ञात किया जाता है संक्षेप में यह विधि नीचे दी गयी है :–

मृदा में कार्बनिक पदार्थ (ह्यूमस) क्रोमिक अम्ल (पोटेशियम डाइक्रोमेट सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल) द्वारा आक्सीकृत हो जाता है। बचे हुये क्रोमेट की मात्रा को फेरस अमोनियम सल्फेट के साथ रिडॉक्स टाइट्रेशन (Redox titration) के द्वारा ज्ञात किया जाता है।

अभिकर्मक (Reagents)

i. 1 N पोटेशियम डाइक्रोमेट (49.04 ग्राम AR ग्रेड $K_2Cr_2O_7$ प्रतिलिटर विलयन के लिये)

ii. 0.5 N (लगभग) फेरस अमोनियम सल्फेट (196g हाइड्रेटेड क्रिस्टलाइन लवण 20 मिलीलीटर सान्द्र H_2SO_4 युक्त)।

iii. डाईफिनाइल अमीन सूचक 0.5 ग्राम डाईफिनाइल अमीन 20 मिलीलीटर जल और 100 मिलीलीटर सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल में घुला हुआ।

iv. सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल (विशिष्ट गुरूत्व 1.84) 1. 25 प्रतिशत सिल्वर सल्फेट युक्त (यदि मृदा क्लोराइड मुक्त हो तो सिल्वर सल्फेट छोड़ा जा सकता हैं)।

v. आरथो–फोस्फोरिक अम्ल तथा सोडियम फ्लोराइड (रासायनिकीय शुद्ध)।

विधि : मृदा को पीस कर 2 मि.मी. छलनी से छानकर 1 ग्राम मृदा को 500 मिलीलीटर कोनिकल फ्लास्क के तले पर रखे 10 मिलीलीटर $K_2Cr_2O_7$ को पिपेट की सहायता से इस फलास्क मे डाले और फ्लास्क को एसवेस्टस शीट पर रखकर हल्का हल्का गोलाई में हिलायें। तत्पश्चात 20 मिलीलीटर सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल (1.24% सिल्वर सल्फेट युक्त) डालकर 2–3 बार गोलाई में हिलाये। 30 मिनट बाद इसमें 200 मिलीलीटर आसवित जल मिलाये, 10 मिलीलीटर आरथो फोस्फोरिक अम्ल मिलाये, 0.5 ग्राम सोडियम फ्लोराइड तथा 1 मिलीलीटर डाई फिनाइल सूचक मिलायें इसे फेरस अमोनियम सल्फेट घोल के साथ तब तक टाइट्रोशन करें जब तक घोल का रंग नीले बैगनी से हरा नहीं हो जाता । आरथो–फोस्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) तथा सोडियम फ्लोराइड (NaF) के संयोजन से अच्छा अंतिम बिन्दु प्राप्त होता हैं। इसके साथ साथ समानान्तर रूप से एक ब्लैंक (बिना मृदा के भी) चलायें यदि 7 मिलीलीटर से अधिक क्रोमेट घोल उपयोग हुआ है तो पूरी विधि को मृदा की कम मात्रा (0.25–0.5 ग्राम) लेकर पुनः दोहरायें।

गणना

मृदा जैविक कार्बनिक
प्रतिशत(%) = 10 (B-T) x 0.003 (100 / मृदा का भार)

जहाँ

B = खाली टाइट्रेशन के लिये फेरस अमोनियम सल्फेट घोल का आयतन (मिलि में)

T = मृदा नमूने के साथ फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन

मृदा कार्बन भण्डार की गणना

मृदा में पथरीलापन तथा भूउपयोग की जानकारी फील्ड मे ही नोट कर लें। मृदा नमूने मे आभासी घनत्व तथा जैविक कार्बन प्रतिशत ज्ञात करने के पश्चात निम्न सूत्र से कार्बनिक कार्बन की मात्रा ज्ञात की जाती है (Batges, 1996) :

Qi = CiDiEi (1-Gi)

जहां Qi मृदा कार्बनिक कार्बन भण्डार (मेगा ग्राम मी–2) / मृदा पर्त या नमूना (पद्ध की गहराई, Ei, पर कार्बन मात्रा Ci (gcg-1) / आभासी घनत्व Di (मेगा ग्राम मी.–3) तथा मोटे भाग (Coarse fragment) Gi का आयतन।

कुल कार्बन स्टॉक

(1) प्लॉट स्तर पर वृक्षों, झाड़ियाँ, शाखाऐं, मृत काष्ठ, करकट तथा मृदा मे कार्बन की मात्रा की गणना करें

(2) प्लाट स्तर पर इन सभी घटकों को जोड़ कर प्लॉट पर कार्बन स्टॉक टन प्रति हैक्टेयर ज्ञात करें।

(3) प्रति इकाई कार्बन प्रति हैक्टेयर मात्रा को उस विशेष 'स्तर' जिस पर नमूना लिया गया था उसके क्षेत्रफल से गुणा कर उस स्तर (Strata) की कुल मात्रा ज्ञात करें

(4) विभिन्न स्तरों से प्राप्त कार्बन मात्रा का योग कर परियोजना क्षेत्र का कुल वन कार्बन भण्डार ज्ञात करें (संलग्नक IV)

विभिन्न क्षेत्रों की कार्बन सामग्री को परियोजना क्षेत्र के कुल कार्बन स्टॉक (अनुलग्नक–IV) प्राप्त करने के लिए अभिव्यक्त किया गया है। कुल वन कार्बन स्टॉक की गणना के लिए निम्नलिखित समीकरण का उपयोग किया जाता है :

कुल वन कार्बन स्टॉक = ABGC + BGBC + LTC + DWC + SOC

जहाँ,

ABGC = ऊपर का बायोमास कार्बन (ऊपर के पेड़ के बायोमास से बना, सप्त बायोमास, जड़ी बूटी बायोमास और झाड़ी बायोमास)

BGBC = भूमिगत बायोमास कार्बन

LTC = लिटर कार्बन

DWC = डेड वुड कार्बन

SOC = मिट्टी कार्बनिक कार्बन

गुणवत्ता आश्वासन/गुणवत्ता नियंत्रण (क्यू.ए./क्यू.सी.)

वन कार्बन स्टॉक के मापन के लिए अध्ययन की QA/QC योजना को बनाए रखने के लिए निम्नलिखित बातों पर ध्यान दिया जाना चाहिए :

- क्षेत्र में सभी डेटा संग्रह के दौरान, रिकॉर्डिंग के लिए जिम्मेदार क्षेत्र के सदस्यों को सभी मापों की जांच करनी चाहिए। यह सुनिश्चित करना है कि डेटा शीट पर उचित संख्या दर्ज की जानी चाहिए।
- प्रत्येक प्लॉट में डेटा एकत्र होने के बाद और क्षेत्र के सदस्यों द्वारा प्लॉट छोड़ने से पहले, टीम लीडर को यह सुनिश्चित करने के लिए डबल चेक करना चाहिए कि सभी डेटा सही तरीके से हैं।
- प्रत्येक दिन के अंत में सभी डेटा शीट को टीम लीडर द्वारा जांचा जाना चाहिए ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि सभी संबंधित जानकारी एकत्र की गई है। यदि किसी कारण से कुछ जानकारी है जो ठीक नहीं लगती है या गायब है, तो गलतियों को अगले दिन ठीक किया जा सकता है।
- नमूनों को ठीक से लेबल किया जाना चाहिए ताकि नमूनों की हैंडलिंग और परीक्षण के दौरान कोई भ्रम न हो।
- मिट्टी के नमूनों को सतह की परतों (0–30 सेमी) से एकत्र किया जाना चाहिए, और सजातीय मिट्टी तैयार करने के लिए अच्छी तरह मिलाया जाना चाहिए, और 200 ग्राम मिट्टी का नमूना विश्लेषण के लिए लिया जाना चाहिए।
- नमूना मानसून (बरसात के मौसम) और शरद ऋतू से पहले किया जाना चाहिए। नमूने परिदृश्य का प्रतिनिधि होने चाहिए।
- मिट्टी के नमूने से पौधे के अवशेषों, जड़ों, मलबे आदि को हटा दिया जाना चाहिए।
- एकत्रित मिट्टी के नमूनों (लगभग 200 ग्राम) को ठंडे और अंधेरे स्थानों में लेबल बैग में रखा जाना चाहिए।
- मिट्टी के नमूनों को अंधेरे/छाया वाले स्थान पर सुखाया जाना चाहिए और सीधे सूर्य के प्रकाश के संपर्क में नहीं लाना चाहिए। बाद में, नमूनों को लकड़ी के हथौड़े से मसलना चाहिए, और विश्लेषण के लिए 10–जाल (2 मि.मी.) छलनी से गुजारना चाहिए।
- गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए जैविक कार्बन आंकलन के लिए रासायनिक अभिकर्मक (एआर) ग्रेड के उपयोग किये जाने चाहिए।
- मानकीकरण और प्रक्रिया की पुष्टि करने के लिए 30 प्रतिशत मिट्टी के नमूनों को एक ही प्रयोगशाला में दोहराया जाने की योजना बनाई जानी चाहिए।
- मिट्टी के नमूनों का 10 प्रतिशत अन्य मिट्टी प्रयोगशाला में अपनी मिट्टी की कार्बन के लिए जांच की जानी चाहिए ताकि इसकी सटीकता 2 से 5% परिवर्तनशीलता सुनिश्चित हो सके।

- यह सुनिश्चित करने के लिए कि डेटा सही ढंग से दर्ज किया गया है, डेटा दर्ज करने वाले व्यक्ति (चाहे फील्डवर्क के दौरान या कार्यालय में वापसी के बाद) को दर्ज किए गए सभी डेटा को फिर से जाँचना चाहिए और दूसरी शीट में प्रवेश करने से पहले मूल हार्ड कॉपी की डेटा शीट के साथ तुलना करनी चाहिए।
- कंप्यूटर में डेटा प्रविष्टि के बाद, एक यादृच्छिक जांच आयोजित की जानी चाहिए। शीट्स को री–चेक और दर्ज किए गए डेटा की तुलना में यादृच्छिक रूप से चुना जाना चाहिए। डेटा प्रविष्टि में स्थिरता और सटीकता के लिए सभी डेटा शीट के दस प्रतिशत की जांच की जानी चाहिए।

सन्दर्भ

Batjes, N.H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science, 47:151-163.

FSI (1996). Volume Equations for Forests of India, Nepal and Bhutan. Forest Survey of India, Ministry of Environment and Forest, Dehradun.

FSI (nd). Carbon Stock in India's Forests. Forest Survey of India, Ministry of Environment and Forest Dehradun.

FSI (2017). State of Forest Report 2017. Forest Survey of India, Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Dehradun.

FSI (2019). State of Forest Report 2019. Forest Survey of India, Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Dehradun.

IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land- Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.

IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. [(H.S. Engleston, L. Bundia, K. Miwa, T. Nagra and K. Tanabe, (eds.)] IPCC-IGES, Japan.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.O. Portner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma Okia, C. Pean, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].

IPCC (2019). An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial

ecosystems. Summary for Policy Makers. https://www.ipcc.ch/site/assets/ uploads /2019/08/4.-SPM_Approved_ Microsite_ FINAL.pdf.

MoEF (2004). India's Initial Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.

MoEF (2012). India: Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment Forest and Climate Change, Government of India.

MoEF&CC (2014). National Working Plan Code-2014 (for Sustainable Management of Forests), Published by Forest Research Institute, Dehradun, on behalf of Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.

MoEF&CC (2015). India: First Biennial Update Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India

MoEF&CC (2017). Extreme Changes in Climate. Press Information Bureau, Government of India. Download from: http://pib.nic.in/newsite/ erelcontent. aspx?relid=159973

MoEF&CC (2018). India: Second Biennial Update Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.

Rajput, S.S., Shukla, N.K., Gupta, V.K.and Jain, J.D.(1996). Timber Mechanics: Strength, Classification and Grading of Timber. Indian Council of Forestry Research and Education, Dehradun.

Walkley, A. and Black, I.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science,* 37: 29-37.

Wilde, S.A., Voigt, G.K. and lyer, J.G. (1964). Soil and Plant Analysis for Tree Culture. Oxford Publishing House, Calcutta, India.

शब्दावली

आर्क जीआईएस

आर्क जीआईएस मानचित्र और भौगोलिक सूचना पर काम करने की एक आर्किटेक्चर भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) है। इसका उपयोग मानचित्र बनाने और उपयोग करने, भौगोलिक आकड़ों (डेटा) को संकलित करने, मानचित्रित की जानकारी का विश्लेषण करने, भौगोलिक जानकारी साझा करने और खोजने, अलग अलग क्षेत्रों में मानचित्र और भौगोलिक जानकारी का उपयोग करने तथा एक डेटाबेस में भौगोलिक जानकारी का प्रबंधन करने के लिए किया जाता है।

जैवपुंज (बायोमास) घनत्व

जैवपुंज (बायोमास) घनत्व प्रति इकाई क्षेत्र में वनस्पति जैवपुंज (बायोमास) की मात्रा को दर्शाता है। सामान्यतः बायोमास शब्द का उपयोग करते समय, यह वनस्पति जैवपुंज (बायोमास) घनत्व को व्यक्त करता है, जो कि जीवित या मृत पादप सामग्री का प्रति इकाई क्षेत्र में द्रव्यमान है। माप की इकाई ग्रा/मी^{2} या टन/हैक्टेयर या इसका गुणक है।

जैवपुंज (बायोमास)

बायोमास को जीवित या मृत जैविक पदार्थों के द्रव्यमान के रूप में परिभाषित किया गया है। इसमें किसी दिए गए क्षेत्र या आयतन में रहने वाले जीवों का कुल द्रव्यमान शामिल है। मृत पादप सामग्री को अक्सर मृत जैव पुंज (बायोमास) के रूप में शामिल किया जाता है। बायोमास की मात्रा ओवन शुष्क भार के आधार पर व्यक्त की जाती है।

आभासी घनत्व

आभासी घनत्व मिट्टी और अन्य द्रव्यमान के कण पदार्थ का गुण है। यह कुल मात्रा द्वारा विभाजित मिट्टी के कणों का वजन है।

कार्बन डाईऑक्साइड समतुल्य (CO_2eq)

कार्बन को CO_2 में बदलने के लिए, कार्बन डाईऑक्साइड के आणविक भार के अनुपात को कार्बन के परमाणु भार (44/12) से गुणा किया जाता है।

कार्बन संकोष पूल

वन पारिस्थितिकी तंत्र मे एक प्रणाली जो कार्बन को संचित या मुक्त करने की क्षमता रखती है।

कार्बन पृथक्करण

वातावरण से कार्बन का निष्कासन और सिंक में दीर्घकालिक भंडारण।

कार्बन सिंक

कार्बन सिंक एक कार्बन पूल है जिसमें से अधिक कार्बन बाहर से पारितंत्र के विभिन्न घटकों में अंदर की ओर बहता है। वन, वृक्षो की वृद्धि और परिणामी जैविक कार्बन

निष्कर्षण के माध्यम से सिंक के रूप में कार्य कर सकते हैं। वन प्रबंधन, वनीकरण, पुनर्वनीकरण, सतत् वन प्रबंधन, वनों की वृद्धि एवं संरक्षण आदि गतिविधियां कार्बन सिंक के रूप में कार्य करते हैं।

कार्बन स्रोत

कार्बन स्रोत एक कार्बन पूल है जिसमें अधिक मात्र में कार्बन अंदर की तुलना में बाहर बहता हैं। वनों की कटाई, वनाग्नि और वनो का कम होना जैसी गतिविधियां कार्बन के स्रोतों के रूप में कार्य करती हैं। दहन और श्वसन की प्रक्रियाओं के कारण अक्सर वन कार्बन के स्रोत का कार्य कर सकते हैं।

कार्बन स्टॉक

एक कार्बन पूल में निहित कार्बन का द्रव्यमान।

कार्बन

जीवित या मृत पादप जैवपुंज (बायोमास) भूमिगत और भूतल के ऊपर तथा मृदा में मृदा जैविक कार्बन के रूप में स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र में संग्रहित कार्बन के लिए प्रयोग किया जाने वाला शब्द है, ढ़ेला अंश (Coarse Fragment) : खुरदरे खंड का अर्थ है मिट्टी के भीतर निहित एक चट्टान का टुकड़ा जो कि बराबर गोलाकार व्यास में दो मिलीमीटर से अधिक है या जो दो मिलीमीटर छलनी से पार नहीं होता।

विचरण गुणांक

विचरण का गुणांक (CV) माध्य के चारों ओर डेटा श्रृंखला में डेटा बिंदुओं के फैलाव का एक सांख्यिकीय माप है। भिन्नता का गुणांक माध्य के मानक विचलन के अनुपात को प्रस्तुत करता है और यह एक डेटा श्रृंखला से दूसरे में भिन्नता की डिग्री की तुलना के लिए एक उपयोगी परिगणन है, भले ही माध्य एक दूसरे से बहुत भिन्न हों।

संयुक्त नमूना

एक संयुक्त नमूना कई नमूनों को अच्छी तरह से मिलाकर बनाया जाता है।

विश्वाश्यता स्तर

विश्वाश्यता स्तर संभावना को इंगित करता है, जिसके साथ नमूना सर्वेक्षण में स्टेटमेंट पैरामीटर (जैसे अंकगणितीय माध्य) के स्थान का अनुमान भी जनसंख्या के लिए सही है।

नमूना (सैम्पल) आकार

नमूना आकार व्यक्तिगत नमूनों/पर्यवेक्षणों या नमूना भूखंडों की संख्या की गिनती है।

नमूनाकरण (सैम्पलिंग)

नमूनाकरण एक ऐसी प्रक्रिया है जिसका उपयोग सांख्यिकीय विश्लेषण में किया जाता है जिसमें एक बड़ी संख्या से पूर्वनिर्धारित संख्या में पर्यवेक्षण ली जाती हैं।

मानक विचलन

मानक विचलन एक आँकड़ा है जो किसी माध्यिका के सापेक्ष एक विक्षेप को मापता है और इसकी गणना विचरण के वर्गमूल के रूप में की जाती है।

मानक त्रुटि

किसी अनुमान की सांख्यिकीय सटीकता का मापन, ऐसे अनुमानों की एक बड़ी जनसंख्या के सैद्धांतिक वितरण के मानक विचलन के बराबर होता है।

विचरण

किसी माध्य से एक यादृच्छिक चर के वर्ग विचलन की अपेक्षा विचरण है।

काष्ठ घनत्व

काष्ठ घनत्व एक निश्चित आर्द्रतामात्रा में काष्ठ के आयतन से काष्ठ के द्रव्यमान का अनुपात है।

अनुलग्नक I आयतन समीकरण
VOLUME EQUATIONS

उच्च भूमि (Central Highlands)

प्रत्येक भू–आकृतिक क्षेत्र में प्रमुख वृक्षों में काष्ठ का आयतन संगणन करने के लिए आयतन समीकरणों को प्रयोग किया जाता है जोकि निम्न तालिका में वर्णित है। आयतन (घन मीटर) तथा डी.वी.एच. मीटर में व्यक्त किये गए हैं।

