

## थार्नथ्वेट का वर्गीकरण

(Classification of Thornthwaite)

थार्नथ्वेट ने सर्वप्रथम अपना वर्गीकरण 1931 में प्रस्तुत किया, तत्पश्चात् उसमें कुछ और परिमार्जन करके 1933 में प्रस्तुत किया। पुनः इन्होंने 1948 में अपने वर्गीकरण का संशोधित रूप प्रस्तुत किया। कोपेन की भाँति थार्नथ्वेट ने भी यह स्वीकार किया कि वनस्पति, जलवायु की सूचक होती है तथा वनस्पति पर वर्षा की मात्रा तथा तापक्रम का पर्याप्त प्रभाव होता है, परन्तु वाष्पीकरण को भी ध्यान में रखना होगा। इसी आधार पर उन्होंने वर्षण प्रभाविता (Precipitation Effectiveness) तथा तापक्रम प्रभाविता (Temperature Effectiveness) को जलवायु प्रदेशों के सीमा-निर्धारण में महत्व प्रदान किया है।

### वर्षण प्रभाविता (Precipitation Effectiveness)

‘वर्षण प्रभाविता’ का तात्पर्य सम्पूर्ण वार्षिक वर्षा के केवल उस भाग से है, जो वनस्पति की उत्पत्ति तथा विकास को प्रभावित करती है। इसके लिए इन्होंने वर्षण प्रभाविता अनुपात (Precipitation Effectiveness Ratio = P/E Ratio) का परिकलन किया है। P/E अनुपात का परिकलन कुल मासिक वर्षा को कुल मासिक वाष्पीकरण से भाग देकर किया जाता है और बारह महीने के P/E अनुपात का योग करके वर्षण प्रभाविता सूची (precipitation effectiveness index) तैयार कर ली जाती है। चूँकि प्रत्येक केन्द्र के वाष्पीकरण का आंकड़ा प्राप्त करना कठिन होता है, अतः थार्नथ्वेट ने P/E अनुपात तथा P/E सूची ज्ञात करने के लिए निम्न गुर बताया है -

$$(i) P/E \text{ अनुपात} = 11.5 \left( \frac{r}{t-10} \right)^{10/9}$$

$$(ii) P/E \text{ सूची} = \sum_{i=1}^{12} 11.5 \left( \frac{r}{t-10} \right)^{10/9}$$

$r$  = औसत मासिक वर्षा (इंच में)

$t$  = औसत मासिक तापमान ( $0^{\circ}F$ )

P/E सूची के आधार पर थार्नथ्वेट ने भूपटल को 5 आर्द्रता प्रदेशों में विभक्त किया है, जिनमें प्रत्येक प्रदेश में विशिष्ट प्रकार की वनस्पति पायी जाती है। इनमें से प्रत्येक प्रदेश का नामकरण अंग्रेजी के वर्ण (letter) द्वारा किया गया है।

आर्द्रता प्रदेश	वनस्पति	P/E सूची
1. तर (Wet)-A	वर्षा के वन	128 से ऊपर
2. आर्द्र (Humid)-B	वन	64-127
3. उपार्द्र (Sub-humid)-C	घास के मैदान	32-63
4. अर्द्ध-शुष्क (Semi-arid)-D	स्टेपी	16-31
5. शुष्क (Arid)-E	मरुस्थल	16 से कम

मौसमी वर्षा के वितरण के आधार पर उपर्युक्त आर्द्रता-प्रदेशों में से प्रत्येक को चार उप-भागों में विभक्त किया गया है :

- |       |       |        |        |        |
|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1. Ar | 5. Br | 9. Cr  | 13. Dr | 17. Er |
| 2. As | 6. Bs | 10. Cs | 14. Ds | 18. Es |
| 3. Aw | 7. Bw | 11. Cw | 15. Dw | 19. Ew |
| 4. Ad | 8. Bd | 12. Cd | 16. Dd | 20. Ed |

