

खनन क्षेत्र में वनीकरण एवं पारिस्थितिकीय पुनर्स्थापना हेतु तकनीकी मार्गदर्शिका



डॉ. ओ.पी. चौबे, वरिष्ठ वैज्ञानिक
डॉ. जी. कृष्णमूर्ति, भा.व.से. संचालक



वन वनस्पति विज्ञान शाखा
राज्य वन अनुसंधान संस्थान
पोलीपाथर, जबलपुर (म.प्र.) 482008

खानन क्षेत्र में वनीकरण एवं पारिस्थितिकीय पुर्नस्थापना हेतु तकनीकी मार्गदर्शिका

डॉ. ओ.पी. चौबे
वरिष्ठ वैज्ञानिक

डॉ. जी. कृष्णमूर्ति, भा.व.से.
संचालक



राज्य वन अनुसंधान संस्थान

पोलीपाथर, जबलपूर (म.प्र.) 482008

2015

खनन क्षेत्र में वनीकरण एवं पारिस्थितिकीय पुनर्स्थापना हेतु तकनीकी मार्गदर्शिका

1. प्रस्तावना

प्राचीन काल से ही खनिज संसाधनों को राजकोष का पर्याय और समृद्धि का प्रतीक समझा जाता रहा है। आज के विश्व में आत्मनिर्भरता की प्राप्ति और औद्योगिक, सामरिक व ऊर्जा विषयक क्षमता के विकास में खनिज सम्पदा का महत्व सर्वमान्य है। भारतीय भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण खनिजों की खोज का उत्तरदायित्व निभाते आ रहे हैं। इस संस्था द्वारा कोयला, लिग्नाइट, लौह अयस्क तथा अन्य लौह युक्त खनिजों, अलौह खनिज अयस्कों और औद्योगिक खनिजों के क्षेत्र में काफी काम किया गया है।

इस समय देश में 52 खनिजों का उत्पादन होता है। इनमें से 3 ईंधन खनिज, 11 धातु खनिज और 38 गैर-धात्विक (औद्योगिक) खनिज हैं। ये खनिज ताप बिजली संयन्त्रण, लोहा और इस्पात, लौह-मिश्रित धातुओं, एल्यूमीनियम, सीमेंट, काँच आदि उद्योगों में प्राथमिक खनिज या कच्चे माल के रूप में इस्तेमाल होते हैं। विश्व में भारत का शीटमाईका में प्रथम स्थान, मैंगनीज में दूसरा स्थान तथा लौह एवं कोयला में तीसरा तथा बाक्साइट उत्पादन में पाँचवा स्थान है।

पिछले कुछ दशकों तक पर्यावरण एवं प्रदूषण सम्बन्धी पहलुओं पर बिना ध्यान दिये हुये, औद्योगिक विकास पर बल दिया जाता रहा है। खुली और भूमिगत, दोनों प्रकार की खानों में खनिज उत्खनन से पर्यावरण पर प्रतिकूल असर पड़ता है और वनस्पति नष्ट होती है। कृषि पर भी इसका खराब असर पड़ता है एवं वायु, जल और ध्वनि प्रदूषण भी इसके परिणाम हैं। औद्योगिकीकरण के कारण वृहत पैमाने पर हो रहे वन सम्पदा के ह्रास ने ग्रीन हाउस प्रभाव को मानवता के लिये चुनौती के रूप में जन्म दिया है। विश्व स्तर पर ग्रीन हाउस प्रभाव के जनक के रूप में भारत का योगदान लगभग 4 प्रतिशत है। ग्रीन हाउस गैसों में कार्बन डाई ऑक्साइड (CO_2), कार्बन मोनो आक्साइड (CO), नाइट्रस आक्साइड (N_2O), मीथेन (CH_4) एवं क्लोरो फ्लोरो कार्बन्स (CFCs) प्रमुख हैं।

राष्ट्रीय ऊर्जा नीति, 1981 के अनुसार हमारे देश में ऊर्जा का प्रमुख आधार कोयला है क्योंकि देश के कुल कोयला उत्पादन का 64 प्रतिशत हिस्सा विद्युत निर्माण में इस्तेमाल कर लिया जाता है। इस विद्युत निर्माण की प्रक्रिया से पर्यावरण दूषित होता है। ताप घरों से विसर्जित द्रव तथा ठोस प्रदूषक (उड़न खान) में अनेक प्रकार की विषैली धातुयें रहती हैं जो हमारे पर्यावरण को अनेक प्रकार से दूषित करती हैं। फ्लाइऐश में मौजूद सिलिकॉन की अधिक मात्रा श्वास नली में चले जाने से सिलीकोसिस नामक रोग हो जाता है। फ्लाइऐश में निहित विषैली धातुयें कृषि, पौधों तथा मानव स्वास्थ्य को प्रभावित करती हैं। फ्लाइऐश में अन्य उद्योगों के अवशिष्ट मिलाकर इसकी उर्वरक क्षमता बढ़ाने के प्रयास जारी हैं।

रासायनिक गुणों के आधार पर फ्लाइऐश की गुणवत्ता निर्धारित की जाती है। खुली खानों से प्राप्त ओवर बर्डन की मृदा भौतिक, रासायनिक एवं जैविक दृष्टि से गुण रहित होती है। साथ ही इसमें भारी धातुओं की इतनी प्रचुरता पाई जाती है कि उसमें उगने वाली वनस्पति संदूषित हो जाती है। इस प्रकार से प्राप्त मृदा में वृक्षारोपण एक अत्यधिक जटिल समस्या है।