Western Himalayas		
S.No.	**Species Name**	**Volume Equation**
1	एबीज डेनसा *(Abies densa)*	$\sqrt{V} = -0.084305 + 3.060072\ D$
2	एबीज पिन्ड्रो *(Abies pindrow)*	$V = 0.293884 - 3.441808\ D + 15.922114\ D^2$
3	पाईसिया स्मिथियाना *(Picea smithiana)*	$\sqrt{V} = 0.20050 + 4.58840\ D - 1.42603\ \sqrt{D}$
4	अकेसिया कटेचू *(Acacia catechu)*	$V = 0.02384 - 0.72161\ D + 7.46888\ D^2$
5	ऐसर *(Acer* sp.*)*	$\sqrt{V} = -0.10851 + 3.04250\ D$
6	ल्योनिया ओवलिफोलिया *(Lyonia ovalifolia)*	$V = 0.03468 - 0.56878\ D + 4.72282\ D^2$
7	मैलोटस फिलिपैन्सीस *(Mallotus philippinensis)*	$V = 0.14749 - 2.87503\ D + 19.61977\ D^2 - 19.11630\ D^3$
8	पाइनस वॉलिचियना *(Pinus wallichiana)*	$V/D^2 = 0.213315/D^2 + 12.631292 - 2.519227/D$
9	पाइनस रोक्सबरघाई *(Pinus roxburghii)*	$\sqrt{V} = 0.05131 + 3.9859\ D - 1.0245\ \sqrt{D}$
10	क्वेरकस फ्लोरिबुन्दा *(Quercus floribunda)*	$V/D^2 = 0.0988/D^2 - 1.5547/D + 10.1631$
11	क्वेरकस इनकाना *(Quercus incana)*	$\sqrt{V} = 0.240157 + 3.820069\ D - 1.394520\ \sqrt{D}$
12	क्वेरकस सेमिकारपिफोलिया *(Quercus semecarpifolia)*	$V/D2 = 0.0988/D^2 - 1.5547/D + 10.1631$
13	रोहडोडेन्ड्रोन आरबोरियम *(Rhododendron arboreum)*	$V = 0.06007 - 0.21874\ \sqrt{D} + 3.63428\ D^2$
14	शोरिया रोबस्टा *(Shorea robusta)*	$V/D^2 = 0.1919/D^2 - 2.7070/D + 11.7563$
15	टैक्सस बकाटा *(Taxus baccata)*	$V = 0.04430 - 0.84266\ D + 6.36239\ D^2 + 2.27556\ D^3$
16	टैक्टोना गरानडीस *(Tectona grandis)*	$V/D = 0.00341/D - 0.65623 + 7.881\ D$
Eastern Himalayas		
S.No.	**Species Name**	**Volume Equation**
1	एलनस नेपालेंसिस *(Alnus nepalensis)*	$V/D^2 = 0.06674/D^2 - 0.02039/D + 0.001559$ (dia D is in cm)
2	कैस्टानोपसिस इंडिका *(Castanopsis indica)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
3	कैस्टानोपसिस *(Castanopsis* sp.*)*	$V = 0.05331 - 0.87098\ D + 6.52533\ D^2 + 1.74231\ D^3$
4	सिनेमोमम *(Cinnamomum* sp.*)*	$V = 0.10970 - 0.88666\ D + 6.09700\ D^2 - 1.62672\ D^3$
5	फाइकस *(Ficus* sp.*)*	$\sqrt{V} = 0.03629 + 3.95389\ D - 0.84421\ \sqrt{D}$
6	मैक्रैंगा *(Macaranga* sp.*)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
7	मैकाइलस *(Machilus* sp.*)*	$V/D^2 = 4.84009 - 0.02402/D^2$
8	माइकेलिया *(Michelia* sp.*)*	$V = 0.23057 - 3.51494\ D + 17.62619\ D^2$
9	क्वेरकस *(Quercus* sp.*)*	$V/D^2 = 5.09470 + 0.00563/D^2$

10	सिमपलोकस लूसिडा *(Symplocos lucida)*	$V = -0.03754 + 0.000587\ D^2$ (dia D is in cm)
11	टर्मिनेलिया माइरियोकॉरपा *(Terminalia myriocarpa)*	$V = -0.096981 + 0.001065\ D^2$ (dia D is in cm)

North-Eastern Ranges

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अलबिजिया *(Albizzia* sp)	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
2	बोहीनिया *(Bauhinia* sp)	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
3	केलिकॉरपा अरबोरिया *(Callicarpa arborea)*	$\sqrt{V} = -0.04506 + 2.33446\ D$
4	कैस्टेनोपसिस हिस्ट्रीक्स / ट्रीब्यूलोयिड्स *(Castanopsis hystrix* Syn. *C. tribuloides)*	$\sqrt{V} = 0.34640 + 3.99269\ D - 1.64666\ \sqrt{D}$
5	कैस्टेनोपसिस *(Castanopsis* sp.)	$V = 0.05331 - 0.87098\ D + 6.52533\ D^2 + 1.74231\ D^3$
6	डाइसोजाइलम गोटाधोरा / बाइनैक्टेरिफैरियम *(Dysoxylum gotadhora* Syn. *D. binectariferum)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
7	यूजीनिया *(Eugenia* sp.*)*	$V = -0.02792 + 0.92933\ D - 5.56465\ D^2 + 25.77488\ D^3$
8	फाइकस *(Ficus* sp.)	$\sqrt{V} = 0.03629 + 3.95389\ D - 0.84421\ \sqrt{D}$
9	मलाइना आरबोरिया *(Gmelina arborea)*	$V = 0.01156 + 0.21230\ D + 5.10448\ D^2$
10	मैक्रैंगा *(Macaranga* sp.)	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
11	चिमा वॉलिचि *(Schima wallichii)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
12	स्टीरियोस्परमम टैटरागोनम / परसोनेटम *(Stereospermum tetragonum* Syn. *S. personatum)*	$\sqrt{V} = 0.49746 + 5.98454\ D - 2.84986\ \sqrt{D}$
13	साइजिजियम क्यूमिनी *(Syzygium cumini)*	$\sqrt{V} = -0.05923 + 2.33654\ D$
14	टैक्टोना गरानडिस *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$V = 0.15958 - 1.57976\ D + 8.25014\ D^2 - 0.48518\ D^3$

Northern Plain

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिया कटेचू *(Acacia catechu)*	$V/D^2 = 0.16609/D^2 - 2.78851/D + 17.22127 - 11.60248\ D$
2	एगल मॉरमिलोस *(Aegle marmelos)*	$V/D^2 = 0.16609/D^2 - 2.78851/D + 17.22127 - 11.60248\ D$
3	बॉम्बैक्स सिबा *(Bombax ceiba)*	$V/D^2 = 0.18573/D^2 - 2.85418/D + 15.03576$
4	ब्यूटिया मोनोसपरमा *(Butea monosperma)*	$\sqrt{V} = -0.24276 + 2.95525\ D$
5	दलबर्जिया सिसू *(Dalbergia sissoo)*	$V/D^2 = 0.00331/D^2 + 0.000636$ (dia D is in cm)
6	डॉयोस्पाइरस मैलेनोजाइलोन *(Diospyros melanoxylon)*	$V = 0.024814 - 0.578532\ D + 6.11017\ D^2$
7	डॉयोस्पाइरस *(Diospyros* sp.)	$V/D = 0.06206/D - 1.43609 + 9.778164\ D$
8	एहरिटिया लेविस *(Ehretia laevis)*	$V/D^2 = 0.16609/D^2 - 2.78851/D + 17.22127 - 11.60248\ D$
9	यूकेलिपटस *(Eucalyptus* sp.)	$V = 0.02894 - 0.89284\ D + 8.72416D^2$
10	होलेरहिना प्यूबसैंस / एन्टीडिसेन्ट्रीका *(Holarrhena pubescens* Syn. *H. antidysenterica)*	$V = 0.17994 - 2.78776\ D + 14.44961\ D^2$
11	लेजरस्ट्रॉमिया परविफलोरा *(Lagerstroemia parviflora)*	$V = 0.10529 - 1.68829\ D + 10.29573\ D^2$
12	मैलोटस फिलिपैन्सीस *(Mallotus philippinensis)*	$V = 0.14749 - 2.87503\ D + 19.61977\ D^2 - 19.11630\ D^3$
13	शोरिया रॉबस्टा *(Shorea robusta)*	$\sqrt{V} = 0.16306 + 4.8991\ D - 1.57402\ "D$
14	साइजिजियम क्यूमिनि *(Syzygium cumini)*	$V = 0.08481 - 1.81774\ D + 12.63047\ D^2 - 6.69555\ D^3$
15	टैक्टोना गरानडिस *(Tectona grandis)*	$V = 0.08847 - 1.46936\ D + 11.98979\ D^2 + 1.970560\ D^3$
16	टर्मिनेलिया टोमेनटोसा *(Terminalia tomentosa)*	$V/D^2 = 0.18149/D^2 - 2.85865/D + 18.60799$
17	मैलोटस पोलिकॉरपा / ट्रीविया नूडिफ्लोरा *(Mallotus polycorpus* Syn. *Trewia nudiflora)*	$W = -0.45312 - 0.41426\ D + 2.10913\ \sqrt{D}$
18	जिजिफस मोरिशियाना *(Zizyphus mauritiana)*	$V = 0.027354 + 4.663714\ D^2$

Eastern Plain

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अमौरा *(Amoora* sp.)	$\sqrt{V} = 0.00905 + 3.7648\ D - 0.64993\ \sqrt{D}$
2	एगलिया स्पैक्टाबिलिस *(Aglaia spectabilis* Syn *Amoora wallichii)*	$\sqrt{V} = 0.00905 + 3.7648\ D - 0.64993\ \sqrt{D}$
3	कैरिया आरबोरिया *(Careya arborea)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$

4	कैस्टेनोपसिस *(Castanopsis* sp.)	$V = 0.05331 - 0.87098\ D + 6.52533\ D^2 + 1.74231\ D^3$
5	डिलेनिया पैन्टागाएना *(Dillenia pentagyna)*	$\sqrt{V} = 0.31202 + 4.75915\ D - 1.83940\ \sqrt{D}$
6	लेजरस्ट्रोमिया परविफ्लोरा *(Lagerstroemia parviflora)*	$V = 0.11740 - 1.58941\ D + 9.76464\ D^2$
7	लेजरस्ट्रोमिया स्पिसियोसा *(Lagerstroemia speciosa)*	$V = 0.11740 - 1.58941\ D + 9.76464\ D^2$
8	चिमा वॉलेची *(Schima wallichii)*	$V = 0.27609 - 3.68443\ D + 15.86687\ D^2$
9	शोरिया रॉबस्टा *(Shorea robusta)*	$V/D2 = 0.00389/D^2 - 0.27516/D + 6.90733$
10	टैक्टोना गराण्डिस *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
11	टर्मिनेलिया बलेरिका *(Terminalia bellirica)*	$V = 0.26454 - 3.05249\ D + 12.35740\ D^2$
12	टर्मिनेलिया टोमेन्टोसा *(Terminalia tomentosa)*	$V/D^2 = 0.022389/D^2 - 0.84158/D + 9.4721$
13	मैलोटस पोलिकॉरपा / नूडिफ्लोरा *(Mallotus polycarpa* Syn.*Trewia nudiflora)*	V = 0.0549-0.0131 D +0.001 D2 (dia D in cm)
14	राइटिया आरबोरिया / टोमेन्टोसा *(Wrightia arborea* Syn. *W. tomentosa)*	$\sqrt{V} = 0.23229 + 4.41646\ D - 1.55989\ \sqrt{D}$

Western Plain

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिआ कटेचू (खैर) *(Acacia catechu)*	$V = -0.02471 + 0.16897\ D + 1.12083\ D^2 + 2.9328\ D^3$
2	अकेसिया फैरूजिनिया *(Acacia ferruginea)*	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911\ D - 0.54703\ \sqrt{D}$
3	अकेसिया लेन्टीक्यूलेरिस *(Acacia lenticularis)*	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911\ D - 0.54703\ \sqrt{D}$
4	अकेसिया *(Acacia* sp.)	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911\ D - 0.54703\ \sqrt{D}$
5	एनोजिसस पैनडयूला *(Anogeissus pendula)*	$V/D^2 = 0.00085/D^2 - 0.35165/D + 4.77386 - 0.90585\ D$
6	बोहीनिया *(Bauhinia* sp.)	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
7	बोसविलया सिराटा *(Boswellia serrata)*	$\sqrt{V} = -0.11629 + 2.4254\ D$
8	ब्यूटिया मोनोसपरमा *(Butea monosperma)*	$\sqrt{V} = -0.24276 + 2.95525\ D$
9	डॉयोस्पाइरस मैलानोजाइलोन *(Diospyros melanoxylon)*	$V = 0.15581 - 2.2075\ D + 9.17559\ D^2$
10	लेनिया कोरोमेन्डेलिका *(Lannea coromandelica)*	$V = -0.00146 - 0.39953\ D + 5.33895\ D^2$
11	मनिलकारा जपोटा / एक्रस *(Manilkara zapota* Syn. *M. achras)*	$V = 0.0245 - 0.00497\ D + 0.000719\ D^2$ (dia D is in cm)
12	राइटिया टिंक्टोरिया *(Wrightia tinctoria)*	$V = 0.028917 + 7.777047\ D^3$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$V = 0.081467 - 1.063661\ D + 6.452918\ D^2$

Central Highlands

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिआ कटेचू (खैर) *(Acacia catechu)*	$V = -0.02471 + 0.16897\ D + 1.12083\ D^2 + 2.9328\ D^3$
2	अकेसिआ लेंटिकुलेरिस / लुसीनिआ ल्यूकोसिफला (रीओंझा) *(Acacia lenticularis/ Leucaena leucocephala)*	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911\ D - 0.54703\ \sqrt{D}$
3	एगल मार्मेलोस (बील, बेल) *(Aegle marmelos)*	$V/D^2 = 0.16609/D^2 - 2.78851/D + 17.22127 - 11.60248\ D$
4	अनोगीसुस लेटिफोलिया (धावड़ा) *(Anogeissus latifoiia)*	$\sqrt{V} = -0.20236 + 3.13059\ D$
5	अनोगीसुस पेंडुला (ढोक) *(Anogeissus pendula)*	$V/D^2 = 0.00085/D^2 - 0.35165/D + 4.77386 - 0.90585\ D$
6	बोस्वेलिआ सेर्राटा (सलाई) *(Boswellia serrata)*	$\sqrt{V} = -0.1503 + 2.79425\ D$
7	बुचनानिआ कोचिनचिनेननसिस / लांजान (चार) *(Buchanania cochinchinensis* Syn. *B. lanzan)*	$V = 0.031 - 0.64087\ D + 6.04066\ D^2$
8	बुटिआ मोनोस्पर्मा फ्रोंडोसा (पलाश) *(Butea monosperma)*	$\sqrt{V} = -0.24276 + 2.95525\ D$
9	क्लोरोजाइलोन स्वीटेनिआ (भिर्रा) *(Chloroxylon swietenia)*	$V = -0.003156 + 2.043969\ D^2$
10	डायरोस्पिरोस मिलानॉजाइलोन (तेन्दु) *(Diospyros melanoxylon)*	$V = 0.15581 - 2.2075\ D + 9.17559\ D^2$
11	लेजर्सट्रोमिआ पार्विफ्लोरा (लेंड़िआ) *(Lagerstroemia parviflora)*	$V = 0.10529 - 1.68829\ D + 10.29573\ D^2$
12	लेनेआ कोरोमन्डालिका (गूंजा) *(Lannea coromandelica)*	$V/D^2 = 0.14004/D^2 - 2.35990/D + 11.90726$
13	मधुका लोंगिफोलिया (महुआ) *(Madhuca longifolia)*	$V = 0.063632 + 5.355486\ D^3$
14	मिलुय्सा टोमेण्टोसम (कारी) *(Miliusa tomentosa)*	$\sqrt{V} = 0.66382 + 7.03093\ D - 3.68133\ \sqrt{D}$
15	मित्रागाइना पर्विफ्लोरा (मुंडी) *(Mitragyna parviflora)*	$V/D^2 = 0.099768/D^2 - 1.744274/D + 10.086934$
16	टेक्टोना ग्राण्डिस (सागौन) *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.405890 + 1.98158\ D + 0.987373\ \sqrt{D}$
17	टर्मिनेलिया क्रेनुलाटा / टोमेण्टोसा (उल्टा साज) *(Terminalia crenulata / T. tomentosa)*	$\sqrt{V} = -0.203947 + 3.159215\ D$
18	राइटिया टिड्क्टोरिया (दूधी) *(Wrightia tinctoria)*	$\sqrt{V} = 0.050294 + 3.115497\ D - 0.687813\ \sqrt{D}$
19	जिजैफस जाईलोपाइरस (घोण्ट) *(Ziziphus xylopyrus)*	$V = 0.027354 + 4.663714\ D^2$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$\sqrt{V} = -0.153973 + 2.724109\ D$

North Deccan

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिआ कटेचू (खैर) *(Acacia catechu)*	$V = 0.04235 - 0.74240\ D + 7.26875\ D^2$
2	एगल मार्मेलोस बील, (बेल) *(Aegle marmelos)*	$V = 0.119 - 1.768\ D + 9.258\ D^2$
3	एनोजीसस लेटिफोलिया (धावड़ा) *(Anogeissus latifolia)*	$V = -0.061856 + 7.952136\ D^2$
4	बाउहिनिआ रेटुसा/वेरिगाटा (कचनार) *(Bauhinia dicvaricata* Syn. *B. retusa/ B. variegata)*	$V = -0.0236 + 0.3078\ D + 1.2361\ D^2$
5	बुचनानिआ लेटीफोलीआ/लांजान (चार) *(Buchanania cochincinensis* Syn. *B. latifolia/ B. lanzan)*	$V = -0.00767 + 0.2654\ D + 1.0383\ D^2 + 7.527\ D^3$
6	बुटिआ मोनोस्पर्मा/फ्रोंडोसा (पलाश) *(Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa)*	$V = -0.032 - 0.0619\ D + 7.208\ D^2$
7	क्लोरोजाइलोन स्वीटेनिआ (भिर्रा) *(Chloroxylon swietenia)*	$V = 0.0242 - 0.6689\ D + 5.2777\ D^2$
8	क्लाइस्टेन्थस कोल्लिनस (गरिं) *(Cleistanthus collinus)*	$\sqrt{V} = -0.07324 + 2.187427\ D$
9	डायरोस्पिरोस मिलानॉजाइलोन (तेन्दु) *(Diospyros melanoxylon)*	$V/D = 0.033867/D - 0.975148\ D + 8.255412\ D$
10	गार्डेनिया रेजिनिफेरा/टर्जिडा/लुसिडा/लेटिफोलिया (पाण्डा) *Gardenia resinifera* Syn. *G. turgida* Syn. *G .lucida/G. latifolia*	$V = 0.078 - 1.188\ D + 6.751\ D^2$
11	लेजेर्स्ट्रोमिआ पार्विफ्लोरा (लेंड़िआ) *(Lagerstroemia parviflora)*	$V/D^2 = 0.06466/D^2 - 1.371984/D + 9.629971$
12	लेनेआ कोरोमन्डालिका (गूंजा) *(Lannea coromandelica)*	$V = 0.093318 - 1.531417\ D + 9.011590\ D^2$
13	मधुका लेटिफोलिआ (महुआ) *(Madhuca latifolia)*	$V = 0.074069 - 1.230020\ D + 7.726902\ D^2$
14	मेमेसाइलोन एडुले (अल्लि) *(Memecylon edule)*	$V = 0.103 - 1.709\ D + 9.692\ D^2$
15	मिल्युसा टोमेण्टोसम/सैक्कोपेटालम टोमेन्टोसम (कारी) *(Miliusa tomentosa* Syn. *Saccopetalum tomentosum)*	$\sqrt{V} = 0.66382 + 7.03093\ D - 3.68133\ \sqrt{D}$
16	साइजिजियम क्युमिनि (जामुन) *(Syzygium cumini)*	$V = 0.2736 - 3.377\ D + 12.959\ D^2$
17	टेक्टोना ग्राण्डिस (सागौन) *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.106720 + 2.562418\ D$
18	टर्मिनेलिया क्रेनुलाटा/टोमेण्टोसा (उल्टा साज) *(Terminalia crenulata/T. tomentosa)*	$V/D^2 = 0.048532/D^2 - 1.05615/D + 8.204564$
19	राइटिया टिड्क्टोरिया (दूधी) *(Wrightia tinctoria)*	$V = -0.009510 + 4.149345\ D^2$
20	जिजीफस जाईलोपाइरस (घोण्ट) *(Ziziphus xylopyrus)*	$V = -0.0257 + 0.2313\ D + 1.4794\ D^2$