$r$  = वर्ष भर पर्याप्त वर्षा

$s$  = ग्रीष्म काल में न्यून वर्षा

$w$  = शीतकाल में न्यून वर्षा

$d$  = सभी मौसम में न्यून वर्षा

### तापीय दक्षता (Thermal Efficiencies)

वनस्पति की उत्पत्ति तथा विकास में तापक्रम का भी महत्वपूर्ण योगदान होता है। इस तरह थार्नथ्वेट ने तापीय क्षमता अनुपात (Thermal Efficiency Ratio T/E ratio) का परिकलन निम्न गुर के आधार पर किया है -

$$(i) \text{ तापीय दक्षता अनुपात T/E ratio} = (T - 32)/4$$

$T$  = औसत मासिक तापक्रम ( $0^{\circ}F$ )

$$(ii) \text{ तापीय दक्षता सूची T/E index} = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T-32}{4} \right)$$

T/E सूची के आधार पर थार्नरवेट ने भूपटल को 6 तापक्रम प्रदेशों में विभक्त किया है तथा उनका नामकरण वर्ण के आधार पर किया है।

तापक्रम-प्रदेश	T/E सूची
1.A' उष्ण कटिबन्धीय	128 के ऊपर
2.B' मध्य तापीय (Meso-thermal)	64-127
3.C' सूक्ष्म तापीय (Micro-thermal)	32-63
4.D' टैगा	16-31
5.E' टुण्ड्रा	1-15
6.F' हिमाच्छादित (Frost)	0

इस तरह यदि वर्षण-प्रभाविता, वर्षा के मौसमी वितरण तथा तापीय दक्षता को देखा जाय तो कुल 120 उप-प्रकार या वर्ग बन सकते हैं, परन्तु भूपटल पर थार्नरवेट ने इसमें से केवल 32 जलवायु प्रकार ही स्वीकार किये हैं-

- 1.AA' r = उष्ण कटिबन्धीय तर जलवायु, सभी महीनों में पर्याप्त वर्षा।
- 2.AB' r = मध्य तापीय (meso-thermal) तर जलवायु, सभी महीनों में वर्षा।
- 3.AC' r = सूक्ष्म तापीय (micro-thermal) तर जलवायु, सभी महीनों में वर्षा।
- 4.BA' r = उष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 5.BA'w = उष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 6.BB'r = मध्य तापीय आर्द्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 7.BB' w = मध्य तापीय आर्द्र जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 8.BB' s = मध्य तापीय आर्द्र जलवायु, ग्रीष्मकाल में कम वर्षा।
- 9.BC' r = सूक्ष्म तापीय आर्द्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 10.BC' s = सूक्ष्म तापीय आर्द्र जलवायु, ग्रीष्मकाल में कम वर्षा।

- 11.CA' r = उष्ण कटिबन्धीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 12.CA' w = उष्ण कटिबन्धीय उपाद्र जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 13.CA' d = उष्ण कटिबन्धीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 14.CB' r = मध्य तापीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 15.CB' w = मध्य तापीय उपाद्र जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 16.CB' s = मध्य तापीय उपाद्र जलवायु, ग्रीष्मकाल में कम वर्षा।
- 17.CB' d = मध्य तापीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 18.CC' r = सूक्ष्म तापीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में वर्षा।
- 19.CC' s = सूक्ष्म तापीय उपाद्र जलवायु, ग्रीष्मकाल में कम वर्षा।
- 20.CC' d = सूक्ष्म तापीय उपाद्र जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 21.DA' w = उष्ण कटिबन्धीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 22.DA' d = उष्ण कटिबन्धीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 23.DB' w = मध्य तापीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, शीतकाल में कम वर्षा।
- 24.DB' s = मध्य तापीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, ग्रीष्मकाल में कम वर्षा।
- 25.DB' d = मध्य तापीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 26.DC' d = सूक्ष्म तापीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 27.EA' d = उष्ण कटिबन्धीय जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।
- 28.EB' d = मध्य तापीय शुष्क जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा।

29.  $ED' d$  = सूक्ष्म तापीय शुष्क जलवायु, सभी मौसम में कम वर्षा ।
30.  $D'$  = टैगा तुल्य जलवायु ।
31.  $E'$  = टुण्ड्रा तुल्य जलवायु ।
32.  $F'$  = सतत हिमाच्छादित जलवायु-ध्रुवीय जलवायु ।