2. खुली खदानों में खनिज उत्खनन से पारिस्थितिकीय तंत्र का हास

सामान्यतया खनिज सघन एवं उच्च गुणवत्ता के वन क्षेत्रों में जमीन के अन्दर गहरे दबे पाये जाते हैं तथा इनके विदोहन हेतु इन वन क्षेत्रों में खड़े वृक्षों को काट कर खुदाई करनी पड़ती है। इस प्रक्रिया में मिट्टी की ऊपर की परत को निकालकर अलग रखा जाता है जिसके बड़े ऊँचे ढेर बन जाते हैं जिन्हें ओवर बर्डन डम्पस् कहा जाता है। हमारे देश में उत्खनन से निकली हुई मिट्टी को निकालकर ढेर के रूप में रखते समय मृदा की विभिन्न परतों का वैज्ञानिक ढंग से जमाव नहीं किया जाता है, जिससे उत्खनन के दौरान पहले निकली ऊपरी परत की ह्यूमस युक्त सर्वाधिक उर्वर मिट्टी ओवर बर्डन के ढेर में सबसे नीचे दब जाती है तथा उत्खनन के बाद में निकलने वाली नीचे की परतों की रेतीली, भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों से रहित अनुर्वर मृदा (इसे मृदा कहना भी उपयुक्त न होगा) ओवर बर्डन के ढेर में सबसे ऊपर की सतह पर जमा हो जाती है। ओवर बर्डन ढेर बनाने में भी केवल आर्थिक पहलू का ध्यान रखा जाता है जिसके कारण उक्त ओवर बर्डन ढेर निर्धारित मानकों से अधिक ऊँचाई के तथा अत्यधिक तीव्र ढलान (Steep slope) के तैयार किये जाते हैं, जिनमें तेजी से मृदा क्षरण (Soil erosion) की सम्भावना रही है। इन ओवर बर्डन ढेरों पर प्राकृतिक रूप से अपने आप वनस्पति आवरण आना अत्यधिक कठिन है। ओवर बर्डन ढेरों के अलावा खदानों में खनिज उत्खनन के पश्चात् बड़े एवं गहरे गड्ढे बन जाते हैं, जिन्हें भर कर उनमें पुनः वनीकरण का कार्य सामान्यतया नहीं किया जाता है। इस प्रकार खदानों में उत्खनन के पश्चात् पारिस्थितिकीय तंत्र का पूर्णतया विनाश हो जाता है।

3. खदानों के प्रबन्धन एवं वृक्षारोपण से जुड़ी खामियाँ

1. अधिक मृदा रन्ध्रता (Soil porosity)
2. भूमि जल संग्रहण (वाटरहोल्डिंग कैपेसिटी) क्षमता की कमी
3. भारी धातुओं की प्रचुरता
4. अधिक अम्लीयता
5. अधिक भूमि क्षरण की सम्भावनाएं
6. पोषक तत्वों की अत्यधिक कमी

7. सूक्ष्म जीवाणुओं की अनुपलब्धता
8. सर्वाधिक उर्वर ऊपरी परत की कमी
9. पारिस्थितिकी तंत्र से जुड़ी खाद्य श्रृंखला का ह्रास
10. भू-जल स्तर एवं जल संसाधनों पर विपरीत प्रभाव
11. खनन से संबंधित तकनीकी कार्यों जैसे ओवर बर्डन डम्प की अधिक ऊँचाई, तीखे दबाव तथा भूमि की विभिन्न परतों के अवैज्ञानिक जमाव से उत्पन्न दुष्प्रभाव
12. पारिस्थितिकीय तंत्र का ह्रास एवं संरचनात्मक तथा क्रियात्मक स्वरूप में बदलाव
13. खनन द्वारा उत्पन्न वायु, जल एवं भूमि प्रदूषण के दुष्प्रभाव
14. सामाजिक एवं आर्थिक प्रभाव

4. राज्य वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर (म.प्र.) द्वारा खदानी क्षेत्रों में वनीकरण की तकनीकों का विकास

राज्य वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर (म.प्र.) देश का प्रथम अनुसंधान संस्थान है, जिसने खदानी क्षेत्रों में पारिस्थितिकीय तंत्र की पुनर्स्थापना के लिये तकनीकों के विकास हेतु एक प्रायोजित कार्यक्रम प्रारम्भ किया। इसके अन्तर्गत मध्यप्रदेश में अमरकंटक के पास बालाको (BALCO) के बॉक्साइट खदानी क्षेत्र, धनपुरी (शहडोल) के पास साउथ ईस्टर्न कोल फील्ड्स (SECL) के कोयला खदानी क्षेत्र, सिंगरीली जिले में स्थित नदर्न कोल फील्ड्स लिमिटेड (NCL), बिलासपुर जिले में हिरी के पास भिलाई स्टील प्लान्ट के डोलोमाइट खदानी क्षेत्र, तथा भिलाई स्टील प्लान्ट के ही दुर्ग जिले में स्थित लौह अयस्क खदानी क्षेत्रों में ओवर बर्डन डम्प पर वनीकरण का कार्य प्रारम्भ किया गया, जिसमें संस्थान को आशातीय सफलता प्राप्त हुई। बाद में अन्य क्षेत्रों में भी तथा अन्य खनिजों के खदानी क्षेत्रों जैसे शिवपुरी में स्थापित पत्थर खदानी क्षेत्र के प्रायोगिक वनीकरण के कार्य हाथ में लिये गये। संस्थान द्वारा खदानी क्षेत्रों में बायोरिक्लेमेशन संबंधी अनुसंधान कार्यों से प्राप्त अनुभवों एवं अनुसंधान परिणामों का लाभ बाद में देश के विभिन्न खनन संस्थाओं एवं वनीकरण संस्थाओं द्वारा भी उठाया गया।

5. पारिस्थितिकीय तंत्र की पुनर्स्थापना के उपाय

बिगड़े हुये पारिस्थितिकी तंत्र की पुनर्स्थापना हेतु निम्न मापदंडों का अध्ययन एवं क्रियान्वयन करना अति आवश्यक है—

5.1. ओवर बर्डन मटेरियल का तकनीकी प्रबंधन करना अति आवश्यक है। जिसमें निम्न बिन्दुओं पर पर्याप्त ध्यान देने की आवश्यकता है।

- ऊपरी उपजाऊ सतह (0 से 3 मी.) को वनस्पतिक आवरण के साथ प्रथक से एकत्रित कर ओवर बर्डन के ऊपरी भाग में रखना चाहिए ताकि पारिस्थितिकी तंत्र के विकास के दौरान ऊपरी सतह में उपस्थित भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों की प्रचुरता बनी रहे एवं जैव विविधता का जर्मप्लाज्म बना रहे।
- बैक-फिलिंग मैनेजमेन्ट वैज्ञानिक तरीके से किया जाना चाहिए। भू-अम्लीयता के उदासीनीकरण हेतु उपयुक्त क्षारीय तत्वों को मिश्रित किया जाना चाहिये।
- ओवर बर्डन डम्प की ऊँचाई 50 मी. से अधिक नहीं होनी चाहिए तथा डम्प स्थापित होने के पश्चात् उसका समतलीकरण होना चाहिए।
- ओवर बर्डन डम्प का ढलान 20 डिग्री से अधिक नहीं होना चाहिये। अधिक ढलान की अवस्था में मशीनों द्वारा बेंच टेरेसिंग (Bench terracing) की जानी चाहिए।
- रीक्लेमेशन प्लानिंग के दौरान फ्लाइऐश, वाशरी/एच.पी. आदि की प्लानिंग की जानी चाहिये।
- माइन स्पोइल के मृदा विन्यास में कोर्स फ्रैगमेंट (Course fragment) का प्रतिशत तीन से अधिक नहीं होना चाहिये तथा स्टोन एक प्रतिशत से अधिक नहीं होना चाहिये।
- ओवर बर्डन डम्प को वायु एवं जल क्षरण से संरक्षित होना चाहिये।