East Deccan

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeissus latifolia)*	$V/D^2 = -0.02958/D^2 + 8.05003$
2	बोसविलिया सिराटा *(Boswellia serrata)*	$V = 0.36432 - 1.32768\ \sqrt{D} + 9.48471\ D^2$
3	ब्रिडिलिया रेटूसा/स्क्योमोसा *(Bridelia retusa* Syn. *B. Squamosa)*	$\sqrt{V} = 0.1162 + 4.12711\ D - 1.085085\ \sqrt{D}$
4	बूचनेनिया कोचिंसिनेंसिस/ लेटिफोलिया/लंजान *Buchanania cochincinensis* Syn. *B. latifolia/ B. lanzan*	$V = 0.031 - 0.64087\ D + 6.04066\ D^2$
5	ब्यूटिया मोनोसपर्मा/फरोनडोसा *(Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa)*	$W = -0.24276 + 2.95525\ D$
6	क्लोरोजाएलोन सुईटेनिया *(Chloroxylon swietenia)*	$V = -0.003156 + 2.043969\ D^2$
7	क्लाइसटेंथस कॉलिनस *(Cleistanthus collinus)*	$V = 0.030925 - 0.567037\ D + 5.709471\ D^2$
8	डलबरजिया लैंसीलोरिया/पैनीक्यूलेटा *(Dalbergia lanceolaria* Syn. *D. paniculata)*	$\sqrt{V} = 0.76896 + 7.31777\ D - 4.01953\ \sqrt{D}$
9	डायोस्पाइरस मैलानोजाएलोन *(Diospyros melanoxylon)*	$V = 0.12401 - 2.00966\ D + 10.87747\ D^2$
10	डायोस्पाइरस *(Diospyros species)*	$V = 0.12401 - 2.00966\ D + 10.87747\ D^2$
11	एम्बलिका ऑफिसिनेलिस /फिलैन्थस एम्बलिका *(Emblica officinalis* Syn. *Phyllanthus emblica)*	$V = -0.022635 + 4.889163\ D^2$
12	लेजरस्ट्रॉमिया परविफ्लोरा *(Lagerstroemia parviflora)*	$V = 0.06913 - 1.37605\ D + 11.89119\ D^2$
13	लेनिया कोरोमेनडलिका/गरेडिस *(Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis)*	$V = 0.057424 - 1.153088\ D + 8.542648\ D^2$
14	मधुका लोनजिफोलिया *(Madhuca longifolia)*	$V = -0.00092 - 0.55547\ D + 7.34460\ D^2$
15	टेरोकार्पस मारसूपियम *(Pterocarpus marsupium)*	$V/D^2 = -0.04659/D^2 + 8.06901$
16	शोरिया रोबस्टा *(Shorea robusta)*	$V = 0.05823 - 1.22994\ D + 10.51982\ D^2$
17	टैक्टोना गरांडिस *(Tectona grandis)*	$V/D^2 = 0.045181/D^2 - 0.91863/D + 8.18261 + 1.95661\ D$
18	टर्मिनेलिया क्रियनूलाटा *(Terminalia crenulata /T. tomentosa)*	$V = 0.05061 - 1.11994\ D + 8.77839\ D^2$
19	जिजिफस जाएलोपाएरस *(Ziziphus xylopyrus)*	$V = 0.027354 + 4.663714\ D^2$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$V/D = 0.088074/D - 1.449236 + 8.760534\ D$

South Deccan

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिया ओरिक्यूलिफोरमिस *(Acacia auriculiformis)*	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911 D - 0.54703$ ”D
2	अलबिजिया अमारा *(Albizia amara)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732 D - 0.26953$ ”D
3	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeissus latifolia)*	$V = 0.289 - 2.653 D + 11.771 D^2$
4	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *(Chloroxylon swietenia)*	$V = -0.0532 D + 3.2378 D^2$
5	डलबरजिया लेनसियोलेरिया / पेनिक्यूलाटा *(Dalbergia lanceolaria* Syn. *D. paniculata)*	$V = 0.18945 - 2.46215 D + 10.54462 D^2$
6	यूकेलिपटस *(Eucalyptus species)*	$V = 0.02894 - 0.89284 D + 8.72416 D^2$
7	हार्डविकिया बिनाटा *(Hardwickia binata)*	$V = 0.063632 + 5.355486 D^3$
8	लेजरस्ट्रॉमिया परविफ्लोरा *(Lagerstroemia parviflora)*	$V = 0.066188 - 1.334512 D + 9.403257 D^2$
9	लेनिया कोरोमेनडेलिका / ग्रांडिस *(Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis)*	$V = 0.091153 - 1.66153 D + 10.24624 D^2$
10	टैक्टोना ग्रांडिस *(Tectona grandis)*	$V = -0.2414 + 2.8458 D - 5.5816 D^2 + 14.816 D^3$
11	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा / टोमेनटोसा *(Terminalia crenulata / T. tomentosa)*	$V = 0.051812 - 1.076790 D + 7.991280 D^2$
12	टर्मिनेलिया पेनीक्यूलाटा *(Terminalia paniculata)*	$V = 0.13100 - 1.87132 D + 9.47861 D^2$
13	राइटिया टिनक्टोरिया *(Wrightia tinctoria)*	$\sqrt{V} = 0.050294 + 3.115497 D - 0.687813 \sqrt{D}$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$V = 0.088183 - 1.490948 D + 8.984266 D^2$

Western Ghats

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिया मिअरनसी *(Acacia mearnsii)*	$\sqrt{V} = -0.143393 + 3.040067 D$
2	अकेसिया मेलानोजाएलोन *(Acacia melanoxylon)*	$\sqrt{V} = -0.00142 + 2.61911 D - 0.54703 \sqrt{D}$
3	एक्रोकॉरपस फरेक्सीनीफोलियस *(Acrocarpus fraxinifolius)*	$V/D^2 = -0.0941/D^2 + 0.00097$ (dia D is in cm)
4	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeissus latifolia)*	$V = 0.030502 - 1.105937 D + 12.261268 D^2$
5	एपोरोसा कॉरडियोस्परमम / लिंडलियना *(Aporosa cardiosperma* Syn. *A. lindleyana)*	$V = 0.1009 - 1.4613 D + 8.0557 D^2$
6	आरटोकॉरपस हैटेरोफाएलस / इंटीगरीफोलिया *(Artocarpus heterophyllus* Syn. *Artocarpus integrifolia)*	$V = 0.076 - 1.319 D + 11.370 D^2$
7	डयूरियो साएलेनिकस / क्यूलिनिया एक्सेल्सा *(Durio ceylanicus* Syn. *Cullenia excelsa)*	$V = 16.792 D^{2.7168}$
8	होलेरहिना पबसेन्स / एन्टीडिसेन्ट्रीका *(Holarrhena pubescens* Syn. *H. antidysenterica)*	$V = 0.17994 - 2.78776 D + 14.44961 D^2$
9	लेजरस्ट्रोमिया लेनसियोलाटा / माइक्रोकॉरपा *(Lagerstroemia lanceolata/ L. microcarpa)*	$V = 0.23839 - 2.48071 D + 10.14106 D^2$
10	मैक्रैंगा पेलटाटा *(Macaranga peltata)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732 D - 0.26953 \sqrt{D}$
11	मिरिस्टीका मालाबारिका *(Myristica malabarica)*	$V/D^2 = 0.00085/D^2 - 0.35165/D + 4.77386 - 0.90585 D$
12	ऑलिया डियोका *(Olea dioica)*	$V = -0.03001 + 5.75523 D^2$
13	पेलाकूएम इलिप्टिकम *(Palaquium ellipticum)*	$V = -0.0929 + 0.0122 D + 0.0001 D^2 + 0.00002 D^3$ (dia D is in cm)
14	पइनस पएटूला *(Pinus patula)*	$\sqrt{V} = -0.200251 + 2.927166 D$
15	श्लिचेरा ट्रीजुगा / ओलिओसा *(Schleichera trijuga /S. oleosa)*	$V/D^2 = 0.016042/D^2 - 0.49647/D + 6.2214$
16	साइजिजियम क्यूमिनी / जैम्बोलेनम / इयूजिनिया जैम्बोलाना *(Syzygium cumini* Syn. *S. jambolanum* Syn. *Eugenia jambolana)*	$\sqrt{V} = 0.30706 + 5.12731 D - 2.09870 \sqrt{D}$
17	टैक्टोना ग्रांडिस *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.405890 + 1.98158 D + 0.987373 \sqrt{D}$
18	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा / टोमेनटोसा *(Terminalia crenulata/ T. tomentosa)*	$\sqrt{V} = -0.203947 + 3.159215 D$
19	टर्मिनेलिया पेनीक्यूलाटा *(Terminalia paniculata)*	$V = 0.13100 - 1.87132 D + 9.47861 D^2$
20	जाएलिया जाएलोकॉरपा *(Xylia xylocarpa)*	$\sqrt{V} = 0.01631 + 2.20921 D$

Eastern Ghats

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अलबिजिया अमारा *(Albizia amara)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732 D - 0.26953 \sqrt{D}$
2	अलबिजिया *(Albizzia* sp.)	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732 D - 0.26953 \sqrt{D}$
3	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeisus latifolia)*	$V = 0.13928 - 2.87067 D + 20.22404 D^2 - 13.80572 D^3$
4	ब्रिडेलिया रेटूसा *(Bridelia retusa)*	$V/D = 0.035142/D - 0.839708 + 8.157614 D$
5	बूचनेनिया कोचिनचिनेनसिस / लेटिफोलिया / लंजान *(Buchanania cochinchinensis* Syn. *B. latifolia* Syn. *B. lanzan)*	$\log_e V = 2.2491 + 2.5206 \log_e D$

6	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *(Chloroxylon swietenia)*	$V = -0.003156 + 2.043969\ D^2$
7	क्लेसटैंथस कोलिनस *(Cleistanthus collinus)*	$\sqrt{V} = 0.12956 + 3.7819\ D - 1.04671\ \sqrt{D}$
8	डायोस्पायरस मेलेनोजाएलोन *(Diospyros melanoxylon)*	$\sqrt{V} = 0.06728 + 4.06351\ D - 0.99816\ \sqrt{D}$
9	ग्रीविया टीलिफोलिया *(Grewia tilifolia)*	$\log_e V = 2.2491 + 2.5206\ \log_e D$
10	लेनिया कोरोमेंडलिका *(Lannea coromandelica)*	$V = 0.057424 - 1.153088\ D + 8.542648\ D^2$
11	पैटरोकॉरपस मारसूपियम *(Pterocarpus marsupium)*	$\sqrt{V} = -0.16276 + 2.82002\ D + 0.04034\ \sqrt{D}$
12	सेमिकॉरपस एनाकॉरडियम *(Semecarpus anacardium)*	$\sqrt{V} = 0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
13	शोरिया रोबस्टा *(Shorea robusta)*	$\sqrt{V} = 0.19994 + 4.57179\ D - 1.56823\ \sqrt{D}$
14	साइजेजियम क्यूमिनी *(Syzygium cumini)*	$\sqrt{V} = 0.30706 + 5.12731\ D - 2.09870\ \sqrt{D}$
15	टैक्टोना ग्रांडिस *(Tectona grandis)*	$V/D^2 = 0.12591/D^2 - 2.45212/D + 16.52336 - 7.57135\ D$
16	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा/टोमेनटोसा *(Terminaiia crenulata/T. tomentosa)*	$V = 0.05061 - 1.11994\ D + 8.77839\ D^2$
17	जाएलिया जाएलोकॉरपा *(Xylia xylocarpa)*	$V = 0.098 - 1.52\ D + 8.963\ D^2$

West Coast

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अकेसिया कटेचू *(Acacia catechu)*	$V = -0.048108 + 5.873169\ D^2$
2	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeissus latifolia)*	$\sqrt{V} = -0.357373 + 2.430449\ D + 0.794626\ \sqrt{V}$
3	बोम्बक्स सिबा *(Bombax ceiba)*	$V/D^2 = 0.136196/D^2 - 2.07674/D + 10.1566$
4	बोसविलिया सिराटा *(Boswellia serrata)*	$\sqrt{V} = -0.188655 + 3.021335\ D$
5	बिरिडिल्या रेटूसा *(Bridelia retusa)*	$V/D = 0.035142/D - 0.839708 + 8.157614\ D$
6	ब्यूटिया मोनोस्परमा/फरोन्डोसा *(Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa)*	$V/D^2 = 0.136196/D^2 - 2.07674/D + 10.1566$
7	केरिया आरबोरिया *(Careya arborea)*	$\sqrt{V} = -0.23738 + 2.33289\ D + 0.48512\ \sqrt{D}$
8	दलबर्जिया लेटिफोलिया *(Dalbergia latifolia)*	$\sqrt{V} = -0.144504 + 2.943115\ D$
9	गरूगा पिनाटा *(Garuga pinnata)*	$V/D = 0.077965/D - 1.481043 + 9.797028\ D$
10	गिरिविया टिलीफोलिया *(Grewia tilifolia)*	$V = 0.018620 + 13.916741\ D^3$
11	लेजरस्ट्रोमिया लेनसियोलाटा/माइक्रोकारपा *(Lagerstroemia lanceolata* Syn. *L. microcarpa)*	$V = 0.177 - 1.817\ D + 9.285\ D^2$
12	लेनिया कोरोमेन्डिलिका/गरेंडिस *(Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis)*	$\sqrt{V} = 0.404153 + 5.555051\ D - 2.545525\ \sqrt{D}$
13	मैक्रैंगा पेलटाटा *(Macaranga peltata)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
14	श्लिचेरा त्रिजुगा/ओलिओसा *(Schleichera trijuga/ S.oleosa)*	$V/D^2 = 0.016042/D2 - 0.49647/D + 6.2214$
15	टैक्टोना ग्रांडिस *(Tectona grandis)*	$\sqrt{V} = -0.405890 + 1.98158\ D + 0.987373\ \sqrt{D}$
16	टर्मिनेलिया बेलेरिका *(Terminalia bellirica)*	$V = 10.988\ D^{2.6676}$
17	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा/टोमेनटोसा *(Terminalia crenulata / T. tomentosa)*	$\sqrt{V} = -0.203947 + 3.159215\ D$
18	टर्मिनेलिया पेनिक्यूलेटा *(Terminalia paniculata)*	$V = 0.13100 - 1.87132\ D + 9.47861\ D^2$
19	राइटिया टिंक्टोरिया *(Wrightia tinctoria)*	$\sqrt{V} = 0.050294 + 3.115497\ D - 0.687813\ \sqrt{D}$
20	जाइलिया जाइलोकारपा *(Xylia xylocarpa)*	$\sqrt{V} = 0.01631 + 2.20921\ D$

East Coast

S.No.	Species Name	Volume Equation
1	अलबिजिया अमारा *(Albizia amara)*	$\sqrt{V} = -0.07109 + 2.99732\ D - 0.26953\ \sqrt{D}$
2	एनोजिसस लेटिफोलिया *(Anogeissus latifolia)*	$V = 0.289 - 2.653\ D + 11.771\ D^2$
3	बोसविल्या सिराटा *(Boswellia serrata)*	$V = 0.36432 - 1.32768\ "D + 9.48471\ D^2$
4	डायोस्पाइरोस *(Diospyros species)*	$\sqrt{V} = 0.06728 + 4.06351\ D - 0.99816\ \sqrt{D}$
5	ग्रीवया टिलिफोलिया *(Grewia tilifolia)*	$\log_e V = 2.2491 + 2.5206\ \log_e D$
6	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *(Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis)*	$V = 0.057424 - 1.153088\ D + 8.542648\ D^2$
7	पेटिरोकॉरपस मारसूपियम *(Pterocarpus marsupium)*	$\sqrt{V} = -0.16276 + 2.82002\ D + 0.04034\ \sqrt{D}$
8	शोरिया रोबस्टा *(Shorea robusta)*	$\sqrt{V} = 0.19994 + 4.57179\ D - 1.56823\ \sqrt{D}$
9	टैक्टोना ग्रांडिस *(Tectona grandis)*	$V = 0.023613 - 0.531006\ D + 6.731036\ D^2$
10	टरमिनेलिया क्रेरेनूलेटा/टोमेनटोसा *(Terminalia crenulata /T. tomentosa)*	$V = 0.05061 - 1.11994\ D + 8.77839\ D^2$
11	राइटिया टिंक्टोरिया *(Wrightia tinctoria)*	$V = -0.009510 + 4.149345\ D^2$
	शेष प्रजातियों के लिए समीकरण (Equation for rest of species)	$V/D = 0.088074/D - 1.449236 + 8.760534\ D$

अनुलग्नक II

जैवपुंज (बायोमास) समीकरण

BIOMASS EQUATIONS

BE 1: छाती की ऊचाई पर 10 सेमी या उससे अधिक व्यास वाले वृक्षो की छोटी काष्ठ के जैवपुंज के आकलन के लिये
BE 2: छाती की ऊचाई पर 10 सेमी या उससे अधिक व्यास वाले वृक्षो की पत्तियों के जैवपुंज के आकलन के लिये
BE 3: छाती की ऊचाई पर 10 सेमी या उससे उससे कम व्यास वाले वृक्षो की छोटी काष्ठ के जैवपुंज के आकलन के लिये
BE 4: छाती की ऊचाई पर 10 सेमी या उससे कम वाले वृक्षो की पत्तियों के जैवपुंज के आकलन के लिये

Western Himalayas

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	पाइनस रोक्सबरघाई *Pinus roxburghii*	$BE_1 = 608.6848\ D^2 - 82.2998\ D + 19.9426$ $BE_2 = 26.2180\ D^2 + 1.6287\ D + 0.8936$ $BE_3 = -0.0443\ D_1^2 + 1.6656\ D_1 - 1.7908$ $BE_4 = 0.0023\ D_1^2 + 0.1103\ D_1 - 0.0527$
2	क्वेरकस इंकाना *Quercus incana*	$BE_1 = 185.5939\ \log_e D + 442.2679$ $BE_2 = 21.6921\ \log_e D + 52.8184$ $BE_3 = 0.2861\ D_1^2 - 0.1181\ D_1 + 0.0455$ $BE_4 = 0.0024\ D_1^3 + 0.0075\ D_1^2 - 0.0543\ D_1 + 0.0868$
3	रोहडोडेन्ड्रोन आरबोरियम *Rhododendron arboreum*	$BE_1 = -262.1187\ D^2 + 419.5980\ D - 19.2402$ $BE_2 = 6.5974\ \log_e D + 17.4170$ $BE_3 = 0.0776\ D_1^2 + 0.4770\ D_1 + 0.1780$ $BE_4 = 0.0172\ D_1^2 + 0.0488\ D_1 - 0.0212$
4	क्वेरकस सेमिकारपिफोलिया *Quercus semecarpifolia*	$BE_1 = -46.1643\ D^2 + 323.0309\ D - 23.3726$ $BE_2 = -4.5071\ D^2 + 46.8789\ D - 3.3746$ $BE_3 = 0.0776\ D_1^2 + 0.4770\ D_1 + 0.1780$ $BE_4 = 0.0177\ D_1^2 + 0.0423\ D_1 - 0.0023$
5	लियोनिया ओवलिफोलिया *Lyonia ovalifolia*	$BE_1 = 413.6936\ D^2 + 163.3936\ D - 6.2066$ $BE_2 = 15.4757\ D^2 + 16.9044\ D - 0.7621$ $BE_3 = 0.2511\ D_1^2 - 0.5647\ D_1 + 0.8784$ $BE_4 = 0.0046\ D_1^3 - 0.0492\ D_1^2 + 0.1761\ D_1 - 0.1050$

