मकरन्दादि आदि अनेक ग्रन्थों से गणना की गई ग्रह-स्थिति दृश्य के समयानुकूल नहीं होती है जबकि सर्वत्र दृग्गणितैक्य मान यानी प्रत्यक्ष अवलोकन से सत्यापित होने पर ही गणित से निकाली गई स्थिति का समादर किया जाता है। इस सन्दर्भ में सिद्धान्तशिरोमणि के प्रणेता भास्कराचार्य का कथन स्मरणीय है-

यात्रा विवाहोत्सवजातकादौ खेटैः स्फुटैरेव फलस्फुटत्वम्। स्यात्प्रोच्यते तेन नभश्चराणां स्फुटक्रिया दृग्गणितैक्यकृदया।।

इसमें भास्कराचार्य स्पष्ट रूप से बता रहे हैं कि ग्रहों की आकाश में प्रत्यक्ष स्थिति से ही फलादेश सटीक हो सकता है। इसी प्रकार वशिष्ठ सिद्धान्त में भी कहा गया है-

यस्मिन् पक्षे यत्र काले तेन दृग्गणितैक्यकम्। दृश्यते तेन पक्षेण कुर्यातिथ्यादिनिर्णयम्।।

कुछ ऐसी ही बात ब्रह्म सिद्धांत में भी कही गई है। इस प्रकार सभी प्राचीन ज्योतिर्विद दृग्गणितैक्य यानी गणित से निकाली गई स्थितियों के प्रत्यक्ष अवलोकन से सत्यापन के बाद ही गणना को शुद्ध मानते हैं। इस प्रकार सभी प्रमुख ज्योतिषाचार्यों के अनुसार फलादि दृग्गणितैक्य स्पष्टग्रहों पर आश्रित होने पर ही सिद्ध होते हैं। यदि गणितागत ग्रह दृग्तुल्य नहीं है तो वेधशाला के यन्त्रों के माध्यम से इनकी स्थिति को निर्धारित किया जा सकता है।

वेध करने के साधनों को वेधयंत्र कहा जाता था। ऋग्वेद 1/164/48 के मंत्र का उल्लेख अनेक प्रकरणों में पिछली इकाइयों में आ चुका है। उस मंत्र में जहाँ दिन-रात और सम्वत्सर की जानकारी दी गई है, वहीं इनके वेधन के लिए शंकु नामक यंत्र का भी उल्लेख प्राप्त होता है। उसी मंत्र के आधार पर पलभा यंत्र जिसे घटिका यंत्र भी कहते हैं, बनाया जाता है। अथर्व ज्योतिष के श्लोक पाँच में बारह अंगुल के शंकु द्वारा छाया के अध्ययन से मुहुर्त के निर्धारण का विधान मिलता है। इससे स्पष्ट है कि वेध की प्रक्रिया और उनके यंत्रों तथा शाला का निर्माण की परंपरा भारत में अनादि काल से ही रही है। प्राचीन ग्रंथों में अनेक यंत्रों का उल्लेख प्राप्त होता है। उनका विस्तृत वर्णन यहाँ नहीं दिया जा रहा है। कुछ यंत्रों के नाम और उसके कार्य यहाँ दिये जा रहे हैं-

- **शंकु यंत्र** – इससे दिशा, स्थान और काल का ज्ञान प्राप्त होता है। ये दो प्रकार के होते थे – चल और अचल। इस के माध्यम से हम सूर्य की स्थिति को देख सकते हैं। इसी शंकु की परछाई से सूर्य की स्थिति को देखा जाता है। शंकु की छाया से गोल सतह पर 7 रेखाएं खींची गई हैं, जो 12 राशियों में सूर्य की स्थिति को प्रदर्शित करती हैं। बीच वाली सीधी रेखा भू-मध्य रेखा या विषुवत रेखा कहलाती है। 21 मार्च और 23 सितंबर को सूर्य जब भू-मध्य रेखा पर होता है, तो शंकु (कोन) की छाया पूरे दिन इस रेखा पर दिखती होती है। इस दिन सूर्य की क्रांति शून्य डिग्री होती है। दिन और रात बराबर होते हैं, अर्थात 12 घंटे का दिन और 12 घंटे की रात होती है।
- **तूरीय यंत्र** – इसे याम्योत्तरभित्तीय यंत्र भी कहते हैं। इस यंत्र से नतांश, अक्षांश और क्रांति की गणना की जा सकती है।
- **षष्टयंश यंत्र** – इस यंत्र से ग्रह नक्षत्रों के उन्नतांश, नतांश आदि का प्रेक्षण किया जा सकता है।