5.2. बायो-इंजीनियरिंग उपाय

ढलान वाले क्षेत्रों में भू-क्षरण रोकने हेतु पारिस्थितिकीय उपायों के साथ-साथ प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग करते हुये निम्न अनियात्रिकीय उपाय लाभप्रद पाये गये हैं:-

- जियो-टेक्सटाइल मैट्स का भू-क्षरण रोकथाम हेतु उपयोग
- लाईव फेंसिंग
- लाईव स्टैकिंग

- टर्फ शॉड का प्रयोग
- ब्रश लेयर कन्सट्रक्शन
- हाईड्रोसीडिंग

5.3. रोपण हेतु उपयुक्त प्रजातियों का चयन

उपयुक्त प्रजातियों का चयन मुख्य रूप से प्राकृतिक संसाधनों, भू-संरचना, जलवायु, औसत वार्षिक वर्षा, वायु वेग आदि कारकों पर निर्भर करता है। प्रजातियों के चयन हेतु निम्न बिन्दुओं का ध्यान रखना आवश्यक है—

- भू-संरचना के अनुकूल पौधों की मूल जड़े लम्बी होनी चाहिये एवं उसमें अपस्थानिक जड़ों का समुचित विकास होना चाहिये।
- चयनित प्रजाति स्थानीय तथा बहुउपयोगी होनी चाहिये।
- फलदार प्रजातियाँ परागण वाले कारकों को आकर्षित करती हैं, जिससे खाद्य श्रृंखला में वृद्धि होती है।
- चयनित प्रजाति आसानी से पुनरुत्पादन एवं स्थापन की क्षमता रखती हो।
- प्रजाति में वातावरणीय अनुकूलन एवं रूपान्तरण की क्षमता होनी चाहिये। पौधा सूखा सहन एवं शीत सहन होना चाहिये। पौधा तीव्र वृद्धि वाला व न्यूनतम पोषक तत्वों में पनपने वाला होना चाहिये।
- पौधों में भारी तत्वों के संग्रहण की क्षमता होनी चाहिये।
- पौधों में वायुमण्डलीय नत्रजन, अवशेषों की क्षमता तथा अनुपलब्ध तत्वों जैसे फास्फोरस के अवशोषण की क्षमता होनी चाहिये।
- पौधों की पत्तियों तथा अन्य पादप भागों का सुगमता से सूक्ष्मजीवीय बिघटन होना चाहिए ताकि भूमि के पोषक तत्वों का सुगम चक्रीयकरण हो सके एवं मृदा की उर्वरक क्षमता का ह्रास न हो।
- रोपण हेतु प्रयोग की जाने वाली पौध उन्नत किस्म की होनी चाहिये।

- प्रारम्भिक उदगम प्रजातियों के रोपण को प्राथमिकता देनी चाहिये।
- निश्चित प्रजातियों का रोपण किया जाना चाहिये।
- रोपण के समय वृक्ष प्रजातियों के साथ शाकीय एवं घास कुल के पौधों का भी रोपण करना चाहिये। ताकि क्षरण को रोका जा सके एवं स्थानीय पारिस्थितिकीय तन्त्र अनुरूप वनस्पतिक विकास सम्भव हो सके।

5.4. नर्सरी तकनीक

- रोपण से पूर्व नर्सरी क्षेत्र का मृदा परीक्षण किया जाना चाहिये।
- सामान्य रूप से क्यारियों की चौड़ाई 1 मी. होनी चाहिये तथा उनकी गहराई 0.5 मी. रखनी चाहिये।
- डोरमेंट बीजों को बोने से पूर्व उनका प्रारम्भिक उपचार किया जाना चाहिये।
- क्यारियों में बीजों को पंक्तिबद्ध बोना लाभप्रद होता है। उपचारित बीजों को जनवरी-फरवरी माह में बोना चाहिये। बीजों के अंकुरण तक अंकुरण क्यारियों में खूब सिंचाई करना चाहिये। अंकुरण होने के बाद सिंचाई कम कर देते हैं। पौध जब चार पत्ती के हो जाते हैं तो फरवरी-मार्च में पूर्व से ही मिट्टी तथा गोबर खाद एवं माइक्रोबियल इनोकुलम से भरी हुई सिंचाई एवं निदाई तब तक करते हैं जब तक पौधा रोपण योग्य न हो जावे।
- माइक्रोबियल इनोकुलम में मुख्य रूप से नाइट्रोजन फिक्सिंग स्ट्रेन युक्त जैविक खाद एवं माइक्रोराइजल कवक का उपयोग किया जाना चाहिए जो कि पौधे की वृद्धि के साथ-साथ भारी तत्वों जैसे Cr, Zn, Cd, Cu, Ni, Pb आदि की विषाक्तता को कम करने में सहायक हो।

5. रोपण तकनीक

- गड्ढों का आकार एवं रोपण अन्तराल: सामान्यतया 30 घन से.मी. अथवा 45 घन से.मी. के गड्ढे रोपण हेतु पर्याप्त होते हैं किन्तु कुछ प्रजातियों जैसे ग्रेवीलिया टेरिडिकोलिया आदि के लिये 60 घन से.मी. के आकार के गड्ढे उपयुक्त पाये गये हैं। समतल क्षेत्रों में रोपण अन्तराल 2 मी. X 2 मी. तथा ढलपटी क्षेत्रों में 1.5 मी. X 1 मी. रखा जा सकता है। ढलान पर समोच्च रेखाओं के अनुरूप (along contours) रोपण करना उपयुक्त होगा।

- **गड्ढों का भराव:** रोपण के पूर्व खोदे गये गड्ढों के भराव हेतु स्थानीय प्राकृतिक वनों की मृदा का उपयोग किया जाना चाहिये। साथ ही इसमें आवश्यकतानुसार **FYM** एवं जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग लाभदायी पाया गया है। यह भारी तत्वों के धिलेशन एवं उनकी विधाक्तता को नष्ट करने में उपयोगी सिद्ध हुये हैं। साथ ही यह जड़ों में नोड्युलेशन को बढ़ावा देते हैं जिससे वायुमण्डलीय नत्रजन पौधों को उपलब्ध होती है। उपलब्ध शोधों के अनुसार 3 कि.ग्रा. प्रति गड्ढा FYM उपयोगी पाया गया है।