### 1948 का वर्गीकरण

थार्नरवेट ने 1948 में अपने वर्गीकरण में पुनः संशोधन किया । यद्यपि इस बार भी वर्गीकरण में तीन सूचियों (वर्षण-प्रभाविता, वर्षा का मौसमी वितरण तथा तापीय दक्षता) का प्रयोग किया है, तथापि उनका प्रयोग दूसरे ढंग से किया गया है । इस नये वर्गीकरण में जलवायु-प्रदेशों का सीमा-निर्धारण वनस्पति के आधार पर न होकर वर्षा तथा सम्भाव्य वाष्पीकरण वाष्पोत्सर्जन (potential evapotranspiration) जो कि वास्तव में तापीय दक्षता तथा जल हानि का सूचकांक है पर किया गया है । ज्ञातव्य है कि सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन का औसत मासिक तापमान के आधार पर परिकलन किया जाता है न कि प्रत्यक्ष मापन किया जाता है । इसमें दिन की लम्बाई 12 घण्टे तक (जब तक सूर्यप्रकाश प्राप्त होता है) ही मानी जाती है ।

सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन (PE, सेण्टीमीटर में)

$$= 1.6 (10t / I)^a$$

जबकि PE = सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन

$I = 12$  महीने के  $(t / 5)^{1.514}$  का योग

$a = I$  का कारक

$t =$  तापमान ( $0^{\circ}\text{C}$ )

इस आधार पर थार्नरवेट ने विभिन्न जलवायु की सीमाओं के निर्धारण के लिए चार सूचकांकों को विकसित किया है -

- (1) आर्द्रता सूचकांक ( $I_m$ )
- (2) सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन या तापीय दक्षता सूचकांक (PE)
- (3) शुष्कता एवं आर्द्रता सूचकांक
- (4) तापीय दक्षता या सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन सान्द्रण सूचकांक

**आर्द्रता सूचकांक ( $I_m$ )** - आर्द्रता सूचकांक का तात्पर्य आर्द्रता अभाव (humidity deficit) या आर्द्रता आधिक्य (humidity surplus) से होता है । इसका परिकलन निम्न गुर से होता है -

$$I_m = (100S - 60D)/PE$$

जबकि  $I_m =$  मासिक आर्द्रता सूचकांक

$S =$  मासिक आर्द्रता आधिक्य

$D =$  मासिक आर्द्रता अभाव

इस गुर से परिकलित 12 महीनों का योग वार्षिक आर्द्रता सूचकांक बताता है ।

**तापीय दक्षता सूचकांक** — यह सूचकांक वास्तव में सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन का सूचक है जो सेण्टीमीटर में व्यक्त किया जाता है । इसके परिकलन का गुर वही है जो PE के परिकलन का है (ऊपर व्यक्त किया गया है) ।

**शुष्कता एवं आर्द्रता सूचकांक** — इन सूचकांकों का उपयोग आर्द्रता प्राप्यता (moisture adequacy) के मौसमी वितरण के निर्धारण के लिए किया जाता है । शुष्कता सूचकांक आर्द्र जलवायु में वार्षिक जल के घाटे को वार्षिक सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन के प्रतिशत के रूप में तथा आर्द्रता सूचकांक को शुष्क जलवायु में जल आधिक्य को वार्षिक सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है ।

**तापीय दक्षता का सान्द्रण**— का तात्पर्य ग्रीष्मकाल के तीन महीनों के सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन का वार्षिक सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन के प्रतिशत से होता है ।

**आर्द्रता सूचकांक ( $I_m$ )** के आधार पर थार्नरवेट ने 9 आर्द्रता मण्डलों का निर्धारण किया है —

आर्द्रता सूचकांक	आर्द्रता मण्डल
(1) 100 तथा उससे अधिक	A आर्द्र
(2) 80 से 100	B4 आर्द्र
(3) 60 से 80	B3 आर्द्र
(4) 40 से 60	B2 आर्द्र
(5) 20 से 40	B1 आर्द्र
(6) 0 से 20	C2 तर अर्द्ध आर्द्र

आर्द्रता सूचकांक	आर्द्रता मण्डल
(7) 33.3 से 0	C1 शुष्क अर्द्ध आर्द्र
(8) 66.7 से -33.3	D अर्द्ध शुष्क
(9) 100 से -66.7	E शुष्क

तापीय दक्षता (सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन) के आधार पर 9 तापीय मण्डलों का अभिनिर्धारण किया गया है—