6	सिडरस देवदारा *Cedrus deodara*	$BE_1 = -49.9504\ D^2 + 143.3015\ D + 10.5851$ $BE_2 = 1.7605\ \log_e D + 5.5882$ $BE_3 = 0.0787\ D_1^3 - 1.0246\ D_1^2 + 4.7307\ D_1 - 1.7967$ $BE_4 = 0.0072\ D_1^3 - 0.1118\ D_1^2 + 0.5714\ D_1 - 0.2522$
7	एबिज पिन्ड्रो *Abies pindrow*	$BE_3 = -0.0491\ D_1^2 + 2.7026\ D_1 - 2.8253$ $BE_4 = -0.0022\ D_1^3 + 0.0260\ D_1^2 + 0.1971\ D_1 - 0.0809$
8	शोरिया रोबस्टा *Shorea robusta*	$BE_1 = -56.4459\ D_2 + 140.2030\ D + 6.1908$ $BE_2 = -3.4159\ D_2 + 18.1330\ D + 0.2431$ $BE_3 = 0.1094\ D_1^2 + 0.7826\ D_1 - 0.8099$ $BE_4 = 0.0204\ D_1^2 + 0.0470\ D_1 - 0.0245$
9	मेलूटस फिलिपेन्सिस *Mallotus philippinensis*	$BE_1 = -0.3399\ D^2 + 63.3702\ D + 4.6962$ $BE_2 = -1.5869\ D^2 + 6.5544\ D + 0.4646$ $BE_3 = 0.0844\ D_1^2 + 0.8311\ D_1 - 0.1602$ $BE_4 = 0.0003\ D_1^3 + 0.0082\ D_1^2 + 0.0685\ D_1 - 0.0181$
10	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = -218.7650\ D^2 + 252.6165\ D - 6.4059$ $BE_2 = -19.8692\ D^2 + 21.2077\ D - 0.5973$ $BE_3 = 0.1189\ D_1^2 + 0.1503\ D_1 + 0.5695$ $BE_4 = 0.0103\ D_1^2 - 0.0272\ D_1 + 0.1544$
11	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	$BE_1 = 412.4293\ D^2 - 101.8017\ D + 21.9977$ $BE_2 = 5.0812\ D^2 + 1.7792\ D + 0.3749$ $BE_3 = 0.1995\ D_1^2 - 0.3849\ D_1 + 1.6476$ $BE_4 = 0.0493\ D_1 + 0.0429$
12	मैचिलस *Machilus* sp.	$BE_1 = 11.3342\ D^2 + 117.6158\ D + 2.3917$ $BE_2 = -8.1106\ D^2 + 13.5748\ D + 0.4823$ $BE_3 = -0.0367\ D_1^3 + 0.5986\ D_1^2 - 0.8331\ D_1 + 0.5136$ $BE_4 = 0.0079\ D_1^2 + 0.1270\ D_1 - 0.1368$
13	माएरिका एसक्यूलेन्टा/नागी *Myrica esculenta* Syn. *M. nagi*	$BE_1 = -19.9850\ D^2 + 89.8844\ D + 4.6474$ $BE_2 = -3.0448\ D^2 + 7.8240\ D + 0.3483$ $BE_3 = -0.0032\ D_1^3 + 0.0844\ D_1^2 + 0.8019\ D_1 - 0.0739$ $BE_4 = -0.0014\ D_1^3 + 0.0331\ D_1^2 - 0.0898\ D_1 + 0.0719$

Eastern Himalayas

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	क्वेरकस *Quercus* sp.	$BE_1 = 69.2347\ D^2 + 135.6707\ D - 1.4147$ $BE_2 = 0.8100\ D^2 + 8.7234\ D + 0.1811$ $BE_3 = 0.1810\ D_1^2 - 0.4654\ D_1 + 1.6797$ $BE_4 = 0.0024\ D_1^2 + 0.0991\ D_1 + 0.0344$
2	रोहडोडेन्ड्रॉन *Rhododendron* sp.	$BE_1 = -17.6343\ D_2 + 237.1436\ D - 8.9400$ $BE_2 = -4.7666\ D_2 + 12.3843\ D - 0.5536$ $BE_3 = 0.1635\ D_1^2 - 0.3656\ D_1 + 1.4922$ $BE_4 = -0.0022\ D_1^2 + 0.0874\ D_1 - 0.0154$
3	मैकारैंगा *Macaranga* sp.	$BE_1 = -255.0664\ D^2 + 507.2459\ D - 43.8670$ $BE_2 = -8.5948\ D^2 + 15.9095\ D - 0.6507$ $BE_3 = 0.1277\ D_1^2 - 0.3029\ D_1 + 0.8538$ $BE_4 = 0.0025\ D_1^2 + 0.0314\ D_1 + 0.1583$
4	एलनस नैपालेन्सेस *Alnus nepalensis*	$BE_1 = -458.2088\ D^2 + 893.8913\ D - 66.9783$ $BE_2 = -10.0112\ D^2 + 18.4510\ D - 1.0379$ $BE_3 = 0.1785\ D_1^2 - 0.5265\ D_1 + 1.9236$ $BE_4 = 0.0085\ D_1^2 - 0.0182\ D_1 + 0.1152$

5	रोहडोडेन्ड्रॉन आरबोरियम *Rhododendron arboreum*	$BE_1 = 112.6006\ D^2 + 135.5182\ D - 2.3433$ $BE_2 = 11.2386\ D^2 + 3.0581\ D + 0.1432$ $BE_3 = 0.1194\ D_1^2 + 0.0907\ D_1 + 0.9907$ $BE_4 = 0.0018\ D_1^2 + 0.0516\ D_1 + 0.0361$
6	मिकेलिया *Michelia* sp.	$BE_3 = 0.1699\ D_1^2 - 0.2576\ D_1 + 0.9618$ $BE_4 = -0.0026\ D_1^2 + 0.1016\ D_1 - 0.0145$
7	फाइकस *Ficus* sp.	$BE_1 = 328.6517\ D^2 + 41.5013\ D + 5.8245$ $BE_2 = 43.8976\ D^2 + 1.7589\ D + 0.3012$ $BE_3 = 0.1420\ D_1^2 - 0.2210\ D_1 + 1.2739$ $BE_4 = 0.0128\ D_1^2 - 0.0368\ D_1 + 0.1336$
8	टर्मिनेलिया *Terminalia* sp.	$BE_1 = 138.5098\ D^2 + 230.1472\ D - 12.1090$ $BE_2 = 5.1039\ D^2 + 8.0168\ D - 0.3351$ $BE_3 = 0.2029\ D_1^2 - 0.4475\ D_1 + 0.2983$ $BE_4 = 0.0085\ D_1^2 - 0.0165\ D_1 + 0.0270$
9	मैकेलस *Machilus* sp.	$BE_1 = 84.3775\ D^2 + 94.3260\ D + 4.1137$ $BE_2 = -3.4948\ D^2 + 12.2233\ D + 0.5985$ $BE_3 = 0.0503\ D_1^2 + 1.3645\ D_1 - 1.3642$ $BE_4 = 0.0122\ D_1^2 + 0.0941\ D_1 - 0.0972$
10	इयूरिया जैपोनिका *Eurya japonica*	$BE_1 = 328.6517\ D^2 + 41.5013\ D + 5.8245$ $BE_2 = 47.6984\ D^2 + 0.8919\ D + 0.1988$ $BE_3 = 0.101\ D_1^2 + 0.222\ D_1 + 0.604$ $BE_4 = -0.004\ D_1^2 + 0.123\ D_1 + 0.139$

North - Eastern Ranges

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	शिमा वॉलेची *Schima wallichii*	$BE_1 = 1000.7174\ D^2 - 208.9540\ D + 30.8140$ $BE_2 = 78.8815\ D^2 - 13.3130\ D + 1.6297$ $BE_3 = 0.293\ D_1^2 - 1.098\ D_1 + 1.290$ $BE_4 = 0.0060\ D_1^2 + 0.0551\ D_1 + 0.0619$
2	मैकारैंगा *Macaranga* sp.	$BE_1 = 295.2237\ D^2 + 329.7146\ D - 21.1529$ $BE_2 = -6.5259\ D^2 + 22.0047\ D - 0.8689$ $BE_3 = 0.2135\ D_1^2 - 0.5857\ D_1 + 0.6587$ $BE_4 = 0.0167\ D_1^2 - 0.0088\ D_1 + 0.1192$
3	शोरिया रोबस्टा *Shorea robusta*	$BE_1 = 239.3148\ D^2 - 3.3963\ D + 21.0528$ $BE_2 = 21.7716\ D^2 + 3.7241\ D + 0.5622$ $BE_3 = 0.4006\ D_1^2 - 1.5864\ D_1 + 2.3434$ $BE_4 = 0.0130\ D_1^2 - 0.0264\ D_1 + 0.2234$
4	सिजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	$BE_1 = 133.7182\ D^2 + 199.3136\ D - 9.3632$ $BE_2 = 10.8365\ D^2 + 2.7031\ D + 1.2267$ $BE_3 = 0.0847\ D_1^2 + 0.4512\ D_1 - 0.3127$ $BE_4 = 0.0089\ D_1^2 - 0.0260\ D_1 + 0.0249$
5	कैरिया आरबोरिया *Careya arborea*	$BE_1 = 340.5659\ D^2 + 91.1216\ D + 3.3365$ $BE_2 = 18.1285\ D^2 + 4.8505\ D + 0.1776$ $BE_3 = 0.1089\ D_1^2 + 0.5761\ D_1 + 0.2813$ $BE_4 = -0.0024\ D_1^2 + 0.1238\ D_1 - 0.0092$
6	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = -235.2067\ D^2 + 454.1317\ D - 29.7996$ $BE_2 = -9.3264\ D^2 + 18.3483\ D - 0.8165$ $BE_3 = 0.1775\ D_1^2 - 0.0216\ D_1 + 0.6538$ $BE_4 = 0.0099\ D_1^2 + 0.0007\ D_1 + 0.0188$

7	बोहीनिया *Bauhinia sp.*	BE_1= -40.1501 D^2 + 109.6091 D + 3.7405 BE_2 = -2.8341 D^2 + 7.7369 D + 0.2640 BE_3 = 0.1139 D_1^2 + 0.1204 D, + 0.3863 BE_4 = 0.0046 D_1^2 + 0.0798 D_1 - 0.0373
8	तूना सिल्याटा/सिडरेला टोना *Toona ciliata* Syn. *Cedrela toona*	BE_1 = 650.9882 D^2 - 142.8644 D + 25.0843 BE_2= 24.2705 D^2 - 1.1020 D + 0.7574
9	फाइकस *Ficus* sp.	BE_1 = 481.1172 D^2 + 39.3014 D + 5.8236 BE_2 = 42.6242 D^2 + 1.7079 D + 0.2924 BE_3 = 0.141 D_1^2 - 0.180 D_1 + 0.410 BE_4 = 0.010 D_1^2 + 0.026 D_1 + 0.011
10	होलेरहिना पबसैन्स/एन्टीडिसेंट्रिका *Holarrhena pubescens* Syn. *H. antidysenterica*	BE_4 = 0.0134 D_1^2 - 0.0042 D_1 + 0.0014

Northern Plain

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	शोरिया रोबस्टा *Shorea robusta*	BE_1 = 25.5451 D^2 + 201.6606 D -13.1829 BE_2 = 9.1786 D^2 + 11.0520 D - 0.8946 BE_3 = -0.0766 D_1^2 + 1.5811 D_1 -1.0110 BE_4 = -0.0060 D_1^2 + 0.1003 D_1 + 0.0134
2	मैलोटस फिलिपैन्सिस *Mallotus philippinensis*	BE_1 = 131.2114 D^2 - 20.6129 D + 12.2762 BE_2 = 6.9373 D^2 - 1.0890 D + 0.5986 BE_3 = 0.0746 D_1^2 + 0.6614 D_1 + 0.2329 BE_4 = 0.0041 D_1^2 + 0.0024 D_1 + 0.0519
3	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	BE_1 = -172.2384 D^2 + 234.5179 D - 5.5074 BE_2 = -17.8148 D^2 + 24.5465 D - 0.6081 BE_3 = 0.048 D_1^2 + 0.812 D_1 - 0.351 BE_4 = 0.0095 D_1^2 - 0.0266 D_1 + 0.1383
4	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	BE_1 = -40.0134 D^2 + 178.4533 D - 4.2859 BE_2 = 10.8820 D + 0.0076 BE_3 = 0.0642 D_1^2 + 1.4964 D_1 - 0.7879 BE_4 = 0.0114 D_1^2-0.0090 D_1 +0.0917
5	यूकेलिप्टिस *Eucalyptus* sp.	BE_1 = 33.6773 D^2 + 101.4271 D - 2.2653 BE_2 = 16.6353 D^2 + 18.3505 D -1.1172 BE_3 = 0.2870 D_1^2- 1.1264 D_1 + 1.2830 BE_4 = 0.0122 D_1^2 + 0.0347 D_1 - 0.0213
6	साइजेजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	BE_1= 148.1069 D^2 + 306.2417 D - 20.7654 BE_2 = -4.0782 D^2 + 8.9461 D + 0.0084 BE_3 = 0.0873 D_1^2 - 0.0444 D_1 + 0.4975 BE_4 = 0.0060 D_1^2 + 0.0176 D_1 - 0.0035
7	दलबर्जिया सिसू *Dalbergia sissoo*	BE_1 = 7.2757 D^2 + 53.1018 D + 12.3640 BE_2 = -4.6845 D^2 + 14.7263 D - 0.0240 BE_3 = 0.1418 D_1^2 + 0.7801 D_1 - 0.3749 BE_4 = 0.0035 D_1^2 + 0.1600 D_1 - 0.0726
8	मैलोटस पोलिकॉरपा/ट्रीविया नूडिफ्लोरा *Mallotus polycarpus* Syn. *Trewia nudiflora*	BE_1 = 96.5047 D^2 + 13.8015 D + 7.1858 BE_2 = 11.9851 D^2 + 0.4885 D + 0.4786 BE_3 = -0.0023 D_1^2 + 0.9608 D_1 - 0.4878 BE_4 = -0.0034 D_1^2 + 0.0899 D_1 - 0.0439

9	होलेरहिना एन्टीडिसेन्ट्रीका *Holarrhena antidysenterica*	$BE_1 = -184.5679\ D^2 + 168.5082\ D - 10.0526$ $BE_2 = 2.5585\ D^2 + 3.9530\ D - 0.0693$ $BE_3 = 0.066\ D_1^2 - 0.179\ D_1 + 0.458$ $BE_4 = 0.0007\ D_1^2 + 0.0065\ D_1 + 0.0083$
10	डायोस्पारस मैलोनोजाएलोन *Diospyros melanoxylon*	$BE_1 = -6.8624\ D^2 + 88.2043\ D + 11.2256$ $BE_2 = 4.6996\ D^2 + 13.7476\ D + 1.0999$ $BE_3 = 0.1977\ D_1^2 + 0.2373\ D_1 + 0.4882$ $BE_4 = 0.0245\ D_1^2 - 0.0023\ D_1 + 0.0097$
11	बोम्बैक्स सिबा *Bombax ceiba*	$BE_1 = 142.4990\ D^2 + 15.7340\ D + 11.7480$ $BE_2 = 4.1172\ D^2 + 0.8835\ D + 0.2329$ $BE_3 = 0.1772\ D_1^2 - 0.2771\ D_1 + 0.7359$ $BE_4 = -0.0009\ D_1^2 + 0.0399\ D_1 + 0.0226$
12	ब्यूटिया मोनोस्परमा/फरोन्डोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	$BE_1 = -22.7925\ D^2 + 53.4590\ D - 1.4797$ $BE_2 = -2.0225\ D^2 + 5.2640\ D + 0.1399$ $BE_3 = 0.0093\ D_1^2 + 0.3026\ D_1 + 0.2964$ $BE_4 = -0.0039\ D_1^2 + 0.1019\ D_1 + 0.0318$

Eastern Plain

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	शोरिया रोबस्टा *Shorea robusta*	$BE_1 = -136.4916\ D^2 + 321.3854\ D - 15.6215$ $BE_2 = 20.7480\ D^2 + 0.9479\ D + 0.4223$ $BE_3 = 0.0770\ D_1^2 + 0.8211\ D_1 - 0.4931$ $BE_4 = 0.0037\ D_1^2 + 0.0199\ D_1 + 0.0438$
2	लेजरस्ट्रोमिया स्पीयोसा/फलोस्रिजेनिया *Lagerstroemia speciosa* Syn. *Lagerstroemia flos reginae*	$BE_1 = 282.0677\ D^2 + 122.5817\ D - 1.6765$ $BE_2 = 4.3637\ D^2 + 10.5371\ D - 0.2504$ $BE_3 = 0.1708\ D_1^2 + 0.2991\ D_1 - 0.0735$ $BE_4 = 0.0154\ D_1^2 - 0.0430\ D_1 + 0.0677$
3	एगलिया स्पैक्टाबिलिस/अमोरा वॉलिची *Aglaia spectabilis* Syn. *Amoora wallichii*	$BE_1 = 1536.3332\ D^2 - 381.4076\ D + 39.6576$ $BE_2 = 43.9892\ D^2 - 7.6717\ D + 0.9609$ $BE_3 = 0.1708\ D_1^2 + 0.2991\ D_1 - 0.0735$ $BE_4 = 0.0154\ D_1^2 - 0.0430\ D_1 + 0.0677$
4	चिमा वॉलिची *Schima wallichii*	$BE_1 = 845.4033\ D^2 - 151.7822\ D + 22.8579$ $BE_2 = 29.1497\ D^2 - 3.6565\ D + 0.9238$ $BE_3 = 0.1270\ D_1^2 + 0.5903\ D_1 + 0.1752$ $BE_4 = 0.0068\ D_1^2 + 0.0347\ D_1 + 0.0934$
5	कैरिया आरबोरिया *Careya arborea*	$BE_1 = 371.7445\ D^2 + 99.4637\ D + 3.6420$ $BE_2 = 15.2099\ D^2 + 4.0695\ D + 0.1490$ $BE_3 = 0.1089\ D_1^2 + 0.5761\ D_1 + 0.2813$ $BE_4 = -0.0024\ D_1^2 + 0.1238\ D_1 - 0.0092$

Western Plain

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	एनोजिसस पैन्डूला *Anogeissus pendula*	$BE_1 = 128.0517\ D^2 + 0.5828\ D + 9.3216$ $BE_2 = 4.3925\ D^2 + 0.2702\ D + 0.2610$ $BE_3 = 0.1337\ D_1^2 + 0.2955\ D_1 - 0.0497$ $BE_4 = 0.0045\ D_1^2 - 0.0118\ D_1 + 0.0117$