6. रोपण विधि

- रोपण हेतु स्वस्थ एवं उन्नत किस्म के पौधों को रोपित करना चाहिये।
- वर्षा प्रारंभ होने के पश्चात् जब क्षेत्र की भूमि में वर्षा का पानी लगभग 30 से.मी. तक प्रवेश कर चुके, तब पौधों का रोपण करना चाहिये।
- पौधों की ऊँचाई 2 से 3 फीट तक होनी चाहिये। पौधा कहीं से टूटा न हो व सीधा हो।
- पौधा पोलीथिन थैली वाला ही रोपित किया जावे।
- गड्ढों में पौधा लगाने के पूर्व 10 ग्राम एल्ड्रिन डस्ट / BHC पाउडर चारों ओर छिड़क देना चाहिये। इसके पश्चात् उपजाऊ मिट्टी, गोबर खाद एवं जैविक खाद का मिश्रण भरना चाहिये।
- गड्ढों में पौधा लगाने के लिये पौधों को पोलीथिन थैलियों से सावधानी से अलग करना चाहिये ताकि पौधों की जड़ों में विघ्न न पड़े तथा उसका प्ररोह न टूटे।
- रोपण करते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि पौधा सीधा रहे।
- पौधों को गड्ढों में इतना गहरा रोपित करना चाहिये जिससे जड़ों के अतिरिक्त पौधों का 3 से.मी. तना भी मिट्टी में ढक जाये तथा मिट्टी को भी भली प्रकार दबा दिया जाए।
- पौधों के चारों ओर लगभग 50 से.मी. व्यास का थाला बना देना चाहिये जिससे कि पानी सीधा तने के सम्पर्क में न जाये।

7. वृक्षारोण रख-रखाव

- रोपण करने के बाद पौधे की उचित देख रेख कम से कम पाँच वर्षों तक करनी चाहिये।

- रोपण के पश्चात् एक माह के भीतर प्रथम निदाई कर देना चाहिए ताकि भूमि में पोषक तत्वों की हानि खरपतवारों से न हो।
- निदाई के दौरान मरे हुये पौधों के स्थान पर नया स्वस्थ पौधा पुनः रोपित कर देना चाहिये।
- प्रथम निदाई के एक माह पश्चात् अगस्त-सितम्बर में द्वितीय निदाई कर देना चाहिये। तृतीय निदाई आवश्यकता पड़ने पर अक्टूबर में करना चाहिये इस समय मृदा कार्य (गुड़ाई) करना भी आवश्यक है।
- द्वितीय तथा तृतीय वर्ष में उपरोक्तानुसार क्रमशः दो तथा एक निदाई करना चाहिये तथा मृत पौधों के स्थान पर नया पौधा रोपित करना चाहिये ताकि रोपित पौधों की संख्या कम न हो।
- फसल के पहले साल में नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटैश के मिश्रण को 15 ग्राम प्रति पौधा देना अच्छा होता है।
- यदि वर्षा न हो तो पौधे लगाने के एक माह तक प्रति सातवे दिन और इसके बाद एक वर्ष की उम्र तक मौसम के अनुसार प्रति सप्ताह अथवा माह में दो बार पानी देना चाहिये। इसके बाद जाड़ों में प्रति माह और गर्मियों में हर 15 दिन में सिंचाई की जानी चाहिये।

8. सुरक्षा

- कीट पतंगों से पौधों को बचाने के लिये आवश्यकतानुसार कीट रोग विशेषज्ञ के मार्ग दर्शन में कीटनाशक दवाओं का छिड़काव करना चाहिये।
- वृक्षों को दीमक से बचाने के लिये गहरी एवं जल्दी-जल्दी सिंचाई करना चाहिये तथा वृक्षों के नीचे 5 प्रतिशत BHC अथवा डर्सवर्न दवा मिट्टी में मिलानी चाहिये।

9. विभिन्न क्षेत्रों हेतु उपयोगी प्रजातियाँ

उपलब्ध शोध पत्रों एवं राज्य वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर (म.प्र.) द्वारा माइनिंग क्षेत्रों में किये गये विभिन्न क्षेत्रीय प्रयोगों के आधार पर ओवर बर्डन क्षेत्रों में रीक्लेमेशन हेतु निम्न प्रजातियाँ उपयोगी पाई गई हैं:

- समतल क्षेत्रों में उपयोगी प्रजातियाँ: सिस्सु, खमेर, यूकेलिप्टस, नीम, सागौन, ग्रेवीलिया टेरिडिफोलिया, अकेशिया ओरीकुलीफोर्मिस (ऑस्ट्रेलियन बबूल), अकेशिया सनेनेगल, पार्किंसोनिया एकुलियेटा, साल, आंवला, खैर, सू-बबूल, महुआ, करी, आम, अमलताश, तैदू, हरी,

बहेड़ा, अर्जुन, इमली, शहतूत, झकरन्डा, अकैशिया टार्टीलिस, सफेद सिरिस, काला सिरिस, कदम्ब, जगल जलेबी, शाजा, मुनगा, बरगद, पीपल, चिरौल, गूलर, काजू, खैर आदि।

- **ढलान युक्त क्षेत्र:** बांस, रतनजोत, एलोवेरा, अगेव अमेरिकाना, गुग्गल, कनेर, करौंदा, नीबू, बॉटल ब्रश, हरश्रृंगार (निकटेन्थस अरबोरट्रिसटिस), बोगनविलिया, केज्युराइना, ग्लाइरिसीडिया सेपियम, स्टाइलोसेथस हमेटा, दीनानाथ घास, सबई घास, मंजू घास, दूब (साइनोडान डेक्टाइलान), कांदी घास (डाईकेन्थियम ऐनुलेटम), सेंकरस सीलियरिस, सिम्बोपोगान मार्टिनी, एरन्डो डोरेक्स, साइपेरस कम्प्रेसस, खस (वेटीवेरा जिजान्वाइडिस)।
- **पत्थर वाली खदान क्षेत्र हेतु उपयुक्त प्रजातियाँ:** सागौन, धवा, करधई, पलास, गुंजा, लेंडिया, खैर, बीजा, बहेड़ा, आंवला, हल्दी, सलई, बेल, अचार, कारी, भिरा, कुल्लू, मोखा, सिस्सू, शीशम, रैमजा, ककई, घोंट, बेर, कचनार, तेन्दू, भिलवा, प्रोसोपिस, अमलतास, धामन, अकोल, चिचवा, बेलेनाईटस, दूधी, बांस के साथ झाड़ी एवं शाकीय पौधे जैसे धवई, गुडसकरी, हरश्रृंगार, अडूसा, धतूरी, मकोह, करौंदा, अमृतबेल, जिमनिमा, कारी बेल, दुधी बेल, निरगुण्डी, जिमनोसपोरिया स्पाईनोसा, बेन्टीलेगो केलीकुलेटा को अन्डर केनोपी में रोपित किया जाना चाहिये। साथ ही विभिन्न घास के बीजों का छिड़काव कर सतही प्रबंधन किया जाना चाहिये।