- **सम्राट यंत्र** – यह यंत्र स्थानीय समय की गणना करने में उपयोगी है। इससे रात्रि में भी नक्षत्रों के चलन को वेध कर समय बताया जा सकता है।
- **नाडीवलय यंत्र** – यह यंत्र भी स्थानीय समय को बतलाता है। साथ ही इससे गोल का ज्ञान भी प्राप्त होता है। इससे वेलांतर भी ज्ञात किया जा सकता है।

14.3 सवाई राजा जयसिंह और आधुनिक वेधशालाएं

भारत में आज जो वेधशालाएं मिलती हैं, उनका निर्माण महाराज सवाई जयसिंह द्वितीय के राज्यकाल में किया गया था। राजा जयसिंह का कालखंड 1686 ई0 से 1743 ई० पर्यन्त माना जाता है। जयसिंह का जन्म 1686 ई0 में हुआ था और 13 वर्ष की आयु में वे आमेर राज्य की गद्दी पर बैठे। महाराज को ज्योतिष तथा अंतरिक्ष के पर्यवेक्षण इत्यादि का अच्छा ज्ञान था तथा वे इस कार्य में रुचि भी लेते थे। तत्कालीन करणादि ग्रन्थों से प्राप्त मान दृग्तुल्य नहीं होते थे और बहुत अन्तर पड़ता था। अतः महराज सवाई जयसिंह ने इस गणना को शुद्ध करने का सङ्कल्प लिया। सर्वप्रथम महाराज ने दिल्ली में एक वेधशाला बनवायी। इसके पश्चात् जयपुर, उज्जैन, वाराणसी तथा मथुरा में भी वेधशालाएँ स्थापित की गयीं। विभिन्न स्थानों पर ये पाँच वेधशालाएँ इसलिए बनवायी गयीं ताकि विभिन्न स्थानों पर एक साथ पर्यवेक्षण करने और उसके बाद स्थान के स्पष्टान्तर आदि का शोधन यदि कर दिया जाय तो वेध द्वारा प्राप्त सर्वत्र का मान एक ही होना चाहिए। इसमें ग्रहों की स्थितियां अधिक शुद्धता के साथ निकाली जा सकेंगी।

दिल्ली की वेधशाला का निर्माण 1724 ई0 में किया गया। इसमें मिश्र यन्त्र के अन्तर्गत पाँच यन्त्रों-

1. सम्राट यन्त्र,
2. जयप्रकाश यन्त्र,
3. राम यन्त्र,
4. षष्ठांश यन्त्र तथा
5. पलभा यन्त्र का निर्माण हुआ।

वर्तमान में यह **'जन्तर-मन्तर'** के नाम से भी जाना जाता है। जन्तर का अर्थ है - यन्त्र और मन्तर का अर्थ है- मन्त्र अर्थात् सिद्धान्त। वर्ष 1728 ई0 में जयपुर की वेधशाला निर्मित हुई। इसमें निम्न यन्त्रों का निर्माण किया गया –

1. चक्र यन्त्र,
2. पूर्वकपाली यन्त्र,
3. पश्चिमकपालीय यन्त्र,
4. राम यन्त्र,
5. दिगंश यन्त्र,
6. जयप्रकाश यन्त्र,

7. षष्ठांश यन्त्र,
8. दक्षिणोत्तरभित्ति यन्त्र,
9. नाड़ीवलयदक्षिणगोल यन्त्र,
10. नाड़ीवलयोत्तरगोल यन्त्र,
11. पलभा यन्त्र,
12. कान्तिवृत्त यन्त्र,
13. यन्त्रराज,
14. उन्नतांश यन्त्र,
15. द्वादशराशिवलय यन्त्र,
16. लघुसम्राट यन्त्र,
17. बृहत्सम्राट यन्त्र तथा
18. ध्रुवदर्शक यन्त्र।

- **उज्जैन की वेधशाला** का निर्माण 1734 ई० में हुआ। इसमें निम्न यन्त्रहैं-
  1. सम्राट यन्त्र,
  2. नाड़ीवलय यन्त्र,
  3. दिगंश यन्त्र,
  4. शङकु यन्त्र,
  5. दक्षिणोत्तरभित्ति यन्त्र,
  6. दिक्साधन यन्त्र तथा
  7. धूपघटिका यन्त्र का निर्माण किया गया।
- **काशी (वाराणसी) की वेधशाला** 1737 ई० में बनवायी गयी। इस वेधशाला में
  1. लघुसम्राट यन्त्र,
  2. बृहत्सम्राट यन्त्र,
  3. दक्षिणोत्तरभित्ति यन्त्र,
  4. चक्र यन्त्र,
  5. दिगंश यन्त्र और
  6. नाड़ीवलय यन्त्र बने हैं।
- **मथुरा की वेधशाला** सन् 1738 ई0 में निर्मित हुई। इसमें
  1. क्षितिजवृत्ताकार यन्त्र,
  2. विषुववृत्तीय यन्त्र,
  3. छदिसमस्थानक यन्त्र तथा