2	राइटिया टिन्कटोरिया *Wrightia tinctoria*	BE_1= 33.4482 D^2 + 31.7569 D + 4.2284 BE_2 = 2.5576 D^2 + 2.4283 D + 0.3233 BE_3 = 0.1047 D_1^2 + 0.3438 D_1 - 0.1780 BE_4 = 0.0098 D_1^2 - 0.0394 D_1 + 0.0496
3	बोसविल्या सिराटा *Boswellia serrata*	BE_1= -6.5495 D^2 + 51.2405 D + 2.7240 BE_2 = 0.4262 D^2 + 4.9770 D + 0.2160 BE_3 = 0.1826 D_1^2 - 0.3714 D_1 + 0.4298 BE_4 = 0.0062 D_1^2 + 0.0331 D_1 + 0.0154
4	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	BE_1 = -62.5969 D^2 + 161.9918 D - 11.4549 BE_2 = -4.5518 D^2 + 12.0968 D - 0.7425 BE_3 = -0.0103 D_1^2 + 0.7183 D_1 - 0.2651 BE_4 = -0.0042 D_1^2 + 0.0895 D_1 + 0.0302
5	ब्यूटिया मोनोसपरमा/फरोन्डोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	BE_1= 34.3335 D^2 - 7.3049 D + 6.2960 BE_2 = 13.7310 D^2- 2.7107 D + 1.3816 BE_3 = 0.0705 D_1^2 + 0.0149 D_1 + 0.6722 BE_4 = 0.0059 D_1^2 + 0.0714 D_1 + 0.0245
6	अकेसिया लेन्टीक्यूलेरिस/ल्यूसेना ल्यूकोफोलिया *Acacia lenticularis/ Leucaena leucocephala*	BE_1 = 192.6516 D^2 - 41.3427 D + 12.0217 BE_2 = 6.2026 D^2 - 1.2040 D + 0.3180 BE_3 = 0.061 D_1^2 + 1.089 D_1 - 0.433 BE_4 = 0.0207 D_1 - 0.0075
7	परोसोपिस जूलिफ्लोरा *Prosopis juliflora*	BE_1 = -39.6165 D^2 + 107.8593 D + 3.0089 BE_2 = -2.8724 D^2 + 4.2047 D + 0.1598 BE_3 = 0.1142 D_1^2 + 0.8472 D_1 - 1.0051 BE_4 = 0.0070 D_1^2 - 0.0239 D_1 + 0.0297
8	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	BE_1= -222.4935 D^2 + 246.0476 D - 15.0305 BE_2 = -3.3058 D^2 + 14.4901 D -1.1089 BE_3 = 0.0292 D_1^2 + 1.0467 D_1 - 0.9345 BE_4 = 0.0001 D_1^2 + 0.0265 D_1 - 0.0114
9	परोसोपिस सिनेरेरिया *Prosopis cineraria*	BE_1= 374.8853 D^2 - 102.6065 D + 19.8870 BE_2 = 9.2529 D^2 - 2.6345 D + 0.4375 BE_3 = 0.0724 D_1^2 + 1.1342 D_1 - 0.9111 BE_4 = 0.0053 D_1^2-0.0112 D_1 +0.0115
10	अकेसिया *Acacia species*	BE_1 = -67.6663 D^2 + 113.1102 D + 4.3385 BE_2 = -8.2494 D^2 + 12.7608 D - 0.7229 BE_3 = 0.1080 D_1^2 + 0.4211 D_1 - 0.2382 BE_4 = 0.0073 D_1^2 - 0.0240 D_1 + 0.0267
11	डायोस्पाएरोस मेलेनोजाएलोन *Diospyros melanoxylon*	BE_1 = -75.7877 D^2 + 118.0755 D - 0.4650 BE_2 = -7.2382 D^2 + 14.2527 D - 0.0318 BE_3 = 0.1480 D_1^2 - 0.2759 D_1 + 1.3843 BE_4 = 0.0181 D_1^2 - 0.0604 D_1 + 0.1507
12	बोहीनिया *Bauhinia* sp.	BE_1 = -58.2370 D^2 + 62.9259 D + 1.9694 BE_2 = -7.3222 D^2 + 7.9117 D + 0.2476 BE_3 = 0.0393 D_1^2 + 0.5534 D_1 - 0.2755 BE_4 = 0.0063 D_1^2 + 0.0240 D_1 + 0.0637
13	होलोपटिलिया इन्टिगरिफोलिया *Holoptelea integrifolia*	BE_3 = 0.0617 D_1^2 + 0.6450 D_1 - 0.5946 BE_4 = 0.0058 D_1^2 + 0.0177 D_1 + 0.0234
14	सैलवेडोरा औलाएडस *Salvadora oleoides*	BE_1 = -37.9134 D^2 + 59.4648 D + 1.2415 BE_2 = -13.8490 D^2 + 20.2648 D - 0.9427 BE_3 = 0.0882 D_1^2 + 0.3256 D_1 - 0.2153 BE_4 = -0.0066 D_1^2 + 0.1889 D_1 - 0.0883

15	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	$BE_1 = 862.9319\ D^2 - 170.7552\ D + 21.2422$ $BE_2 = 32.5724\ D^2 - 6.4454\ D + 0.8018$ $BE_3 = 0.0345\ D_1^2 + 1.1686\ D_1 + 0.1762$ $BE_4 = 0.0068\ D_1^2 - 0.0193\ D_1 + 0.0323$
16	होलेरहिना पबसैन्स/एन्टीडिसेन्ट्रिका *Holarrhena pubescens* Syn. *H. antidysenterica*	$BE_1 = -176.0015\ D^2 + 165.7520\ D - 6.7282$ $BE_2 = -8.7809\ D^2 + 8.2695\ D - 0.3357$ $BE_3 = 0.0180\ D_1^2 + 0.7709\ D_1 - 0.6103$ $BE_4 = 0.0054\ D_1^2 + 0.0031\ D_1 + 0.0326$

Central Highlands

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	$BE_1 = 461.0594\ D^2 + 127.4788\ D - 8.6248$ $BE_2 = 14.1668\ D^2 + 8.6870\ D - 0.4187$ $BE_3 = 0.0111\ D_1^2 + 1.7348\ D_1 - 0.8604$ $BE_4 = 0.0078\ D_1^2 + 0.0060\ D_1 + 0.0809$
2	ऐनोजिसस पैन्डूला *Anogeissus pendula*	$BE_1 = -256.5319\ D^2 + 327.3360\ D - 19.9557$ $BE_2 = -24.9712\ D^2 + 27.0362\ D - 1.6791$ $BE_3 = -0.0413\ D_1^2 + 1.6164\ D_1 - 0.8311$ $BE_4 = 0.0612 D_1 + 0.0148$
3	बॉसविलिया सिराटा *Boswellia serrata*	$BE_1 = 120.4804\ D^2 + 162.6570\ D - 9.0293$ $BE_2 = 5.0517\ D^2 + 8.6131\ D - 0.2364$ $BE_3 = 0.1294\ D_1^2 - 0.0842\ D_1 + 0.1589$ $BE_4 = 0.0037\ D_1^2 + 0.0198\ D_1 + 0.0092$
4	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 37.5026\ D^2 + 235.1910\ D - 16.6356$ $BE_2 = -4.6969\ D^2 + 29.3272\ D - 1.8890$ $BE_3 = 0.0252\ D_1^2 + 0.5893\ D_1 - 0.0258$ $BE_4 = 0.0036\ D_1^2 + 0.0276\ D_1 + 0.0877$
5	ब्यूटिया मोनोस्परमा/फरोनडोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	$BE_1 = 221.3745\ D^2 - 43.7095\ D + 5.1897$ $BE_2 = 20.3847\ D^2 - 2.5894\ D + 0.8161$ $BE_3 = 0.0716\ D_1^2 - 0.2408\ D_1 + 0.7970$ $BE_4 = 0.0070\ D_1^2 - 0.0174\ D_1 + 0.0790$
6	डायोस्पारोस मैलेनोजाएलोन *Diospyros melanoxylon*	$BE_1 = 409.0799\ D^2 - 108.5871\ D + 14.2917$ $BE_2 = 29.9753\ D^2 - 6.1664\ D + 0.9315$ $BE_3 = 0.0764\ D_1^2 - 0.2359\ D_1 + 0.4756$ $BE_4 = 0.0068\ D_1^2 + 0.0021\ D_1 + 0.0124$
7	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = -185.9612\ D^2 + 363.4651\ D - 23.7470$ $BE_2 = -8.7736\ D^2 + 18.6843\ D - 1.2968$ $BE_3 = 0.0506\ D_1^2 + 0.6227\ D_1 - 0.3709$ $BE_4 = 0.0030\ D_1^2 + 0.0121\ D_1 + 0.0401$
8	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा/टोमेनटोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 412.9096\ D^2 + 218.7041\ D - 21.1708$ $BE_2 = 27.3545\ D^2 + 9.4647\ D - 0.9363$ $BE_3 = 0.1189\ D_1^2 - 0.1393\ D_1 + 0.5844$ $BE_4 = 0.0028\ D_1^2 - 0.0009\ D_1 + 0.0261$
9	मित्रागएना परविफोलिया *Mitragyna parvifolia*	$BE_1 = -70.9902\ D^2 + 315.1673\ D - 25.4308$ $BE_2 = -4.7461\ D^2 + 20.5859\ D - 1.6376$ $BE_3 = 0.0524\ D_1^2 + 0.1302\ D_1 - 0.0629$ $BE_4 = 0.0050\ D_1^2 - 0.0093\ D_1 + 0.0334$

10	राइटिया टिंक्टोरिया *Wrightia tinctoria*	$BE_1 = 243.9454\ D^2 + 177.3004\ D - 16.2788$ $BE_2 = 0.5403\ D^2 + 5.9345\ D - 0.3329$ $BE_3 = 0.0132\ D_1^2 + 0.7130\ D_1 - 0.4479$ $BE_4 = -0.0014\ D_1^2 + 0.0265\ D_1 + 0.0104$
11	जिजिफस जाएलोपाएरस *Ziziphus xylopyrus*	$BE_3 = 0.0511\ D_1^2 + 0.5596\ D_1 - 0.1862$ $BE_4 = -0.0017\ D_1^2 + 0.0328\ D_1 - 0.0021$
12	एगल मारमेलोस *Aegle marmelos*	$BE_1 = -316.8777\ D^2 + 401.7510\ D - 28.8949$ $BE_2 = -26.68\ D^2 + 33.47\ D - 2.394$ $BE_3 = 0.1395\ D_1^2 - 0.1710\ D_1 + 0.6693$ $BE_4 = 0.0090\ D_1^2 - 0.0048\ D_1 + 0.0680$
13	अकेसिया लेन्टिक्यूलेरिस/ल्यूकोफेलिया *Acacia lenticularis/ Leucaena leucocephala*	$BE_1 = 290.6110\ D^2 + 78.7053\ D - 6.0127$ $BE_2 = 6.5580\ D^2 + 4.6176\ D - 0.3076$ $BE_3 = 0.0891\ D_1^2 + 0.2386\ D_1 + 0.1853$ $BE_4 = -0.0012\ D_1^2 + 0.0353\ D_1 - 0.0078$
14	मधुका लोंजिफोलिया/लेटिफोलिया *Madhuca longifolia* Syn. *M. latifolia*	$BE_1 = 215.7248\ D^2 + 189.7812\ D - 8.4775$ $BE_2 = 14.6794\ D^2 + 3.5935\ D - 0.1774$ $BE_3 = 0.0471\ D_1^2 + 0.3412\ D_1 + 0.1263$ $BE_4 = 0.0028\ D_1^2 - 0.0074\ D_1 + 0.0863$
15	मिलिउसा टोमेन्टोसा/सैकोपेटेलम टोमेनटोसम *Miliusa tomentosa* Syn. *Saccopetalum tomentosum*	$BE_3 = 0.0305\ D_1^2 + 0.9146\ D_1 - 0.7580$ $BE_4 = 0.0078\ D_1^2 - 0.0227\ D_1 + 0.0692$
16	फलेकोरटीया इंडिका/रोमेंची *Flacourtia indica* Syn. *Flacourtia ramontchi*	$BE1 = 564.5753\ D^2 - 11.5172\ D + 4.8052$ $BE_2 = 28.1133\ D^2 - 0.5735\ D + 0.2393$ $BE_3 = -0.0386\ D_1^2 + 1.3890\ D_1 - 0.2761$ $BE_4 = -0.0029\ D_1^2 + 0.0835\ D_1 + 0.0256$

North Deccan

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = 724.8313\ D^{1.8139}$ $BE_2 = -5.7898\ D^2 + 16.1859\ D - 0.8153$ $BE_3 = 0.1701\ D_1^2 - 0.5602\ D_1 + 1.3209$ $BE_4 = 0.0080\ D_1^2 + 0.0186\ D_1 + 0.0245$
2	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = -893.2875\ D^3 + 1888.8940\ D^2 - 463.5333\ D + 54.7484$ $BE_2 = 20.0615\ D^2 + 1.5684\ D + 0.4141$ $BE_3 = 0.1545\ D_1^2 + 0.0612\ D_1 + 0.5004$ $BE_4 = 0.0061\ D_1^2 - 0.0027\ D_1 + 0.0550$
3	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *Chloroxylon swietenia*	$BE_1 = 884.6576\ D^2 + 395.8155\ D - 38.2331$ $BE_2 = 13.0100\ D - 0.3999$ $BE_3 = 0.1990\ D_1^2 - 0.3570\ D_1 + 0.5943$ $BE_4 = 0.0118\ D_1^2 - 0.0027\ D_1 + 0.0401$
4	एनोजिसस पैन्डूला *Anogeissus pendula*	$BE_1 = 1299.4268\ D^3 - 1653.6151\ D^2 + 1320.6808\ D - 110.1954$ $BE_2 = -3.8043\ D^2 + 10.7862\ D - 0.3515$ $BE_3 = -0.0650\ D_1^2 + 2.1152\ D_1 - 1.1784$ $BE_4 = -0.0079\ D_1^2 + 0.1908\ D_1 - 0.0179$
5	ब्यूटिया मोनोस्परमा/फरोनडोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	$BE_1 = 287.6540\ D^2 + 67.0071\ D - 1.9463$ $BE_2 = 4.6446\ D^2 + 3.8577\ D + 0.2056$ $BE_3 = 0.8883\ D_1 - 0.0294$ $BE_4 = 0.0040\ D_1^2 + 0.0373\ D_1 + 0.1501$

6	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 84.0382\ D^2 + 262.3237\ D - 20.4447$ $BE_2 = 1.611\ D^2 + 18.47\ D-0.894$ $BE_3 = 0.011\ D_1^3 - 0.068\ D_1^2 + 0.351\ D_1 + 0.296$ $BE_4 = 0.007\ D_1^2 + 0.006\ D_1 + 0.192$
7	डायोस्पारस *Diospyros* sp.	$BE_1 = 479.3323\ D^2 + 25.4894\ D + 8.4235$ $BE_2 = 6.7291\ D^2 + 6.0102\ D + 0.2414$ $BE_3 = 0.0307\ D_1^2 + 0.7393\ D_1 - 0.2260$ $BE_4 = 0.0033\ D_1^2 + 0.0669\ D_1 - 0.0027$
8	लेजरस्ट्रॉमिया परविफ्लोरा *Lagerstroemia parviflora*	$BE_1 = 243.9685\ D^2 + 163.6429\ D - 12.3582$ $BE_2 = -35.4845\ D^3 + 44.3745\ D^2 - 1.2717\ D + 0.2303$ $BE_3 = 0.0326\ D_1^2 + 0.4611\ D_1 + 0.3191$ $BE_4 = 0.0074\ D_1^2 - 0.0222\ D_1 + 0.0456$
9	बूचनेनिया कोचिनसिनेननसिस/लेटिफोलिया *Buchanania cochincinensis* Syn. *B. latifolia*	$BE_1 = 225.0254\ D^2 + 81.1387\ D - 3.3972$ $BE_2 = 25.4746\ D^2 - 0.6373\ D + 0.6366$ $BE_3 = 0.0888\ D_1^2 + 0.0680\ D_1 + 0.5616$ $BE_4 = 0.0108\ D_1^2 - 0.0187\ D_1 + 0.1278$
10	मधुका लोंजिफोलिया/लेटिफोलिया *Madhuca longifolia* Syn. *M. latifolia*	$BE_1 = 199.2222\ D^2 + 263.1915\ D - 9.9139$ $BE_2 = 6.1590\ D-0.3077$ $BE_3 = 0.1405\ D_1^2 - 0.0649\ D_1 + 0.7852$ $BE_4 = 0.0015\ D_1^2 + 0.0042\ D_1 + 0.0175$
11	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	$BE_1 = 412.9191\ D^2 - 2.7602\ D + 11.2512$ $BE_2 = 7.0246\ D^2 - 1.8951\ D + 0.5892$ $BE_3 = 0.1995\ D_1^2 - 0.3849\ D_1 + 1.6476$ $BE_4 = -0.0007\ D_1^2 + 0.0562\ D_1 + 0.0312$
12	गारडेनिया रेसीनीफेरा/टरगिडा *Gardenia resinifera* Syn. *Gardenia turgida*	$BE_1 = 167.8008\ D^2 + 212.0485\ D - 10.6145$ $BE_2 = 3.9604\ D^2 + 2.5419\ D + 0.4212$ $BE_3 = 0.1779\ D_1^2 - 0.5745\ D_1 + 1.6701$ $BE_4 = 0.0119\ D_1^2 - 0.0425\ D_1 + 0.1287$
13	राइटिया टिंक्टोरिया *Wrightia tinctoria*	$BE_1 = 703.4801\ D^2 - 128.9582\ D + 13.6679$ $BE_2 = -4.0215\ D^2 + 4.6618\ D - 0.2465$ $BE_3 = 0.0232\ D_1^2 + 0.5686\ D_1 - 0.2292$ $BE_4 = 0.0006\ D_1^2 + 0.0111\ D_1 + 0.0151$
14	क्लीस्टेन्थस कोलिनस *Cleistanthus collinus*	$BE_1 = 267.9289\ D^2 + 203.8644\ D - 13.2061$ $BE_2 = 4.1925\ D^2 + 0.6047\ D + 0.1422$ $BE_3 = 0.0895\ D_1^2 + 0.3236\ D_1 + 0.5934$ $BE_4 = 0.0006\ D_1^2 + 0.0129\ D_1 - 0.0064$
15	साइजिजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	$BE_1 = 252.1925\ D^2 + 138.7321\ D - 10.9596$ $BE_2 = 10.9963\ D^2 - 1.6709\ D + 0.6265$ $BE_3 = 0.5933\ D_1 - 0.0378$ $BE_4 = 0.0095\ D_1^2 - 0.0349\ D_1 + 0.0480$
16	जिजिफस जाएलोपायरस *Ziziphus xylopyrus*	$BE_1 = 625.9479\ D^2 - 132.8810\ D + 16.6826$ $BE_2 = 1.4667\ D^2 + 0.4772\ D + 0.0650$ $BE_3 = 0.0564\ D_1^2 + 0.5274\ D_1 - 0.3069$ $BE_4 = -0.0005\ D_1^2 + 0.0207\ D_1 + 0.0120$
17	एगल मारमेलोस *Aegle marmelos*	$BE_1 = 604.8017\ D^2 + 0.0041\ D + 1.7251$ $BE_2 = 43.2013\ D^2 - 11.9883\ D + 1.0009$ $BE_3 = 0.0940\ D_1^2 + 0.0813\ D_1 + 0.1856$ $BE_4 = 0.0081\ D_1^2 - 0.0021\ D_1 + 0.0102$

18	बहुहिनिया डिक्वेरिकाटा/रेटूसा/वैरिएगाटा *Bauhinia dicvaricata* Syn. *B. retusa / B. variegata*	$BE_1 = 57.2611\ D^2 + 205.3085\ D - 15.5737$ $BE_2 = 1.6214\ \log_e D + 3.9181$ $BE_3 = 0.0508\ D_1^2 + 0.3060\ D_1 + 0.2747$ $BE_4 = 0.0083\ D_1^2 - 0.0012\ D_1 + 0.0113$