10. विभिन्न क्षेत्रों हेतु उपयुक्त प्रजातियों की रोपण तकनीक

- **तेन्दू (*Diospyros melanoxylon*):** लम्बे बांस की टोकरीयों में ताजा बीज बोवें। शुद्ध रेत या रेतीली दोमट मिट्टी अंकुरण के लिये उपयुक्त होती है। तेन्दू के पौधे नमी के प्रति संवेदनशील होते हैं। अतः पौधों को कम से कम दो वर्षों तक सिंचाई की आवश्यकता होती है। सीधी बुवाई अप्रैल से मई के दौरान की जाना चाहिये एवं खरपतवार की निदाई वर्षा के उपरांत पौधों के समुचित विकास हेतु आवश्यक है। लगभग 2 वर्ष की आयु के पौधों को 45 वर्ग मीटर आकार के गड्ढों में रोपित किया जाना चाहिये। पौधे से पौधे की दूरी 2 मीटर एवं कतार से कतार की दूरी 3 मीटर निर्धारित की जावे।
- **पलास (*Butea monosperma*):** पलास को प्रत्यक्ष बुवाई के माध्यम से रोपित किया जा सकता है। बीज संग्रहण के पश्चात् उन्हें 30 से.मी. वर्ग की आकार की क्यारियों में बोना चाहिये तथा बीज को मिट्टी की हल्की परत से ढकना चाहिये। पौधे से पौधे की दूरी 3 मीटर एवं कतार से कतार की दूरी 3.5 मीटर निर्धारित की जावे। लगभग 02 वर्ष की आयु के पौलीथिन पौधों को 45 घन से.मी. आकार के गड्ढों में रोपित किया जा सकता है। रोपण को जुलाई के प्रथम सप्ताह में किया जाना चाहिये। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।

- **लेंडिया (*Lagerstroemia parviflora*)** : नर्सरी में बीज बुवाई अप्रैल से मई के बीच की जानी चाहिये। बुवाई के पूर्व बीजों को 24 घंटे पानी में भिगोकर प्राथमिक उपचार दिया जावे। तत्पश्चात् पोलीथिन की थैली अथवा नर्सरी बेड में 20 से.मी. अंतराल पर बोया जाना चाहिये। लगभग 02 वर्ष की आयु के पोलीथिन पौधों को 45 घन से.मी. आकार के गड्ढों में रोपित किया जा सकता है। रोपण को जुलाई के प्रथम सप्ताह में किया जाना चाहिये। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **महुआ (*Madhuca latifolia*)** : महुआ पौधों को सीधे रोपण अथवा नर्सरी में उगाये गये पौधों के रोपण से रोपित किया जा सकता है। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान सीधे गड्ढों में बीज रोपण के माध्यम से किया जा सकता है। पौधों का रोपण 8 मीटर के अंतराल पर किया जाना चाहिये एवं गड्ढों का आकार 60 घन से.मी. रखा जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे। गड्ढों को मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **खैर (*Acacia catechu*)** : खैर प्राकृतिक रूप से रेतीली, पथरीली, दोमट बजरी, काली मिट्टी, मुरम एवं कंकर मिट्टी में उबड़-खाबड़ जमीन पर शुष्क जलवायु से नम जलवायु तक पाया जाता है। नर्सरी में बुवाई के पूर्व बीज को 24 घंटे ठंडे पानी से उपचारित किया जाना चाहिये। लगभग 15 माह से 18 माह के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जावे एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **करघई (*Anogeissus pendula*)** : करघई प्राकृतिक रूप से पथरीली, दोमट मिट्टी, रेतीली मिट्टी में पाया जाता है। नर्सरी में बीज का रोपण 15 से 30 से.मी. के अंतराल में किया जावे तथा बीज के ऊपर पतली मिट्टी की परत बिछाई जावे। इस प्रजाति की अंकुरण क्षमता अत्यधिक कम होती है। अतः बीज रोपण के पश्चात् उस पर घास की हल्की परत बिछा दी जावे। बुवाई का कार्य जून माह में किया जावे एवं अंकुरण पूरा होने तक दैनिक सिंचाई किया जाना चाहिये। लगभग 18 से 24 माह के पालीथिन पौधों को वृक्षारोपण क्षेत्र में प्रतिस्थापित किया जावे एवं गड्ढों का आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य

किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।

- **सलई (*Boswellia serrata*)** : सलई को बीज रोपण एवं कलम के माध्यम से रोपित किया जा सकता है। प्राकृतिक रूप से यह चट्टानी, पथरीली, मुरम एवं दोमट मिट्टी में पाया जाता है। नर्सरी में बुवाई के पूर्व बीज को 24 घंटे गर्म पानी से उपचारित किया जाना चाहिये। लगभग 18 माह से 24 माह के पौलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। पौधे से पौधे तथा कतार से कतार का अंतराल 6 मीटर रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जावे, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **बबूल (*Acacia nilotica*)** : बबूल बीज की अंकुरण क्षमता 2 से 3 वर्ष तक की होती है। बीज बुवाई के पूर्व उसे 24 घंटे गर्म पानी में भिगोकर प्राथमिक उपचार किये जाने पर लगभग 75 प्रतिशत अंकुरण पाया जाता है। बबूल पौध अधिक तापमान एवं सूखे वाले स्थानों में रोपित किया जा सकता है। लगभग 12 से 18 माह तक के पौलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जावे एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जावे, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **आंवला (*Emblica officinalis*)** : आंवला बीज की अंकुरण क्षमता 08 से 09 माह तक होती है। बोवाई के पूर्व बीज को ठंडे पानी में 24 घंटे तक भिगोकर प्राथमिक उपचार किया जावे, इससे 70 से 75 प्रतिशत अंकुरण क्षमता प्राप्त होती है। आंवला पौध की वृद्धि दर मध्यम श्रेणी की होती है एवं इसकी जड़ अत्यधिक गहराई तक जाती है। आंवला पौध को विपरीत जलवायु वाले क्षेत्रों तथा क्षारीय एवं अम्लीय मृदा में रोपित किया जा सकता है। आंवले के पौधों में गर्म एवं तेज वायु को रोकने की क्षमता होती है। लगभग 12 से 18 माह तक के पौलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी

एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।

- **बहेड़ा (*Terminalia belerica*)** : बहेड़ा बीज की अंकुरण क्षमता 06 से 12 माह तक होती है। बुवाई के पूर्व बीज को 10 प्रतिशत सांद्र सल्फ्यूरिक एसिड द्वारा प्राथमिक उपचार आवश्यक है। प्राथमिक उपचार के पश्चात् लगभग 50 से 60 प्रतिशत बीज अंकुरण क्षमता प्राप्त होती है। बहेड़ा पौध की वृद्धि दर मध्यम श्रेणी की होती है तथा इसे सभी प्रकार की मृदा एवं सूखे वाले स्थानों में भी रोपित किया जा सकता है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **सिस्सू (*Dalbergia sissoo*)** : सिस्सू बीज की अंकुरण क्षमता 06 से 12 माह तक की होती है। बीज की अंकुरण क्षमता 70 से 80 प्रतिशत होती है जो कि बिना प्राथमिक उपचार के प्राप्त की जा सकती है। यह अत्यधिक प्रतिरोधी जलवायु में रोपित किया जा सकता है। इसे पत्थरीली, बालूई, एल्युवियल एवं क्षारीय मृदा में रोपित किया जा सकता है। इसकी पौध को 2000 मि.मी. औसत वर्षा वाले क्षेत्रों एवं सूखे वाले क्षेत्रों में भी रोपित की जा सकती है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **सुबबूल (*Leucaena leucocephala*)** : सुबबूल की अंकुरण क्षमता 18 माह तक पाई जाती है। बुवाई के पूर्व बीज को 24 घंटे गर्म पानी में भिगोकर प्राथमिक उपचार किये जाने पर लगभग 80 प्रतिशत अंकुरण क्षमता प्राप्त होती है। इसकी जड़ अधिक गहराई तक जाती है। इसे सूखे वाले क्षेत्रों एवं घराई प्रभावित क्षेत्रों हेतु उपयुक्त पाया गया है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया

जावे। गड़ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।

- **यूकेलिप्टस कैमलदुलेन्सेस (*Eucalyptus camaldulensis*)**: यूकेलिप्टस की बीज अंकुरण क्षमता 12 माह तक पाई जाती है। इसके बीज को बिना किसी प्राथमिक उपचार के सीधे बोने पर लगभग 70 से 80 प्रतिशत अंकुरण क्षमता प्राप्त होती है। इसे बालूई मिट्टी एवं हल्के पाला प्रभावित क्षेत्रों में रोपित किया जा सकता है। यूकेलिप्टस पौध में तीव्र वायु वेग को रोकने की क्षमता होती है। तथा अग्नि प्रभावित क्षेत्रों में भी इसका पुनरुत्पादन पाया जाता है। यूकेलिप्टस पौध को विभिन्न प्रकार की परती भूमि में रोपित किया जा सकता है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड़ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड़ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **बेर (*Ziziphus mauritiana*)**: बेर बीज की अंकुरण क्षमता 06 से 08 माह तक पाई जाती है। बिना किसी प्राथमिक उपचार के इसके बीज की अंकुरण क्षमता 25 से 30 प्रतिशत तक प्राप्त होती है। इसे विभिन्न सूखे वाले क्षेत्रों में रोपित किया जा सकता है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड़ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड़ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **रतनजोत (*Jatropha curcas*)**: रतनजोत के बीज की अंकुरण क्षमता बिना किसी उपचार के 50 से 60 प्रतिशत तक प्राप्त होती है। इसे मेढ़ों, वाड़ी, एवं परती भूमि में सफलता के साथ रोपित किया जा सकता है। साथ ही इसे सूखे वाले स्थानों में रोपित किया जाना भी सफल पाया गया है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड़ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड़ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जावे।

- **करंज (*Pongamia pinnata*)** : करंज बीज की अंकुरण क्षमता 06 से 09 माह तक पाई जाती है। इस प्रजाति को 24 घंटे ठण्डे पानी में भिगोकर प्राथमिक उपचार दिये जाने पर लगभग 70 से 75 प्रतिशत बीज अंकुरण प्राप्त होता है। पौधे की वृद्धि दर तीव्र होती है तथा इसकी प्राथमिक मूल काफी मोटी होती है। इसकी पौध विपरीत जलवायु वाले क्षेत्रों एवं मुरम, पथरीली, अम्लीय एवं क्षारीय मृदा में रोपित किया जा सकता है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **खेजरी (*Prosopis juliflora*)** : खेजरी बीज की अंकुरण क्षमता अत्यधिक कम होती है। इसके बीज को गर्म पानी अथवा सल्फ्यूरिक एसिड के प्राथमिक उपचार के पश्चात् इसमें अंकुरण क्षमता लगभग 80 प्रतिशत पाई जाती है। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **कैजुरीना (*Casuarina equisetifolia*)** : कैजुरीना के बीज को संकनबैड में रोपित किया जाना चाहिये। बुवाई के पूर्व मृदा को जैविक खाद के साथ मिश्रित किया जाना चाहिये एवं बीज के उपर मृदा की पतली परत चढ़ाई जाना चाहिये। बुवाई के पश्चात् प्रतिदिन क्यारियों को सिंचित करने पर लगभग 03 सप्ताह में इसके बीज में अंकुरण प्राप्त होता है। जब पौध 05 से.मी. की लम्बाई प्राप्त कर ले तो इसे पोलीथिन की थैलियों में प्रतिस्थापित किया जाना चाहिये। लगभग 12 से 18 माह तक के पोलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड्ढों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड्ढों में मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।
- **सागौन (*Tectona grandis*)** : सागौन के बीज में विभिन्न प्रकार की सुसुप्तावस्था पाई जाती है। इसका बीज कवच अत्यधिक कड़ा होता है जिससे बीज के अंदर नमी एवं वायु का प्रवेश नहीं हो