तापीय दक्षता सूचकांक (सेण्टीमीटर)	तापीय मण्डल प्रकार
(1) 114 तथा उससे अधिक	A' वृहदतापीय (मेगाथर्मल)
(2) 99.7 से 114	B' 4 मध्य तापीय (मेसोथर्मल)
(3) 85.5 से 99.7	B' 3 मध्य तापीय
(4) 71.2 से 85.5	B' 2 मध्य तापीय
(5) 57.0 से 71.2	B' 1 मध्य तापीय
(6) 42.7 से 57.0	C' 2 सूक्ष्मतापीय (माइक्रोथर्मल)
(7) 28.5 से 42.7	C' 1 सूक्ष्म तापीय
(8) 14.2 से 28.5	D' दुष्ण्ड्रा
(9) 14.2 से कम	E' फ्रास्ट (पाला)

तापीय दक्षता के ग्रीष्मकालीन सान्द्रण के आधार पर विश्व को 8 मण्डलों में विभक्त किया गया है -

तापीय दक्षता का ग्रीष्मकालीन सान्द्रण %	प्रकार
(1) 48.0 से कम	a'
(2) 48.0 से 51.9	b'
(3) 51.9 से 56.3	b' 3
(4) 56.3 से 61.6	b' 2
(5) 61.6 से 68.0	b' 1
(6) 68.0 से 76.3	C' 2
(7) 76.3 से 88.0	C' 1
(8) 88.0 से अधिक	d'

थार्नरवेट ने मौसमी आर्द्रता पर्याप्तता के आधार पर दो प्रमुख तथा 10 उप जलवायु प्रकारों का अभिनिर्धारण किया है—

(I) तर जलवायु (A, B, C2)	शुष्कता सूचकांक
(1) r न्यून या शून्य जल का अभाव	0-10
(2) s सामान्य ग्रीष्मकालीन जल अभाव	10-20
(3) w सामान्य शीतकालीन जलाभाव	10-20
(4) s2 अधिक ग्रीष्मकालीन जलाभाव	20 से अधिक
(5) w2 अधिक शीतकालीन जलाभाव	20 से अधिक
(II) शुष्क जलवायु (C1, D, E)	आर्द्रता सूचकांक
(6) d न्यून या शून्य जलाधिक्य	0-16.7
(7) s सामान्य शीतकालीन जलाधिक्य	16.7-33.3
(8) w सामान्य ग्रीष्मकालीन जलाधिक्य	16.7-33.3
(9) s2 अधिक शीतकालीन जलाधिक्य	33.3 से अधिक
(10) w2 अधिक ग्रीष्मकालीन जलाधिक्य	33.3 से अधिक

इस प्रकार किसी भी स्थान या क्षेत्र की जलवायु उपर्युक्त जलवायु के तत्वों तथा सूचकांकों के समूहन के आधार पर निर्धारित की जाती है। इस तरह किसी भी स्थान या क्षेत्र की जलवायु को चार वर्णों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। उदाहरणार्थ - AA' a' r जलवायु = सतत आर्द्र (perhumid A) मेगाथर्मल (A') जलवायु जिसमें वार्षिक तापीय दक्षता का ग्रीष्मकालीन सान्द्रण 48 प्रतिशत से कम (a') तथा जल का अभाव न्यून या शून्य (r) होता है।

### मूल्यांकन

थार्नरवेट का 1931 का वर्गीकरण कोपेन द्वारा प्रस्तुत वर्गीकरण के लगभग समान ही था क्योंकि इनमें कतिपय उभय बिन्दु थे यथा - (1) कोपेन के समान ही थार्नरवेट की योजना भी आनुभविक (इम्पीरिकल) तथा मात्रात्मक थी क्योंकि वर्षण तथा तापमान से परिकलित विभिन्न परिमाणात्मक प्राचलों (quantitative parameters) के आधार पर विभिन्न जलवायु प्रकारों की सीमाओं का निर्धारण किया जाता है, (ii) जलवायु प्रदेशों के निर्धारण में वनस्पति को प्रमुख आधार बनाया गया है, (iii) विभिन्न जलवायु प्रकारों को इंगित करने के लिए विभिन्न वर्णों (letters) का प्रयोग किया गया है आदि।