East Deccan

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	शोरिया रोबस्टा *Shorea robusta*	$BE_1 = 96.1525\ D^2 + 141.9383\ D - 7.6058$ $BE_2 = 17.2383\ D^2 + 4.2380\ D - 0.1970$ $BE_3 = -0.0561\ D_1^2 + 1.3533\ D_1 - 0.6625$ $BE_4 = 0.0001\ D_1^3 - 0.0085\ D_1^2 + 0.1150\ D_1 - 0.0198$
2	टर्मिनेलिया क्रेनूलेटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 487.5527\ D^2 + 151.9905\ D - 10.5122$ $BE_2 = 20.6898\ D^2 + 0.6700\ D + 0.7183$ $BE_3 = 0.2261\ D_1^2 - 0.2118\ D_1 + 0.4479$ $BE_4 = 0.0231\ D_1^2 - 0.0128\ D_1 + 0.0067$
3	बूचनेनिया कोचिनसिनेनसिस/लेटिफोलिया/लेंजन *Buchanania cochincinensis* Syn. *B. latifolia Syn. B. lanzan*	$BE_1 = 371.3904\ D^2 - 24.8493\ D + 11.8891$ $BE_2 = 11.5126\ D^2 + 11.7616\ D - 0.4661$ $BE_3 = 0.1774\ D_1^2 + 0.0497\ D_1 + 0.2405$ $BE_4 = 0.0167\ D_1^2 - 0.0533\ D_1 + 0.1272$
4	लेजरस्ट्रोमिया परविफ्लोरा *Lagerstroemia parviflora*	$BE_1 = 282.0677\ D^2 + 122.5817\ D - 1.6765$ $BE_2 = 4.4738\ D^2 + 10.3883\ D - 0.2022$ $BE_3 = 0.3060\ D_1^2 - 0.8760\ D_1 + 1.8367$ $BE_4 = 0.0057\ D_1^2 + 0.0473\ D_1 + 0.0448$
5	डायोस्पायरस मेलानोजाएलोन *Diospyros melanoxylon*	$BE_1 = 454.7209\ D^2 + 91.0511\ D - 0.7796$ $BE_2 = 6.0086\ D^2 + 14.4343\ D - 0.6523$ $BE_3 = 0.2289\ D_1^2 - 0.5895\ D_1 + 1.2901$ $BE_4 = 0.0054\ D_1^2 - 0.0027\ D_1 + 0.0586$
6	लेनिया कोरोमेन्डलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 480.8026\ D^3 + 776.5053\ D^2 - 12.8368\ D + 3.2642$ $BE_2 = 24.8730\ D^3 - 34.3265\ D^2 + 32.9611\ D - 2.2382$ $BE_3 = 0.1437\ D_1^2 - 0.0925\ D, + 0.2315$ $BE_4 = 0.0041\ D_1^2 + 0.0476\ D_1 + 0.0538$
7	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = 617.5004\ D^2 + 213.1245\ D - 10.7193$ $BE_2 = 2.6012\ D^2 + 4.6100\ D + 0.4850$ $BE_3 = 0.0093\ D_1^2 + 2.0713\ D_1 - 1.3562$ $BE_4 = 0.0055\ D_1^2 + 0.0538\ D_1 - 0.0308$
8	मधुका लोंजिफोलिया/लेटिफोलिया *Madhuca longifolia* Syn. *M. latifolia*	$BE_1 = 363.8918\ D^2 + 21.7241\ D + 12.4076$ $BE_2 = -0.5623\ D^2 + 5.9581\ D - 0.3769$ $BE_3 = 0.1643\ D_1^2 - 0.1839\ D_1 + 0.8660$ $BE_4 = 0.0015\ D_1^2 + 0.0042\ D_1 + 0.0175$
9	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *Chloroxylon swietenia*	$BE_1 = 975.0536\ D^2 + 304.3150\ D - 28.7845$ $BE_2 = 1.1759\ D^2 + 12.2568\ D - 0.5698$ $BE_3 = 0.2140\ D_1^2 - 0.3769\ D_1 + 0.6000$ $BE_4 = 0.0104\ D_1^2 - 0.0135\ D_1 + 0.0148$
10	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = 400.7901\ D^2 + 154.6186\ D - 10.3648$ $BE_2 = 0.8874\ D^2 + 7.7946\ D + 0.2524$ $BE_3 = 0.0236\ D_1^3 - 0.0907\ D_1^2 + 0.1486\ D_1 + 0.7882$ $BE_4 = 0.0121\ D_1^2 - 0.0132\ D_1 + 0.0450$
11	ब्यूटिया मोनोस्परमा/फरोनडोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	$BE_1 = 370.0886\ D^2 - 109.6483\ D + 17.2888$ $BE_2 = 60.7797\ D^2 - 17.5339\ D + 2.3183$ $BE_3 = 0.0863\ D_1^2 - 0.0040\ D_1 + 0.5788$ $BE_4 = 0.0033\ D_1^2 + 0.0519\ D_1 + 0.1722$

South Deccan

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = 539.6789\ D^2 - 91.0556\ D + 27.1753$ $BE_2 = 25.3092\ D^2 + 0.7069\ D + 0.5550$ $BE_3 = 0.2044\ D_1^2 + 1.0601\ D_1 - 1.2801$ $BE_4 = 0.0080\ D_1^2 + 0.0186\ D_1 + 0.0267$
2	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = 527.5528\ D^2 + 190.9378\ D - 6.3153$ $BE_2 = 1.8701\ D^2 + 2.0075\ D - 0.0042$ $BE_3 = 0.1675\ D_1^2 + 0.5589\ D_1 + 0.7879$ $BE_4 = 0.0025\ D_1^2 + 0.0046\ D_1 + 0.0086$
3	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 810.6925\ D^2 - 139.3736\ D + 36.0631$ $BE_2 = 5.5404\ D^2 + 2.6344\ D + 0.0470$ $BE_3 = 0.2952\ D_1^2 - 0.5102\ D_1 + 1.4387$ $BE_4 = 0.0021\ D_1^2 - 0.0009\ D_1 + 0.0157$
4	अलबिजिया अमारा *Albizia amara*	$BE_1 = -31.5487\ D^2 + 88.5829\ D + 1.3364$ $BE_2 = -0.6411\ D^2 + 2.7919\ D + 0.0396$ $BE_3 = 0.0363\ D_1^2 + 1.4877\ D_1 - 0.7142$ $BE_4 = 0.0012\ D^2 + 0.0209\ D_1 + 0.0161$
5	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *Chloroxylon swietenia*	$BE_1 = 488.0505\ D^2 + 33.6399\ D + 15.4392$ $BE_2 = 14.1500\ D^2 - 0.9931\ D + 0.4151$ $BE_3 = 0.3823\ D_1^2 - 1.2603\ D_1 + 1.8184$ $BE_4 = 0.0043\ D_1^2 - 0.0183\ D_1 + 0.0393$
6	डलबरजिया लेन्सियोलेरिया/पेनिक्यूलेटा *Dalbergia lanceolaria* Syn. *D. paniculata*	$BE_1 = -102.7024\ D^2 + 293.0061\ D - 11.0535$ $BE_2 = -9.9474\ D^2 + 15.0404\ D - 0.1593$ $BE_3 = 0.2463\ D_1^2 - 0.3225\ D_1 + 0.5993$ $BE_4 = 0.0072\ D_1^2 + 0.0776\ D_1 - 0.0471$
7	यूकेलिप्टस *Eucalyptus* sp.	$BE_1 = 1992.5579\ D^2 - 569.1502\ D + 58.6038$ $BE_2 = 108.9443\ D^2 - 30.6000\ D + 3.4514$ $BE_3 = 0.1846\ D_1^2 + 0.6850\ D_1 - 0.6812$ $BE_4 = 0.0169\ D_1^2 + 0.0038\ D_1 + 0.0106$
8	ब्यूटिया मोनोसपरमा/फरोन्डोसा *Butea monosperma* Syn. *Butea frondosa*	$BE_1 = -112.9531\ D^2 + 137.3176\ D - 6.7571$ $BE_2 = -21.0604\ D^2 + 28.5709\ D - 1.8295$ $BE_3 = 0.0459\ D_1^2 + 0.4265\ D_1 - 0.4595$ $BE_4 = 0.0011\ D_1^2 + 0.0548\ D_1 - 0.0031$
9	लेजरस्ट्रॉमिया लैन्सियोलाटा/ माइक्रोकारपा *Lagerstroemia lanceolata* Syn. *L. microcarpa*	$BE_1 = 100.9008\ D^2 + 84.8999\ D + 4.2891$ $BE_2 = 8.7374\ D^2 + 6.2665\ D - 0.4480$ $BE_3 = 0.1927\ D_1^2 + 0.4646\ D_1 + 0.1709$ $BE_4 = 0.0026\ D_1^2 + 0.0024\ D_1 + 0.0440$
10	हार्डविकिया बिनाटा *Hardwickia binata*	$BE_1 = 111.0238\ D^2 + 88.3600\ D + 5.3628$ $BE_2 = -2.4828\ D^2 + 13.0998\ D - 0.2666$ $BE_3 = 0.2426\ D_1^2 + 0.1704\ D_1 - 0.2384$ $BE_4 = 0.0128\ D_1^2 + 0.0298\ D_1 - 0.0483$
11	राइटिया टिंक्टोरिया *Wrightia tinctoria*	$BE_1 = 844.1903\ D^2 - 209.0971\ D + 22.2997$ $BE_2 = 32.1939\ D^2 - 5.8653\ D + 0.8683$ $BE_3 = 0.1241\ D_1^2 + 0.3036\ D_1 - 0.2649$ $BE_4 = 0.0054\ D_1^2 + 0.0148\ D_1 - 0.0268$
12	सिजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	$BE_1 = 855.3180\ D^2 - 242.6737\ D + 46.4286$ $BE_2 = 53.5761\ D^2 - 11.0837\ D + 2.0611$ $BE_3 = 0.1650\ D_1^2 + 1.5328\ D_1 - 1.9294$ $BE_4 = 0.0108\ D_1^2 + 0.0597\ D_1 - 0.0420$

Western Ghats

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = 426.4085\ D^2 - 65.3303\ D + 30.9354$ $BE_2 = 4.0598\ D^2 + 1.0953\ D + 0.3664$ $BE_3 = 0.3533\ D_1^2 + 0.1121\ D_1 - 0.3794$ $BE_4 = 0.0015\ D_1^2 + 0.0013\ D_1 + 0.0066$
2	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = 1983.9425\ D^3 - 1588.1130\ D^2 + 533.6380\ D - 23.3952$ $BE_2 = 6.6210\ D^2 - 1.2689\ D + 0.4737$ $BE_3 = 0.3349\ D_1^2 - 0.3465\ D_1 + 1.9953$ $BE_4 = 0.0012\ D_1^2 + 0.0045\ D_1 + 0.0504$
3	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 1815.5165 - 1348.7147\ D^2 + 594.0835\ D - 29.0793$ $BE_2 = 44.8486\ D^2 - 8.7590\ D + 1.2305$ $BE_3 = 0.4186\ D_1^2 - 1.3886\ D_1 + 2.4775$ $BE_4 = 0.0105\ D_1^2 - 0.0363\ D_1 + 0.1030$
4	होलेरहिना पबसैन्स/एन्टीडिसेन्ट्रिका *Holarrhena pubescens* Syn. *H. antidysenterica*	$BE_1 = 140.3103\ D^2 + 199.3693\ D - 8.2801$ $BE_2 = 6.6914\ D^2 + 11.6819\ D - 0.7106$ $BE_3 = 0.1875\ D_1^2 + 0.4663\ D_1 + 1.2023$ $BE_4 = 0.0656\ D_1 - 0.0051$
5	टर्मिनेलिया पेनिक्यूलाटा *Terminalia paniculata*	$BE_1 = 362.5509\ D^2 + 278.3135\ D - 17.7837$ $BE_2 = 8.1731\ D^2 + 10.4816\ D - 0.7031$ $BE_3 = 0.2724\ D_1^2 - 0.0125\ D_1 - 0.0558$ $BE_4 = 0.0064\ D_1^2 - 0.0052\ D_1 + 0.0306$
6	मैकारैंगा पेलटाटा *Macaranga peltata*	$BE_1 = -351.6206\ D^2 + 698.1528\ D - 49.8923$ $BE_2 = -17.3870\ D^2 + 43.6160\ D - 3.0387$ $BE_3 = 0.2502\ D_1^2 + 0.1864\ D_1 - 0.4365$ $BE_4 = 0.0208\ D_1^2 - 0.0584\ D_1 + 0.0589$
7	सिजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	$BE_1 = 1720.1630\ D^2 - 423.8031\ D + 49.9381$ $BE_2 = 30.1113\ D^3 + 47.5624\ D^2 - 12.5773\ D + 2.7618$ $BE_3 = 0.4284\ D_1^2 - 1.4660\ D_1 + 2.4189$ $BE_4 = 0.0222\ D_1^2 - 0.0127\ D_1 + 0.0632$
8	सैलिशेरा ट्रीजूगा/ओलिओसा *Schleichera trijuga/ S.oleosa*	$BE_1 = -23.7715\ D^2 + 374.0009\ D - 11.3382$ $BE_2 = 13.2675\ D^2 + 10.6145\ D + 0.7554$ $BE_3 = 0.5121\ D_1^2 - 1.2087\ D_1 + 1.9627$ $BE_4 = 0.0058\ D_1^2 + 0.1484\ D_1 + 0.0070$
9	मिरिसटिका मालाबारिका *Myristica malabarica*	$BE_1 = 368.3320\ D^2 + 159.3366\ D + 7.8771$ $BE_2 = 16.2036\ D^2 + 5.4228\ D + 1.5594$ $BE_3 = 0.3164\ D_1^2 + 0.3275\ D_1 + 0.2305$ $BE_4 = 0.0340\ D_1^2 - 0.1066\ D_1 + 0.2631$
10	आरटोकारपस हैटिरोफाएलस/ इंटीगरीफोलिया *Artocarpus heterophyllus* Syn. *Artocarpus integrifolia*	$BE_1 = -187.2610\ D^2 + 496.1925\ D - 31.2311$ $BE_2 = -4.7945\ D^2 + 26.9481\ D - 1.5618$ $BE_3 = 0.3121\ D_1^2 - 0.7693\ D_1 + 1.1439$ $BE_4 = 0.0197\ D_1^2 - 0.0557\ D_1 + 0.1090$
11	पाइनस पैटूला *Pinus patula*	$BE_1 = 593.5119\ D^2 + 67.7435\ D + 6.1820$ $BE_2 = 91.3057\ D^2 - 13.2752\ D + 2.3799$ $BE_3 = 0.3316\ D_1^2 + 0.5356\ D_1 - 0.2299$ $BE_4 = 0.0117\ D_1^2 + 0.1553\ D_1 - 0.0117$
12	लेजरस्ट्रॉमिया लेन्सियोलाटा/ माइक्रोकारपा *Lagerstroemia lanceolata* Syn. *L. microcarpa*	$BE_1 = -123.7223\ D^2 + 290.7752\ D - 13.5650$ $BE_2 = -2.7947\ D^2 + 7.1714\ D - 0.3286$ $BE_3 = 0.2400\ D_1^2 - 0.1514\ D_1 + 0.7339$ $BE_4 = 0.0041\ D_1^2 - 0.0095\ D_1 + 0.0495$

13	ऑलिया डायोका *Olea dioica*	$BE_1 = 362.7717\ D^2 + 210.9870\ D - 12.1988$ $BE_2 = 23.3807\ D^2 + 3.2779\ D + 0.2784$ $BE_3 = 0.1892\ D_1^2 + 0.4478\ D_1 - 0.0970$ $BE_4 = 0.0037\ D_1^2 + 0.0383\ D_1 + 0.0399$
14	एपोरोसा कॉर्डियोस्परमम/लिन्डलियना *Aporosa cardiosperma* Syn. *A. lindleyana*	$BE_1 = 530.3446\ D^2 - 110.2824\ D + 24.3668$ $BE_2 = 35.9394\ D^2 - 2.9608\ D + 0.8623$ $BE_3 = 0.2798\ D_1^2 + 0.0430\ D_1 + 0.0606$ $BE_4 = 0.0107\ D_1^2 + 0.0178\ D_1 - 0.0003$
15	पैलाक्यूम इलिप्टिकम *Palaquim ellipticum*	$BE_1 = 775.1896\ D^2 + 125.0958\ D - 6.8587$ $BE_2 = 110.1075\ D^2 - 30.0260\ D + 2.9517$ $BE_3 = 0.0466\ D_1^3 - 0.3060\ D_1^2 + 1.4217\ D_1 - 0.3071$ $BE_4 = 0.0020\ D_1^3 - 0.0205\ D_1^2 + 0.0923\ D_1 + 0.0019$
16	जाएलिया जाएलोकॉरपा *Xylia xylocarpa*	$BE_1 = 568.7019\ D^2 - 55.8345\ D + 21.9233$ $BE_2 = 41.5004\ D^2 - 8.6750\ D + 1.3020$ $BE_3 = 0.2545\ D_1^2 + 0.2466\ D_1 + 0.0771$ $BE_4 = 0.0093\ D_1^2 - 0.0287\ D_1 + 0.0676$
17	एक्रोकॉरपस फरैक्सीनिफोलियस *Acrocarpus fraxinifolius*	$BE_1 = 461.9579\ D^2 - 2.3924\ D + 13.4012$ $BE_2 = 6.3026\ D^2 + 7.7195\ D + 0.1565$

Eastern Ghats

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = -121.0216\ D^2 + 500.9042\ D - 28.9668$ $BE_2 = -5.4172\ D^2 + 25.3317\ D - 1.9576$ $BE_3 = 0.3864\ D_1^2 - 0.1017\ D_1 + 0.6930$ $BE_4 = 0.0119\ D_1^2 - 0.0244\ D_1 + 0.0553$
2	पेटेरोकॉरपस मॉरसूपियम *Pterocarpus marsupium*	$BE_1 = 110.8192\ D^2 + 214.1240\ D + 3.5771$ $BE_2 = 4.2573\ D^2 + 1.6800\ D + 0.9568$ $BE_3 = 0.4878\ D_1^2 - 0.9367\ D_1 + 0.5848$ $BE_4 = 0.0143\ D_1^2 - 0.0025\ D_1 + 0.0594$
3	जाएलिया जाएलोकॉरपा *Xylia xylocarpa*	$BE_1 = -496.1913\ D^3 + 1071.5492\ D^2 - 165.4776\ D + 23.4904$ $BE_2 = 14.0701\ D^2 + 3.9727\ D + 0.3602$ $BE_3 = 0.1199\ D_1^2 + 1.2698\ D_1 - 0.1217$ $BE_4 = 0.0048\ D_1^2 + 0.0336\ D_1 + 0.1327$
4	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 271.6220\ D^2 - 40.3564\ D + 19.9687$ $BE_2 = 11.1041\ D^2 - 1.5074\ D + 0.6238$ $BE_3 = 0.2214\ D_1^2 - 0.3856\ D_1 + 1.0501$ $BE_4 = 0.0083\ D_1^2 - 0.0262\ D_1 + 0.0415$
5	अलबिजिया अमारा *Albizia amara*	$BE_1 = -386.5990\ D^3 + 671.8284\ D^2 - 31.9297\ D + 13.2123$ $BE_2 = 9.0211\ D^2 + 0.9626\ D + 0.6121$ $BE_3 = 0.2472\ D_1^2 - 0.4306\ D_1 + 1.1724$ $BE_4 = 0.0103\ D_1^2 - 0.0305\ D_1 + 0.0394$
6	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = -40.7829\ D^2 + 287.6667\ D - 6.1942$ $BE_2 = 5.9678\ D^2 + 12.1631\ D - 0.0384$ $BE_3 = 0.2815\ D_1^2 + 0.1622\ D_1 - 0.3747$ $BE_4 = 0.0084\ D_1^2 + 0.0047\ D_1 + 0.0684$
7	सिजियम क्यूमिनी *Syzygium cumini*	$BE_1 = 986.1005\ D^2 - 92.1288\ D + 33.8089$ $BE_2 = 11.5552\ D^2 + 17.0550\ D - 0.7249$ $BE_3 = 0.4195\ D_1^2 - 1.3629\ D_1 + 2.2772$ $BE_4 = 0.0120\ D_1^2 + 0.0650\ D_1 - 0.0304$