पाता, जिस कारण अंकुरण क्षमता में काफी समय लगता है। इसके बीज को प्राकृतिक जलवायु क्षरण अथवा ब्लीचिंग पाऊडर की मदद से प्राथमिक उपचार देने के पश्चात् अथवा इसके बीज कवच को सरौते की सहायता से तोड़कर इसके अंदर के बीज को गर्म पानी अथवा सल्फ्यूरिक एसिड के द्वारा प्राथमिक उपचार किये जाने पर अंकुरण क्षमता शीघ्र पाई गई है। अंकुरण हेतु 12x1.5 मीटर आकार की क्यारियों में बीज रोपण किया जाना चाहिये एवं मृदा को गोबर खाद अथवा जैविक खाद के साथ मिश्रित किया जाना चाहिये। इन्हें संकन क्यारियों में भी रोपित किया जाना अच्छा पाया गया है। साथ ही मल्लिंग द्वारा उपचारित करने पर अंकुरण क्षमता अच्छी पाई गई है। एक क्यारी में 10 से 12 कि.ग्रा. प्राथमिक उपचारित बीज को मार्च माह में बोया जाना चाहिये एवं नियमित रूप से सिंचाई की जानी चाहिये। रोपण पश्चात् लगभग 1000 स्टम्प प्रति क्यारी प्राप्त होते हैं। स्टम्प बनाने हेतु तने का 3.5 से 4 से.मी. भाग एवं जड़ का 20 से 25 से.मी. भाग काटा जाना चाहिये। सतहीय मूल की कटिंग स्टम्प बनाने हेतु की जानी चाहिये। लगभग 12 से 18 माह तक के पौलीथिन पौधे को रोपण क्षेत्र में स्थापित किया जावे। रोपण का कार्य जुलाई से अगस्त के दौरान किया जावे। रोपण क्षेत्र में गड़दों का निर्माण फरवरी-मार्च के माह में किया जाना चाहिये एवं उनका आकार 30 से 45 घन से.मी. रखा जावे। रोपण के पश्चात् 03 वर्षों तक प्रत्येक वर्ष वर्षा के बाद निदाई का कार्य किया जावे। गड़दों को मिट्टी एवं खाद को 3:1 में भरा जाना चाहिये, साथ ही जैविक खादों का मिश्रण एवं राइजोबियम का उपयोग किया जावे।

- **नीम (*Azadirachta indica*)** : नीम के बीजों का एकत्रिकरण जून से जुलाई माह के मध्य किया जाना चाहिये। इसके बीज का रोपण नर्सरी में हल्की मिट्टी डालकर किया जाता है। इसका सीधा रोपण अधिक सफल होता है। कलम लगाकर भी इसका रोपण किया जाता है। इसके छोटे पौधों को पाला से बचाना चाहिये एवं छाया में रखना चाहिये।
- **चिचौला (*Holoptelia intergrifolia*)** : चिचौला के पौधों को सीधे रोपण द्वारा रोपित किया जाना चाहिये। पौधों की सफल वृद्धि के लिये निरन्तर खरपतवार की सफाई की जानी चाहिये। नर्सरी में इसके छोटे पौधों को छाया में रखना चाहिये एवं निरन्तर सिंचाई की जानी चाहिये।
- **सेमल (*Bombax ceiba*)** : रोपण हेतु एक वर्ष पुराने पौधों का प्रयोग किया जाना चाहिये। रोपण हेतु पौधों के बीच का अंतराल 3.5 मीटर रखना चाहिये। इसे जमीन में गेती द्वारा खोदकर मई से जून माह के मध्य रोपित किया जाना चाहिये। टोंग्या पद्धति द्वारा भी इसका रोपण किया जा सकता है।
- **बांस (*Dendrocalamus strictus*)** : नर्सरी में इसका रोपण जनवरी से फरवरी माह के मध्य किया जाना चाहिये तथा एक दिन के अंतराल में तीन माह तक सिंचाई की जानी चाहिये। एक साल के पौधों का सीधा वृक्षारोपण जून से जुलाई तथा अक्टूबर से नवम्बर माह के मध्य किया जाना

चाहिये तथा पौधों को लगाने के लिये गड्ढों का आकार 45 से 60 वर्ग से.मी. रखना चाहिये। बांस का वृक्षारोपण करने हेतु पौधों के बीच का अंतराल खुले स्थान में 4 मीटर तथा छाया वाले स्थान में 6 मीटर रखा जाना चाहिये।

- **काला सिरस (*Albizia lebbek*)** : काला सिरस का रोपण विभिन्न प्रकार की मिट्टीयों एवं जलवायु में किया जा सकता है। एक कि.ग्रा. वजन में इसके 5000 से 12000 तक बीज होते हैं। इसका रोपण अत्यधिक धूप एवं अत्यधिक ठंड में नहीं किया जाना चाहिये। इसके बीज में 95 प्रतिशत तक अंकुरण क्षमता पाई जाती है। इसके बीजों को संग्रहण कर एक वर्ष तक रखा जा सकता है एवं एयर टाईट कंटेनर में रखने में इसकी अंकुरण क्षमता 2 वर्ष तक सुरक्षित की जा सकती है। इसके बीजों में अंकुरण 4 से 5 दिन में प्रारंभ हो जाता है। इसके बीजों को रोपित के पूर्व गर्म पानी में 24 घंटों तक भिगो कर रखा जाना चाहिये। नर्सरी में पोलीथिन की थैलियों में बीजों का रोपण फरवरी से मार्च माह में किया जाना चाहिये। नर्सरी में बीज का रोपण 15 से.मी. के अंतराल पर किया जाना चाहिये तथा इसके बीजों को मृदा में 1 से 1.5 से.मी. गहराई पर रोपित किया जाना चाहिये। नर्सरी में इसकी सिंचाई निरंतरता से प्रतिदिन की जानी चाहिये तथा 20-30 से.मी. ऊँचाई हो जाने पर इसके पौधों का रोपण किया जाना चाहिये।
- **सफेद सिरस (*Albizia procera*)** : नर्सरी में सफेद सिरस के पौधों को सूखा एवं पाला से सुरक्षित किया जाना चाहिये। रूटसकर द्वारा भी इसका रोपण किया जा सकता है। फलों की परिपक्वता फरवरी से मार्च माह के बीज में संपन्न होती है तथा फलों का रंग लाल से भूरा होने पर ही फलों एवं बीजों का एकत्रिकरण किया जाना चाहिये। एक कि.ग्रा. वजन में इसके 17000 से 30000 तक बीज होते हैं। रोपण के पूर्व बीजों को 24 घंटे तक ठंडे पानी में भिगोकर रखा जाना चाहिये। नर्सरी में बीजों को पोलीथिन की थैलियों, जरमिनेशन ट्रे एवं क्यारियों की मृदा में 10 से.मी. की गहराई में रोपित किया जाना चाहिये। नर्सरी में पौधों की ऊँचाई 15 से 20 से.मी. हो जाने के पश्चात् इसका रोपण अप्रैल से मई माह के मध्य किया जा सकता है।
- **धवा (*Anogeissus latifolia*)** : धवा का रोपण विभिन्न प्रकार की भू संरचना में किया जा सकता है। इसके बीजों का एकत्रिकरण फरवरी से मार्च के मध्य किया जाना चाहिये। एक कि.ग्रा. वजन में 80000 से 90000 तक बीज होते हैं। इसकी बीजों की अंकुरण क्षमता 2 से 3 प्रतिशत होती है यद्यपि इसके बीज अत्यधिक मात्रा में प्रति वर्ष लगते हैं। नर्सरी में इसके बीजों को 10 से.मी. के अंतराल में जून माह में छायादार स्थान में रोपित किया जाना चाहिये। इसके बीजों का अंकुरण 15 से 20 दिन में प्रारंभ हो जाता है तथा अंकुरण पश्चात् प्रतिदिवस सिंचाई की जानी चाहिये। जून से जुलाई माह के मध्य इसके एक वर्ष के पौधों को 45 से 60 घन से.मी. के गड्ढों में 2 से 3 मीटर के अंतराल पर सीधे रोपित किया जाना चाहिये।