4. षष्ठांशविलिखित मान यन्त्र बनवाये गये थे।

ये सारी वेधशालाएं आज भी अच्छी अवस्था में प्राप्त होती हैं। क्षिप्रा नदी के तट पर स्थित उज्जैन की वेधशाला में पाँच यन्त्र सुरक्षित हैं। सवाई जयपुर की यन्त्रशाला (जन्तर-मन्तर) भी सुरक्षित एवं यन्त्रराज, क्रान्तिराज, द्वादशराशिवलयादि यन्त्रों तथा लघु-वृहत् सम्राट यन्त्र षष्ठांशयन्त्रादि यन्त्रों से युक्त है। पूर्व में इनमें से कुछ यन्त्र चूने से बने हुए थे, जिनसे वेध क्रिया में कठिनाई होती थी। इसे ध्यान में रखकर गोकुलचन्द जी भावन व श्री चन्द्रधर गुलेरी ने अंग्रेज अभियन्ता के सहयोग से इसका जीर्णोद्धार करवाया। उज्जैन यन्त्रशाला का जीर्णोद्धार श्री सूर्यनारायण व्यास ने कराया तथा दिल्ली की वेधशाला का जीर्णोद्धार केदारनाथ जी चौरसिया द्वारा सम्पन्न किया गया था।

इन वेधशालाओं से सूक्ष्म निरीक्षण करके पंचांग सारणियों में आवश्यक संशोधन किये जाने चाहिएं। इनके माध्यम से बनाए गए पंचांगों से ही दृग्तुल्यता प्राप्त हो सकती है। वेधशालाओं की उपेक्षा किये जाने के कारण ही आज जो सूर्य संक्रांति 22 दिसम्बर को हो जाती है, उसे हम 14 जनवरी को मनाते हैं। वास्तव में सूर्य की मकर संक्रांति 22 दिसम्बर को हो जाती है और सूर्य उत्तरायण में प्रवेश कर जाते हैं। परंतु इस प्रत्यक्ष अंतरिक्षीय घटना की उपेक्षा करके पूरे भारत में 14 जनवरी को मकर संक्रांति मनाई जाती है। किसी समय यह संक्रांति 14 जनवरी को होती रही होगी। प्रत्यक्ष वेध किया जाना बंद हो जाने के कारण गणित में साबित होने पर भी गलत तिथि में संक्रांति मनाना रूढ़ हो गया है।

इसके साथ ही साथ, अन्य समस्त दृष्ट-अदृष्ट ब्रह्माण्ड के स्वरूप के प्रत्यक्ष दर्शन के लिए वेधशाला परम उपयोगी है। जैसे प्लेनेटोरियम में आज कृत्रिम आकाश का निर्माण करके दिखाया जाता है, उसी प्रकार वेधशालाओं में अंतरिक्ष को प्रत्यक्ष दिखलाया जा सकता है। अतः आज गणित ज्योतिष के विकास के लिए वेधशालाओं का फिर से विकास किये जाने की महती आवश्यकता है। इस प्रकार यह स्पष्ट होता है कि ज्योतिशास्त्र की आधारभूत प्रयोगशाला वेधशाला ही है। इसके अतिरिक्त कहीं अन्य इसका परीक्षण, प्रयोग, अनुसन्धान, ज्ञान सम्भव नहीं है। वेधशाला के इन सिद्धान्तों का कालगणना तथा ग्रहादि साधन के सन्दर्भ में प्रात्यक्षिक स्वरूप ही अन्य शास्त्रों से इसकी आवश्यकता, उपयोगिता तथा प्रासंगिकता को स्वयं सिद्ध करता है। गणना को शुद्ध और सूक्ष्म बनाने के लिए वेधशालाओं का प्रयोग किया जाता है। पञ्चाङ्ग के मान में अशुद्धता का परिमार्जन वेधशालाओं के द्वारा ही हो सकता है। वेधशालाओं में दैवज्ञों की रुचि न होने के कारण बहुत से अशुद्ध पञ्चाङ्गों का प्रवर्तन आज प्रचलित है। इसके अतिरिक्त सिद्धान्त ग्रन्थों के त्रिप्रश्नाधिकार को समझने के लिए प्रयोगात्मक कार्य वेधशालाओं में सम्भव हो सकता है। अतः आज ज्योतिर्गणित के उन्नयन हेतु वेधशालाओं की महती आवश्यकता है और यही उनका परमोद्देश्य है।

14.4 अभ्यास/बोध प्रश्न

1. प्राचीन समय में किस स्थान को समय निर्धारण के लिए प्रधान याम्योत्तर (प्राइम मेरिडियन) माना जाता था?
2. ऋग्वेद में ग्रहणों का प्रेक्षण करने वाले को क्या कहते हैं?
3. अलबरूनी भारत कब आया?
4. वर्तमान में उपलब्ध भारतीय वेधशालाओं का निर्माण किसने करवाया था?