8	परोटियम कोडेटम *Protium caudatum*	$BE_1 = -62.6698\ D^2 + 247.9972\ D + 0.1338$ $BE_2 = 11.8728\ D^2 - 2.2968\ D + 1.2622$ $BE_3 = 0.3017\ D_1^2 - 0.2789\ D_1 + 1.2292$ $BE_4 = 0.0050\ D_1^2 + 0.0070\ D_1 + 0.1057$
9	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = -169.7104\ D^2 + 395.4129\ D - 20.4598$ $BE_2 = -1.0487\ D^2 + 5.7623\ D + 0.0875$ $BE_3 = 0.3080\ D_1^2 - 0.2848\ D_1 + 1.2549$ $BE_4 = 0.0439\ D_1 + 0.0603$
10	बूचेनानिया कोचिनसिनेननसिस/ लेटिफोलिया/लंजान *Buchanania cochincinensis* Syn. *B. latifolia* Syn. *B. lanzan*	$BE_1 = 514.5816\ D^2 - 110.3860\ D + 19.3994$ $BE_2 = 26.1420\ D^2 - 1.3736\ D + 0.1491$ $BE_3 = 0.1721\ D_1^2 - 0.1164\ D_1 + 1.0897$ $BE_4 = 0.0029\ D_1^2 - 0.0005\ D_1 + 0.0924$
11	सेमिकॉरपस एनाकॉरडियम *Semecarpus anacardium*	$BE_1 = 238.3735\ D^2 + 154.6146\ D + 0.4939$ $BE_2 = -145.9652\ D^3 + 152.4208\ D^2 - 20.6768\ D + 1.1954$ $BE_3 = 0.4337\ D_1^2 - 1.7265\ D_1 + 2.9325$ $BE_4 = 0.0015\ D_1^2 + 0.0480\ D_1 + 0.0867$
12	मेमिसाएलोन एनगस्टीफोलियम *Memecylon angustifolium*	$BE_1 = 1066.9594\ D^2 + 17.0450\ D + 8.6471$ $BE_2 = 115.6513\ D^2 - 21.8666\ D + 2.4348$ $BE_3 = 0.2995\ D_1^2 - 0.6521\ D_1 + 1.0513$ $BE_4 = 0.0095\ D_1^2 + 0.0629\ D_1 - 0.0146$
13	यूकेलिप्टस ग्लोबुलस *Eucalyptus globulus*	$BE_1 = 557.4072\ D^2 - 32.8449\ D + 7.5162$ $BE_2 = 40.1676\ D^2 - 10.4524\ D + 1.5134$ $BE_3 = 0.0473\ D_1^2 + 1.4532\ D_1 - 0.9075$ $BE_4 = 0.0064\ D_1^2 + 0.0264\ D_1 + 0.0089$
14	ग्रीवीया टिलिफोलिया *Grewia tilifolia*	$BE_1 = 1,088.6600\ D^2 - 295.8026\ D + 31.3839$ $BE_2 = 31.8648\ D^2 - 5.8728\ D + 0.9027$ $BE_3 = 0.1080\ D_1^2 + 0.0197\ D_1 + 0.3650$ $BE_4 = 0.0027\ D_1^2 + 0.0187\ D_1 + 0.0524$
15	अलबिजिया *Albizia* sp.	$BE_1 = -0.5537\ D^2 + 311.6459\ D - 17.5544$ $BE_2 = 13.3705\ D^2 + 3.3486\ D - 0.0903$ $BE_3 = 0.2918\ D_1^2 - 0.3776\ D_1 + 0.3181$ $BE_4 = 0.0012\ D_1^2 + 0.0382\ D_1 + 0.0381$
16	क्लोरोजाएलोन सूईटेनिया *Chloroxylon swietenia*	$BE_1 = -37.7511\ D^2 + 567.6453\ D - 32.7446$ $BE_2 = -30.8783\ D^2 + 33.6090\ D - 1.5800$ $BE_3 = 0.4783\ D_1^2 - 1.7953\ D_1 + 2.8131$ $BE_4 = 0.0254\ D_1^2 - 0.0856\ D_1 + 0.1643$
17	डायोस्पायरोस मैलेनोजाएलोन *Diospyros melanoxylon*	$BE_1 = 363.4903\ D^2 + 63.6002\ D + 18.6796$ $BE_2 = 10.6620\ D^2 + 1.9007\ D + 0.6227$ $BE_3 = 0.4217\ D_1^2 - 0.8802\ D_1 + 1.7676$ $BE_4 = 0.0118\ D_1^2 - 0.0391\ D_1 + 0.0988$

West Coast

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 129.4544\ D^2 + 279.1008\ D - 15.8988$ $BE_2 = 3.7497\ D^2 + 10.4516\ D - 0.4220$ $BE_3 = 0.2705\ D_1^2 - 0.5967\ D_1 + 0.3978$ $BE_4 = 0.0095\ D_1^2 - 0.0183\ D_1 + 0.0300$
2	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = -210.8047\ D^2 + 363.7074\ D - 30.9608$ $BE_2 = -12.3596\ D^2 + 19.0225\ D - 1.4386$ $BE_3 = 0.0199\ D_1^2 + 0.4817\ D_1 - 0.0768$ $BE_4 = 0.0024\ D_1^2 + 0.0092\ D_1 + 0.0005$

3	टर्मिनेलिया पेनिक्यूलाटा *Terminalia paniculata*	$BE_1 = 89.4351\ D^2 + 144.8093\ D + 3.4972$ $BE_2 = 1.0052\ D^2 + 5.8501\ D - 0.2071$ $BE_3 = 0.2006\ D_1^2 + 0.0929\ D_1 - 0.1476$ $BE_4 = 0.0036\ D_1^2 + 0.0151\ D_1 - 0.0085$
4	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = 203.6969\ D^2 + 181.8029\ D - 4.7474$ $BE_2 = 19.0048\ D^2 + 2.7890\ D + 0.1024$ $BE_3 = 0.1883\ D_1^2 + 1.2756\ D_1 - 0.8306$ $BE_4 = 0.0127\ D_1^2 - 0.0328\ D_1 + 0.0646$
5	लेनिया कोरोमेन्डेलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 506.4382\ D^2 - 52.4468\ D + 3.0437$ $BE_2 = 7.7513\ D^2 + 0.3448\ D + 0.1622$ $BE_3 = 0.0941\ D_1^2 - 0.2675\ D_1 + 0.8115$ $BE_4 = 0.0020\ D_1^2 + 0.0278\ D_1 + 0.0088$
6	राइटिया टिंक्टोरिया *Wrightia tinctoria*	$BE_1 = 25.0382\ D^2 + 14.3874\ D + 3.4237$ $BE_2 = 2.5184\ D^2 + 1.4471\ D + 0.3444$ $BE_3 = 0.0188\ D_1^2 + 0.3085\ D_1 - 0.2230$ $BE_4 = 0.0034\ D_1^2 + 0.0226\ D_1 - 0.0197$
7	बोम्बैक्स सिबा *Bombax ceiba*	$BE_1 = 199.7191\ D^2 + 40.5382\ D + 2.7931$ $BE_2 = 5.1029\ D^2 + 1.0464\ D + 0.0809$ $BE_3 = 0.0694\ D_1^2 + 0.5091\ D_1 - 0.1759$ $BE_4 = 0.0004\ D_1^2 + 0.0318\ D_1 + 0.0309$
8	टर्मिनेलिया बेलेरिका *Terminalia bellirica*	$BE_1 = 266.6358\ D^2 + 290.2640\ D - 23.9759$ $BE_2 = 5.2817\ D^2 + 7.7464\ D - 0.0264$ $BE_3 = 0.1241\ D_1^2 + 0.7381\ D_1 - 0.8244$ $BE_4 = 0.0021\ D_1^2 + 0.0313\ D_1 - 0.0278$
9	जाएलिया जाएलोकॉरपा *Xylia xylocarpa*	$BE_1 = 339.0974\ D^2 + 152.6241\ D - 7.9297$ $BE_2 = 11.2178\ D^2 + 3.3692\ D + 0.2132$ $BE_3 = 0.1214\ D_1^2 + 0.3886\ D_1 + 1.4836$ $BE_4 = 0.0046\ D_1^2 + 0.0077\ D_1 + 0.1764$
10	कैरिया ऑरबोरिया *Careya arborea*	$BE_1 = 458.3502\ D^2 - 89.9168\ D + 10.8998$ $BE_2 = 36.5716\ D^2 - 7.1744\ D + 0.8697$ $BE_3 = 0.0434\ D_1^2 + 0.8321\ D_1 - 0.8767$ $BE_4 = 0.0140\ D_1^2 - 0.0328\ D_1 + 0.0291$
11	ब्रिडिलिया रेटूसा/स्क्यूमोसा *Bridelia retusa* Syn. *B. squamosa*	$BE_1 = 274.2959\ D^2 - 15.3477\ D + 6.6623$ $BE_2 = 4.3652\ D^2 + 5.8977\ D + 0.0525$ $BE_3 = 0.7561\ D_1 + 0.0612$ $BE_4 = 0.0081\ D_1^2 - 0.0285\ D_1 + 0.0630$
12	बोस्विलिया सिराटा *Boswellia serrata*	$BE_1 = -645.0798\ D^3 + 1113.3680\ D^2 - 259.1198\ D + 27.2892$ $BE_2 = -34.4889\ D^3 + 59.3882\ D^2 - 14.6827\ D + 1.5184$ $BE_3 = 0.1294\ D_1^2 - 0.0842\ D_1 + 0.1589$ $BE_4 = 0.0037\ D_1^2 + 0.0198\ D_1 + 0.0092$
13	अकेसिया कटेचू *Acacia catechu*	$BE_3 = 0.1804\ D_1^2 - 0.1351\ D_1 + 0.0823$ $BE_4 = 0.0077\ D_1^2 - 0.0163\ D_1 + 0.0109$

East Coast

S.No.	Species Name	Biomass Equation
1	एनोजिसस लेटिफोलिया *Anogeissus latifolia*	$BE_1 = 674.1855\ D^2 - 110.5556\ D + 29.0428$ $BE_2 = 33.2586\ D^3 - 19.0005\ D^2 + 8.5843\ D + 0.1585$ $BE_3 = 0.3659\ D_1^2 - 0.4339\ D_1 + 2.8980$ $BE_4 = 0.0109\ D_1^2 - 0.0210\ D_1 + 0.0506$

2	क्लोरोजाएलॉन सूईटेनिया *Chloroxylon swietenia*	$BE_1 = 765.2303\ D^2 + 168.2262\ D - 3.0852$ $BE_2 = 8.9006\ D^2 + 9.2803\ D + 0.2925$ $BE_3 = 0.3048\ D_1^2 + 0.0510\ D_1 + 1.3016$ $BE_4 = 0.0192\ D_1^2 - 0.0604\ D_1 + 0.1462$
3	हार्डविकिया बिनाटा *Hardwickia binata*	$BE_1 = 77.1275\ D^2 + 151.8085\ D - 3.8947$ $BE_2 = 16.5442\ D^2 + 2.5420\ D + 0.2356$ $BE_3 = 0.2191\ D_1^2 - 0.4328\ D_1 + 1.0074$ $BE_4 = 0.0135\ D_1^2 - 0.0276\ D_1 + 0.0517$
4	लेनिया कोरोमेन्डलिका/ग्रांडिस *Lannea coromandelica* Syn. *Lannea grandis*	$BE_1 = 432.2980\ D^2 - 76.6868\ D + 19.1344$ $BE_2 = 14.5699\ D^2 - 2.4830\ D + 0.7867$ $BE_3 = 0.3170\ D_1^2 - 0.9568\ D_1 + 1.4400$ $BE_4 = 0.0098\ D_1^2 - 0.0331\ D_1 + 0.0500$
5	टर्मिनेलिया क्रेनूलाटा/टोमेन्टोसा *Terminalia crenulata/ T. tomentosa*	$BE_1 = 53.1260\ D^2 + 168.7540\ D - 4.2270$ $BE_2 = 8.2135\ D^2 + 10.4334\ D - 0.2935$ $BE_3 = 0.3285\ D_1^2 - 0.8470\ D_1 + 1.5459$ $BE_4 = 0.0056\ D_1^2 + 0.0240\ D_1 + 0.0470$
6	अलबिजिया अमारा *Albizia amara*	$BE_3 = 0.1924\ D_1^2 + 0.8919\ D_1 - 1.3365$ $BE_4 = 0.0117\ D_1^2 - 0.0395\ D_1 + 0.0487$
7	बोसविलिया सिराटा *Boswellia serrata*	$BE_1 = 131.8646\ D^2 + 151.2382\ D - 6.7430$ $BE_2 = 5.7979\ D^2 + 7.9756\ D - 0.1766$ $BE_3 = 0.1619\ D_1^2 + 0.0616\ D_1 + 0.1171$ $BE_4 = 0.0102\ D_1^2 - 0.0267\ D_1 + 0.0624$
8	पैटेरोकॉरपस मारसूपियम *Pterocarpus marsupium*	$BE_1 = 36.2830\ D^2 + 180.2650\ D + 6.6087$ $BE_2 = 2.3214\ D^2 + 3.1932\ D + 0.6980$ $BE_3 = 0.4378\ D_1^2 - 1.2914\ D_1 + 1.6650$ $BE_4 = 0.0047\ D_1^2 + 0.0659\ D_1 - 0.0257$
9	जिजिफस जाएलोपाएरस *Ziziphus xylopyrus*	$BE_1 = 700.8008\ D^2 - 165.1396\ D + 18.5104$ $BE_2 = 9.8070\ D^2 - 1.2673\ D + 0.2926$ $BE_3 = 0.0610\ D_1^2 + 0.7082\ D_1 + 0.0818$ $BE_4 = 0.0049\ D_1^2 - 0.0135\ D_1 + 0.0390$
10	दलबर्जिया लैन्सियोलेरिया/पैनीक्यूलाटा *Dalbergia lanceolaria* Syn. *D. paniculata*	$BE_1 = 843.0770\ D^2 - 201.6857\ D + 31.5918$ $BE_2 = 18.1052\ D^2 + 1.8575\ D + 0.3899$ $BE_3 = 0.2468\ D_1^2 - 0.3282\ D_1 + 0.6072$ $BE_4 = 0.0091\ D_1^2 + 0.0517\ D_1 - 0.0079$
11	ग्रीविया *Grewia* sp.	$BE_1 = 431.9626\ D^2 + 42.0418\ D + 5.3807$ $BE_2 = 23.9226\ D^2 - 1.6761\ D + 0.4293$ $BE_3 = 0.2228\ D_1^2 - 0.2016\ D_1 + 0.7210$ $BE_4 = 0.0039\ D_1^2 + 0.0185\ D_1 + 0.0143$
12	डोलीचनड्रॉन फलकाटा *Dolichandrone falcata*	$BE_3 = 0.2869\ D_1^2 - 0.7273\ D_1 + 1.1723$
13	ग्रीविया टिलीफोलिया *Grewia tilifolia*	$BE_1 = 774.4589\ D^2 - 116.1260\ D + 18.3122$ $BE_2 = 36.5148\ D^2 - 7.4833\ D + 0.8974$ $BE_3 = 0.1224\ D_1^2 + 0.5551\ D_1 - 0.5487$ $BE_4 = 0.0021\ D_1^2 + 0.0203\ D_1 + 0.0515$
14	टैक्टोना ग्रांडिस *Tectona grandis*	$BE_1 = 621.9517\ D^2 - 154.0887\ D + 25.0716$ $BE_2 = 9.0619\ D^2 - 1.0880\ D + 0.5854$ $BE_3 = 0.3555\ D_1^2 - 1.1680\ D_1 + 1.8808$ $BE_4 = 0.0017\ D_1^2 + 0.0248\ D_1 + 0.0803$
15	स्टरकूलिया यूरैन्स *Sterculia urens*	$BE_1 = -48.6227\ D^2 + 94.6488\ D - 0.0630$ $BE_2 = -0.0177\ D^2 + 4.8882\ D - 0.0948$ $BE_3 = 0.1480\ D_1^2 + 0.0066\ D_1 + 0.5951$ $BE_4 = 0.0010\ D_1^2 + 0.0366\ D_1 - 0.0128$

16	डायोस्पाएरोस *Diospyros* sp.	$BE_1 = 164.0576\ D^2 + 98.0941\ D + 1.3802$ $BE_2 = 7.4373\ D^2 + 3.4612\ D - 0.0140$ $BE_3 = 0.1460\ D_1^2 + 0.1213\ D_1 + 0.8565$ $BE_4 = 0.0060\ D_1^2 - 0.0218\ D_1 + 0.0310$
17	राइटिया टिंक्टोरिया *Wrightia tinctoria*	$BE_1 = 111.7943\ D^2 + 0.7670\ D + 4.4363$ $BE_2 = 8.5389\ D^2 + 0.8670\ D + 0.3686$ $BE_3 = 0.0539\ D_1^2 + 0.1154\ D_1 + 0.4646$ $BE_4 = 0.0048\ D_1^2 + 0.0126\ D_1 - 0.0080$
18	अकेसिया सुन्द्रा *Acacia sundra*	$BE_1 = -46.9981\ D^2 + 148.5105\ D + 1.1821$ $BE_2 = -1.0538\ D^2 + 4.4842\ D + 0.0021$ $BE_3 = 0.1821\ D_1^2 + 0.2052\ D_1 + 1.7224$ $BE_4 = 0.0081\ D_1^2 - 0.0249\ D_1 + 0.0269$

अनुलग्नक III भारत की प्रमुख काष्ठ प्रजातियों के विशिष्ट गुरूत्व

काष्ठ घनत्व एवं विशिष्ट गुरूत्व

विशिष्ट गुरूत्व एवं घनत्व द्रव्यमान को परिभाषित करते हैं तथा विभिन्न पदार्थों की तुलना करने में प्रयोग किये जा सकते हैं, किसी पदार्थ के इकाई आयतन में निहित द्रव्यमान को उस पदार्थ का घनत्व कहते हैं। सामान्यतः यह ग्राम प्रति घन सेंटी मीटर या किलो ग्राम प्रति घन मीटर की इकाई मे व्यक्त किया जाता हैं।

विशिष्ट गुरूत्व किसी पदार्थ के घनत्व को जल के घनत्व से भाग करने पर प्राप्त संख्या हैं। चूकि सामान्य ताप एवं दाब पर जल का घनत्व 1 ग्राम/सेमी^{3} होता है अतः विशिष्ट गुरूत्व सामान्यतः पदार्थ के घनत्व के बराबर ही होती हैं (इकाई रहित)। भारत की प्रमुख काष्ठ प्रजातियो के विशिष्ट गुरूत्व के बारे मे जानकारी उपलब्ध हैं अतः घनत्व के स्थान पर विशिष्ट गुरूत्व का प्रयोग किया गया हैं।

काष्ठ प्रजाति	विशिष्ट गुरूत्व (i.e. wt. oven dry/vol. green)
अकेसिआ कटेचू (खैर) *(Acacia catechu)*	0.875
अकेसिआ *(Acacia leucophloea)*	0.660
एगल मार्मेलोस (बील, बेल) *(Aegle marmelos)*	0.754
अनोगीसुस लेटिफोलिया धावड़ा *(Anogeissus latifolia)*	0.799
अजाडिरेक्टा इण्डिका नीम *(Azadirachta indica)*	0.693
बाउहिनिआ मालाबारिका *(Bauhinia malabarica)*	0.670
ब्रिडेलिया रेटुसा *(Bridelia retusa)*	0.499
बुचनानिआ कोचिनचाइनेन्सिस/लांजान चार *(Buchanania cochinchinensis)*	0.458
बुटिआ मोनोस्पर्मा पलाश *(Butea monosperma)*	0.465
कजेरिआ टोमेण्टोसा *(Casearia tomentosa)*	0.620
केसिआ फिस्टुला *(Cassia fistula)*	0.746
क्लोरोजाइलोन स्वीटेनिआ भिर्रा *(Chloroxylon swietenia)*	0.771
दालबर्जिआ लेटिफोलिआ पहाडि शीशम *(Dalbergia latifolia)*	0.750
दालबर्जिआ पेनिकुलाटा *(Dalbergia paniculata)*	0.640
डायरोस्पिरोस मिलानॉजाइलोन तेन्दु *(Diospyros melanoxylon)*	0.678
गार्डेनिया लेटिफोलिया पाप्डा *(Gardenia latifolia)*	0.635
ग्रेविआ टिलिफोलिआ *(Grewia tilifolia)*	0.679
हल्दिना कोर्डिफोलिआ *(Haldina cordifolia)*	0.597

काष्ठ प्रजाति	विशिष्ट गुरूत्व (i.e. wt. oven dry/vol. green)
लेजेर्स्ट्रोमिआ पार्विफ्लोरा लेंड़िआ *(Lagerstroemia parviflora)*	0.620
लेनेआ कोरोमन्डालिका (गूंजा) *(Lannea coromandelica)*	0.513
मधुका लौंगिफोलिआ (महुआ) *(Madhuca longifolia)*	0.740
ऊजिनिया उजिनेन्सिस *(Ougenia oojeinensis)*	0.704
फाईलेन्थस इम्बेलिका *(Phyllanthus emblica)*	0.800
टेरोकार्पस मार्सुपियम (बीजा) *(Pterocarpus marsupium)*	0.649
सेक्कोपेटालम टोमेण्टोसम *(Saccopetalum tomentosum)*	0.615
सेमेकार्पस अनाकार्डियम *(Semecarpus anacardium)*	0.640
स्लेइचेरा ओलिओसा *(Schleichera oleosa)*	0.841
सोय्मिडा फेब्रिफुगा *(Soymida febrifuga)*	0.963
सिजिजियम क्युमिनि जामुन *(Syzygium cumini)*	0.647
टेमेरिण्डस इण्डिका *(Tamarindus indica)*	0.750
टेक्टोना ग्राण्डिस (सागौन) *(Tectona grandis)*	0.563
टर्मिनेलिआ बेलेरिका *(Terminalia bellirica)*	0.628
टर्मिनेलिआ चेबुला *(Terminalia chebula)*	0.642
टर्मिनेलिआ टोमेण्टोसा *(Terminalia tomentosa)*	0.730