- **अमलतास (*Cassia fistula*)** : अमलतास के पौधे पाले से मर जाते हैं किन्तु यह अत्यधिक गर्मी में बचे रहते हैं। इसके वृक्षों में फल अप्रैल से जून के बीच लगते हैं एवं बीजों का एकत्रिकरण जनवरी माह में किया जाना चाहिये। बीजों का अंकुरण 5 दिन पश्चात् प्रारंभ एवं 15 दिन में पूर्ण हो जाता है। एक कि.ग्रा. वजन में लगभग 500 बीज पाये जाते हैं। नर्सरी में बीजों को रोपित करने के पूर्व इसे 2 घंटे ठंडे पानी अथवा 5 मिनट तक गर्म पानी में भिगो कर रखना चाहिये। नर्सरी में मार्च से अप्रैल के मध्य इसके बीजों को मृदा में 25 से.मी. की गहराई में रोपित किया जाना चाहिये तथा अंकुरण पश्चात् निरंतरता से सिंचाई की जानी चाहिये।
- **गरारी (*Cleistanthus collinus*)** : गरारी का पौधा खुले सूर्य के प्रकाश में अच्छे से रोपित किया जाता है तथा यह पाला, सूखा एवं आग से सुरक्षित रहता है। इसके वृक्षों से बीजों का एकत्रिकरण अप्रैल से जून के मध्य किया जाना चाहिये। एक कि.ग्रा. वजन में इसके 17000 से 18000 तक बीज पाये जाते हैं। इसके बीजों की अंकुरण क्षमता 1 वर्ष तक होती है। नर्सरी में इसके बीजों को रोपित करने के पूर्व 24 घंटे तक ठंडे पानी में भिगो कर रखने से अच्छा अंकुरण प्राप्त होता है। एक से दो वर्ष के पौधों को वृक्षारोपण क्षेत्र में सीधे रोपित किया जाता चाहिये।
- **साजा (*Terminalia tomentosa*)** : साजा का रोपण विभिन्न प्रकार की मृदा एवं जलवायु में किया जा सकता है। इसके वृक्षों में फल मार्च से अप्रैल माह के मध्य पकते हैं। एक कि.ग्रा. वजन में 500 से 700 तक बीज पाये जाते हैं। इसके बीजों में अंकुरण क्षमता 40 से 70 प्रतिशत तक पाई जाती है। मृदा में नमी एवं सूर्य के प्रकाश में इसके बीजों में सफल अंकुरण होता है। जून से जुलाई माह के मध्य नर्सरी में इसके बीजों को 20 से 50 से.मी. के अंतराल में रोपित किया जाना चाहिये। 1 से 1.5 के पौधों को वृक्षारोपण क्षेत्र में सीधे रोपित किया जाना चाहिये।

उपरोक्त प्रजातियों के अलावा कूटज (*Holarrhena antidysenterica*), दुधी (*Wrightia tinctoria*), रेमजा (*Acacia leucophloea*), कचनार (*Bauhinia malberica*), घटोल (*Ziziphus xylopyrus*), रोहन (*Soymida febrifuga*), कुल्लू (*Sterculia urens*), पीपल (*Ficus religiosa*), गूलर (*Ficus glomerata*), बड़ (*Ficus benghalensis*), लसौंडा (*Cordia dichotoma*), अकोल (*Alangium salvifolium*), अचार (*Buchanania lanzan*), कसाई (*Bridelia retusa*), कैथा (*Feronia limonia*), ऑस्ट्रेलियन बबूल (*Acacia auriculiformis*), खमेर (*Gmelina arborea*), जंगल जलेबी (*Pithecellobium dulce*) आदि वृक्ष प्रजातियों को भी खनन क्षेत्र में मिश्रित रोपण के माध्यम से पर्यावरण संरक्षण एवं सौंदर्यता हेतु रोपित किया जाना चाहिये।

11. ग्रीन बेल्ट विकास, इको-टूरिज्म एवं जैव विविधता पार्क की स्थापना

ओवर बर्डन क्षेत्रों में रोपण के अतिरिक्त खनन क्षेत्रों में उत्पन्न वायु मृदा एवं जल प्रदूषण को रोकने हेतु तथा स्वास्थ्य जलवायु प्रदाय हेतु ऐवेन्यु रोपण एवं रिक्त स्थानों में ग्रीन बेल्ट्स का विकास किया जाना चाहिए जिनमें बहुउपयोगी, छायादार, फलदार एवं फूलदार सजावटी वृक्षों का रोपण किया जाना चाहिये।

चूँकि खनन से सम्पूर्ण परिस्थितिकीय तंत्र प्रभावित होता है, अतः पूरे क्षेत्र के पर्यावरणीय विकास तथा जैव विविधता संरक्षण हेतु प्रत्येक खनन ब्लॉक में जैव विविधता पार्क की स्थापना की जानी चाहिये, इसमें स्थानीय प्रजातियों के संरक्षण एवं संवर्धन को प्राथमिकता देनी चाहिये।

खनन से वन्य प्राणी वास स्थलों एवं फलस्वरूप वन्य प्राणी संकटापन्न स्थित में आ जाते हैं। अतः उनके संरक्षण एवं संवर्धन के लिये वाइल्डलाइफ कोरीडोर एवं इकोटूरिज्म विकास को उस क्षेत्र के लिये बनाये गये पर्यावरण प्रभाव आकलन (EIA) एवं पर्यावरण प्रबन्धन योजना (EMP) में दिये गये निर्देशों का कड़ाई से पालन किया जाना चाहिये।



(डॉ. ओ.पी. चौधे)
वरिष्ठ वैज्ञानिक
वन वनस्पति विज्ञान शाखा
राज्य वन अनुसंधान संस्थान
जबलपुर (म.प्र.)



(डॉ. जी. कृष्णमूर्ति)
संचालक
राज्य वन अनुसंधान संस्थान
जबलपुर (म.प्र.)

* * *