5. महाराज सवाई राजा जयसिंह द्वितीय का काल क्या है?
6. राजा जयसिंह ने सर्वप्रथम किस वेधशाला का निर्माण करवाया?
7. दिल्ली की वेधशाला को आज किस नाम से जाना जाता है?
8. दिल्ली की वेधशाला में मिश्र-यंत्र के अंतर्गत कौन से पांच यंत्र आते हैं?
9. जयपुर की वेधशाला का निर्माण कब हुआ?
10. जयपुर की वेधशाला में कितने यंत्रों का निर्माण किया गया?
11. उज्जैन की वेधशाला कब निर्मित हुई?
12. उज्जैन की वेधशाला के अनंतर, राजा जयसिंह ने 1737 ई. में किस वेधशाला का निर्माण करवाया?
13. मथुरा की वेधशाला का निर्माण कब हुआ?
14. उज्जैन की वेधशाला में वर्तमान में कितने यंत्र सुरक्षित हैं?
15. उज्जैन यन्त्रशाला का जीर्णोद्धार किसने करवाया था?

14.5 सारांश

इस पूरे विवरण से यह स्पष्ट हो जाता है कि भारत में अत्यंत प्राचीन काल से ही वेधशालाओं का प्रचलन रहा है। इसके लिए भारतीय ज्योतिर्विदों ने अनेक प्रकार के यंत्रों का निर्माण किया था। हालाँकि उन्होंने कभी टेलीस्कोप का निर्माण किया या नहीं, यह कहना कठिन है, परंतु वेधशालाओं का निर्माण उन्होंने अवश्य किया था। दुर्भाग्यवश ज्योतिषशास्त्र की पढ़ाई में भी इन वेधशालाओं का प्रयोग बंद कर दिया गया है। ये वेधशालाएं आज केवल प्रदर्शनी की वस्तु बन कर रह गए हैं। आज आवश्यकता है कि ज्योतिषशास्त्र की प्रयोगशाला रूपी इन वेधशालाओं में ज्योतिष का अध्ययन-अध्यापन प्रारंभ किया जाए। इससे भारतीय कालगणना और ज्योतिषशास्त्र की वैज्ञानिकता तो स्थापित होगी ही, वह सभी के लिए अधिक उपयोगी भी हो सकेगा।

14.6 शब्दावली

वेधशाला – वह स्थान जहाँ अंतरिक्षीय पिंडों का प्रेक्षण, अवलोकन तथा गणना आदि किया जा सके।

दृकतुल्यता – गणित से निकाले गए ग्रहों की स्थिति की प्रत्यक्ष दर्शन से समानता

अप्रतिहत नियम - शाश्वत नियम

कालबाह्य – काल से बाहर होना

14.7 संस्तुत ग्रंथ सूची

- ज्योतिविज्ञान-सन्दर्भसमालोचनिका, प्रो. बृजेश कुमार शुक्ल, प्रतिभा प्रकाशन, दिल्ली
- सिद्धान्तशिरोमणि - मूल लेखक- आचार्य भास्कराचार्य।

- यन्त्र परिचय - डॉ0 विनोद शर्मा
- भारतीय ज्योतिष यन्त्रालय वेधपथ प्रदर्शक - पं0 गोकुल चन्द्र भावन
- सूर्यसिद्धान्त - आचार्य कपिलेश्वर शास्त्री
- प्रस्तरवेधशाला - प्रोफेसर भास्कर शर्मा 'श्रोत्रिय'

अभ्यास/बोध प्रश्नों के उत्तर

1. उज्जैन को
2. अत्रि
3. 11वीं शताब्दी में
4. महाराज सवाई जय सिंह द्वितीय ने अपने राज्यकाल में करवाया था।
5. 1686-1743 ई.
6. दिल्ली की वेधशाला का 1724 ई. में
7. जंतर मंतर के नाम से
8. सम्राट यन्त्र, जयप्रकाश यन्त्र, राम यन्त्र, षष्ठांश यन्त्र तथा पलभा यन्त्र
9. 1728 ई. में
10. 19 यंत्रों का
11. 1734 ई. में
12. काशी (वाराणसी) की वेधशाला का
13. 1738 ईस्वी में
14. 5
15. श्री सूर्य नारायण व्यास ने