Source: Rajput et al., 1996

अनुलग्नक IV

डाटा एनालिसिस का उदाहरण

Tree Analysis

Tree ID	Local Name	Botanical Name	CBH (cm)	Height (m)	D (cm)	D (m)	Sqrt D	D^2	D^3	Sqrt V	V/D^2	V (m^3)	V (m^3/ha)	WD	Bole Biomass (BB)(t/ha)	BE1 (Kg)	BE2 (Kg)	B (Kg)	B (t)	AGB (BB+B) (t/ha)
1	Mahua	*Madhuca longifolia*	120	15	38.22	0.38	0.62	0.15	0.06			0.6	5.99	0.74	4.44	119.8	2.05	121.81	0.12	4.56
2	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	32	8	10.19	0.1	0.32	0.01	0			0.03	0.33	0.62	0.2	6.85	0.52	7.38	0.01	0.21
3	Char	*Buchanania cochinchinensis*	88	12	28.03	0.28	0.53	0.08	0.02			0.33	3.26	0.46	1.49	37.02	2.46	39.48	0.04	1.53
4	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	60	10	19.11	0.19	0.44	0.04	0.01	0.4		0.16	1.58	0.62	0.97	25.69	1.34	27.03	0.03	1
5	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	52	10	16.56	0.17	0.41	0.03	0	0.33		0.11	1.09	0.62	0.67	18.65	1.07	19.72	0.02	0.69
6	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	32	8	10.19	0.1	0.32	0.01	0			0.03	0.33	0.62	0.2	6.85	0.52	7.38	0.01	0.21
7	Dudhai	*Wrigh tiatinctoria*	55	8	17.52	0.18	0.42	0.03	0.01	0.31		0.09	0.95	0.75	0.71	12.66	0.45	13.11	0.01	0.73
8	Dudhai	*Wrightia tinctoria*	40	8	12.74	0.13	0.36	0.02	0	0.2		0.04	0.41	0.75	0.31	8.66	0.28	8.94	0.01	0.31
9	Saja	*Terminalia tomentosa*	130	20	41.4	0.41	0.64	0.17	0.07			1.58	15.8	0.73	11.53	123.2	4.5	127.72	0.13	11.66
10	Mahua	*Madhucalongifolia*	92	10	29.3	0.29	0.54	0.09	0.03			0.33	3.29	0.74	2.43	84.3	1.5	85.8	0.09	2.52
11	Char	*Buchanania cochinchinensis*	102	12	32.48	0.32	0.57	0.11	0.03			0.46	4.6	0.46	2.11	46.7	3.12	49.82	0.05	2.16
12	Kosam	*Schleicheraoleosa*	136	13	43.31	0.43	0.66	0.19	0.08			1.75	17.53	0.84	14.74	133.5	4.73	138.25	0.14	14.88
13	Mahua	*Madhuca longifolia*	100	12	31.85	0.32	0.56	0.1	0.03			0.4	3.99	0.74	2.95	94.11	1.65	95.76	0.1	3.05
14	Saja	*Terminalia tomentosa*	42	10	13.38	0.13	0.37	0.02	0			0.1	0.99	0.73	0.73	24.4	0.98	25.39	0.03	0.75
15	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	56	10	17.83	0.18	0.42	0.03	0.01			0.13	1.25	0.62	0.78	24.59	1.21	25.8	0.03	0.8
16	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	32	11	10.19	0.1	0.32	0.01	0			0.03	0.33	0.62	0.2	6.85	0.52	7.38	0.01	0.21
17	Char	*Buchanania cochinchinensis*	68	10	21.66	0.22	0.47	0.05	0.01			0.18	1.76	0.46	0.8	24.73	1.69	26.42	0.03	0.83
18	Char	*Buchanania cochinchinensis*	52	10	16.56	0.17	0.41	0.03	0			0.09	0.91	0.46	0.41	16.21	1.23	17.44	0.02	0.43
19	Mahua	*Madhuca longifolia*	48	6	15.29	0.15	0.39	0.02	0			0.05	0.5	0.74	0.37	34.97	0.63	35.61	0.04	0.41
20	Mahua	*Madhuca longifolia*	52	8	16.56	0.17	0.41	0.03	0			0.07	0.68	0.74	0.5	39.14	0.71	39.85	0.04	0.54
21	Mahua	*Madhuca longifolia*	48	10	15.29	0.15	0.39	0.02	0			0.05	0.5	0.74	0.37	34.97	0.63	35.61	0.04	0.41
22	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	32	10	10.19	0.1	0.32	0.01	0	0.21		0.04	0.42	0.62	0.26	4.61	0.47	5.08	0.01	0.26
23	Mahua	*Madhuca longifolia*	32	10	10.19	0.1	0.32	0.01	0		3.95	0.04	0.41	0.74	0.3	18.98	0.32	19.3	0.02	0.32
24	Mahua	*Madhuca longifolia*	52	10	16.56	0.17	0.41	0.03	0			0.07	0.68	0.74	0.5	39.14	0.71	39.85	0.04	0.54
25	Mahua	*Madhuca longifolia*	34	10	10.83	0.11	0.33	0.01	0		4.01	0.05	0.47	0.74	0.35	20.92	0.36	21.28	0.02	0.37
26	Mahua	*Madhuca longifolia*	38	10	12.1	0.12	0.35	0.01	0			0.01	0.11	0.74	0.08	24.86	0.44	25.29	0.03	0.11
27	Mahua	*Madhuca longifolia*	66	11	21.02	0.21	0.46	0.04	0.01			0.14	1.43	0.74	1.05	54.21	0.99	55.2	0.06	1.11
28	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	96	10	30.57	0.31	0.55	0.09	0.03		7.05	0.66	6.59	0.77	5.08	165.5	3.58	169.05	0.17	5.25
29	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	46	10	14.65	0.15	0.38	0.02	0	0.28		0.08	0.81	0.62	0.5	13.9	0.88	14.78	0.01	0.51
30	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	48	10	15.29	0.15	0.39	0.02	0		4.87	0.11	1.14	0.77	0.88	42.95	1.59	44.54	0.04	0.92
31	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	34	8	10.83	0.11	0.33	0.01	0		4.01	0.05	0.47	0.77	0.36	15	1.01	16.01	0.02	0.38
32	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	85	10	27.07	0.27	0.52	0.07	0.02		6.72	0.49	4.93	0.77	3.8	133.7	3.12	136.86	0.14	3.93
33	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	32	10	10.19	0.1	0.32	0.01	0		3.95	0.04	0.41	0.77	0.32	11.29	0.93	12.22	0.01	0.33
34	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	32	10	10.19	0.1	0.32	0.01	0			0.03	0.33	0.62	0.2	6.85	0.52	7.38	0.01	0.21
35	Bija	*Pterocarpus marsupium*	54	10	17.2	0.17	0.41	0.03	0.01	0.49		0.24	2.44	0.65	1.58	20.33	1.14	21.47	0.02	1.61
36	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	35	10	11.15	0.11	0.33	0.01	0		4.05	0.05	0.5	0.77	0.39	16.88	1.05	17.93	0.02	0.41
37	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	32	4	10.19	0.1	0.32	0.01	0		3.95	0.04	0.41	0.77	0.32	11.29	0.93	12.22	0.01	0.33
38	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	58	10	18.47	0.18	0.43	0.03	0.01		5.5	0.19	1.88	0.77	1.45	65.06	2	67.07	0.07	1.52
39	Baheda	*Terminalia bellirica*	50	10	15.92	0.16	0.4	0.03	0	0.4		0.16	1.56	0.63	0.98	25.23	1.17	26.4	0.03	1.01
40	Ghiriya	*Chloroxylon swietenia*	32	10	10.19	0.1	0.32	0.01	0		3.95	0.04	0.41	0.77	0.32	11.29	0.93	12.22	0.01	0.33
41	Mohan	*Lannea coromandelica*	54	10	17.2	0.17	0.41	0.03	0.01		5.42	0.16	1.6	0.51	0.82	27.15	2.33	29.48	0.03	0.85
																				68.18

Sapling Analysis

Tree ID	Local Name	Botanical Name	CBH (cm)	Height (m)	D^1 (cm)	D^1 (cm)	D_1^3 (cm)	BE3 (Kg)	BE4 (Kg)	B=BE3+BE4 (Kg)	B (t/ha)
1	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	26.00	4.00	8.28	68.56		11.28	0.83	12.11	0.01
2	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	26.00	6.00	8.28	68.56		15.99	0.70	16.69	0.02
3	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	11.00	4.00	3.50	12.27		1.79	0.18	1.96	0.00
4	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	10.00	3.00	3.18	10.14		1.48	0.15	1.63	0.00
5	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	20.00	4.00	6.37	40.57		4.58	0.20	4.78	0.00
6	Saaj	*Terminalia tomentosa*	26.00	3.00	8.28	68.56		11.60	0.45	12.05	0.01
7	Saaj	*Terminalia tomentosa*	16.00	3.00	5.10	25.96		4.82	0.20	5.02	0.01
8	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	20.00	5.00	6.37	40.57		4.58	0.20	4.78	0.00
9	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	19.00	4.00	6.05	36.61		5.72	0.46	6.18	0.01
10	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	18.00	6.00	5.73	32.86		5.09	0.41	5.50	0.01
11	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	26.00	6.00	8.28	68.56		11.28	0.83	12.11	0.01
12	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	26.00	4.00	8.28	68.56		11.28	0.83	12.11	0.01
13	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	18.00	8.00	5.73	32.86		5.09	0.41	5.50	0.01
14	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	14.00	3.00	4.46	19.88		3.02	0.09	3.12	0.00
15	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	26.00	4.00	8.28	68.56		6.37	0.37	6.74	0.01
16	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	12.00	6.00	3.82	14.61		2.14	0.20	2.34	0.00
17	Saaj	*Terminalia tomentosa*	18.00	3.00	5.73	32.86		5.93	0.24	6.17	0.01
18	Saaj	*Terminalia tomentosa*	28.00	4.00	8.92	79.52		13.33	0.52	13.85	0.01
19	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	14.00	6.00	4.46	19.88		7.16	0.27	7.43	0.01
20	Tendu	*Diospyros melanoxylon*	26.00	5.00	8.28	68.56		8.00	0.78	8.78	0.01
21	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	14.00	6.00	4.46	19.88		2.96	0.26	3.22	0.00
22	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	10.00	3.00	3.18	10.14		1.48	0.15	1.63	0.00
23	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	16.00	5.00	5.10	25.96		3.94	0.33	4.27	0.00
24	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	10.00	3.00	3.18	10.14		1.48	0.15	1.63	0.00
25	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	10.00	3.00	3.18	10.14		1.48	0.15	1.63	0.00
26	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	16.00	5.00	5.10	25.96		3.94	0.33	4.27	0.00
27	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	18.00	4.00	5.73	32.86		5.09	0.41	5.50	0.01
28	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	10.00	3.00	3.18	10.14		2.12	0.05	2.17	0.00
29	Lendia	*Lagerstroemia parviflora*	16.00	3.00	5.10	25.96		3.52	0.12	3.64	0.00
30	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	24.00	6.00	7.64	58.42		9.49	0.71	10.20	0.01
31	Moyem	*Lannea coromandelica*	18.00	4.00	5.73	32.86	188.38	2.15	0.46	2.60	0.00
32	Dudhai	*Wrightia tinctoria*	18.00	4.00	5.73	32.86		3.79	0.10	3.89	0.00
33	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	14.00	3.00	4.46	19.88		2.96	0.26	3.22	0.00
34	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	15.00	3.00	4.78	22.82		3.43	0.30	3.73	0.00
35	Tendu	*Diospyros melanoxylon*	22.00	3.00	7.01	49.09		6.46	0.63	7.09	0.01
36	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	10.00	3.00	3.18	10.14		1.48	0.15	1.63	0.00
37	Ghirya	*Chloroxylon swietenia*	20.00	4.00	6.37	40.57		6.39	0.50	6.90	0.01
38	Kari	*Saccopetalum tomentosum*	26.00	8.00	8.28	68.56		15.99	0.70	16.69	0.02
											0.23

Herb Biomass

Plot No.	Sample No.	Actual Fresh Weight (g)	Dry Weight (g)	Total Biomass (t/ha)	Average Herb Biomass (t/ha)
1	H1	80	25.2	0.2520	0.2810
	H2	88	31.8	0.3180	
	H3	60	26.2	0.2620	
	H4	90	29.2	0.2920	

Shrub Biomass

Plot No.	Sample No.	Actual Fresh Weight (g)	Sample Fresh Weight (g)	Dry Weight (g)	Biomass (g/m^2)	Total Biomass (t/ha)	Average Shrub Biomass (t/ha)
1	S1	980	100	40.6	397.88	3.98	2.36
	S2	300	100	25	75.00	0.75	

Aboveground Biomass (AGB) = Tree Biomass + Sapling Biomass + Shrub Biomass + Herb Biomass

AGB (t/ha) = 68.18 +0.23+2.36+0.2810 = 71.05 (t/ha)

Below ground Biomass (BGB)

Below ground biomass = Above ground biomass x Root-Shoot ratio

= 71.05 × 0.28 = 19.89 (t/ha)

Litter Biomass (LB)

Plot No.	Sample No.	Actual Fresh Weight (g)	Sample Fresh Weight (g)	Sample Dry Weight (g)	Biomass (g/m^2)	Total Biomass (t/ha)	Average Litter Biomass (t/ha)
1	L1	760	100	81.4	618.64	6.19	3.40
	L2	240	100	93.2	223.68	2.24	
	L3	190	100	94.6	179.74	1.80	
	L4	340	100	99.4	337.96	3.38	

Dead Wood (DWB)

Plot No.	Sample No.	Actual Fresh Weight (g)	Sample Fresh Weight (g)	Sample Dry Weight (g)	Biomass (g/m^2)	Total Biomass (t/ha)	Average Litter Biomass (t/ha)
1	L21	450	100	91.4	411.30	4.11	4.23
	L22	280	100	97	271.60	2.72	
	L23	760	100	92.6	703.76	7.04	
	L24	340	100	90.2	306.68	3.07	

Total Biomass (TB) = AGB+BGB+LB+DWB

= 71.05+19.89+3.40+4.23 = 98.57 (t/ha)

Vegetation Carbon = TB × 0.47

= 98.57 × 0.47 = 46.33 (t/ha)

Soil Organic Carbon

The amount of organic carbon to 30 cm depth in soil with a carbon value of 1.5 % and bulk density of 1.3g/cm3 is :

15 (g C/kg soil) x 1 300 000 (kg soil/ha) = 58.5 t/ha or

1.5 x 1.3 x 30 = 58.5 t/ha

Adjusting for gravel content

If there is gravel in the soil sample, laboratory results will need to be adjusted as this is taken out before carbon analyses. So if SOC was 1.5% but soil had 25% gravel (by volume) then: 1.5 - (1.5 x 0.25) = 1.1% SOC

Total Carbon = Vegetation Carbon + Soil Organic Carbon

= 46.33 + 58.5= 104.83 (t/ha)

अनुलग्नक V कार्बन स्टॉक आंकलन हेतु डाटा संग्रह फार्म

सामान्य सूचना

प्लॉट संख्या:	दिनांक:
कम्पार्टमेंट संख्या:	जीपीएस रीडिंग
वन रेंज:	
ढालान:	अक्षांश
ऐस्पेक्ट:	देशान्तर

A. वृक्ष (Trees) **प्लॉट आकार :** 31.62 m X 31.62 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेजी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)	टिप्पणी
1				
2				
3				
4				
5				

B. (a) किशोर वृक्ष (Saplings) : उत्तर–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार :** 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेजी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

B. (b) किशोर वृक्ष (Saplings) : उत्तर–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

B. (c) किशोर वृक्ष (Saplings) : दक्षिण–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

B. (d) किशोर वृक्ष (Saplings) : दक्षिण–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

C. (a) झाड़ियाँ (Shrubs) : उत्तर–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

C. (b) झाड़ियाँ (Shrubs) : उत्तर–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

C. (c) झाड़ियाँ (Shrubs) : दक्षिण–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

C. (d) झाड़ियाँ (Shrubs) : दक्षिण–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार** : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

D. (a) हर्ब्स (Herbs) : उत्तर–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार** : 1 m X 1 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

D. (b) हर्ब्स (Herbs) : उत्तर–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 1 m X 1 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

D. (c) हर्ब्स (Herbs) : दक्षिण–पूर्व कोना **प्लॉट आकार** : 1 m X 1 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

D. (d) हर्ब्स (Herbs) : दक्षिण–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार** : 1 m X 1 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी/अंग्रेजी/स्थानीय भाषा/वैज्ञानिक नाम)	कुल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल ताज़ा वजन (ग्रा.)	सैम्पल कोड
1				
2				
3				
4				
5				

E. गिरे हुए पत्ते, टहनियाँ, फल व बीज के सैम्पल का संग्रह **प्लॉट आकार :** 3 m X 3 m

a. उत्तर–पश्चिम कोना
   ताजा वजन (ग्राम में) = ...
   सैम्पल ताजा वजन (ग्राम में) = ...

b. उत्तर–पूर्व कोना
   ताजा वजन (ग्राम में) = ...
   सैम्पल ताजा वजन (ग्राम में) = ...

c. दक्षिण–पूर्व कोना
   ताजा वजन (ग्राम में) = ...
   सैम्पल ताजा वजन (ग्राम में) = ...

d. दक्षिण–पश्चिम कोना
   ताजा वजन (ग्राम में) = ...
   सैम्पल ताजा वजन (ग्राम में) = ...

G. मिट्टी के सैम्पल

a. **Bulk Density :** 0–10 सेमी., 10–20 सेमी. तथा 20–30 सेमी. की गहराई से मिट्टी के सैम्पल को इकट्ठा करने के लिए, कोरर का प्रयोग करें। हर कोर के सैम्पल को एक अलग पारदर्शी पॉलीथीन बैग में भर लें। एक स्थाई मार्कर पेन से उस बैग पर सैम्पल का नंबर डाल लें (उदाहरण के लिए, 1BDa जहां '1' प्लॉट नंबर ह, 0–10 सें.मि. के लिए, '1BDb' 10 से 20 सेमी. के लिए तथा '1BDc', 20–30 सेमी. के लिए), Tick below after sample collection:

0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm

b. **मिट्टी के सैम्पल का संग्रह :** 30 सेंमि0 का गड्डा खोदें, मिट्टी को मिलाएं तथा 200 ग्राम सैम्पल को एक पारदर्शी पॉलीथीन बैग में भर लें। एक स्थाई मार्कर पेन से उस बैग पर सैम्पल का नंबर डाल लें (उदाहरण के लिए, 1 एजहां '1' प्लॉट नंबर है, और 'a' 0–30 सेमी. का मिट्टी का कॉलम है)

H. (a) मृत लकड़ी (Dead Wood) : उत्तर–पूर्व कोना **प्लॉट आकार :** 5 m X 5 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेजी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

H. (b) मृत लकड़ी (Dead Wood) : दक्षिण–पश्चिम कोना **प्लॉट आकार :** 5 m X 5 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेजी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नाम)	परिधि (सेमी.)	ऊँचाई (मी.)
1			
2			
3			
4			
5			

Design & Print
Saraswati Press # 7055053333

प्रकाशित :

जैव विविधता और जलवायु परिवर्तन प्रभाग
भारतीय वानिकी अनुसंधान और शिक्षा परिषद्
पो.ओ. न्यू फॉरेस्ट, देहरादून – 248 006
वेबसाइट : www.icfre.gov.in
कॉपीराइट@ICFRE, 2020