

वाताग्र-उत्पत्ति और चक्रवात (FRONTOGENESIS AND CYCLONES)

वाताग्र तथा वाताग्र-उत्पत्ति

सामान्य रूप में 'वाताग्र' वह ढलुआ सीमा होती है, जिसके सहारे दो विपरीत स्वभाववाली हवाएं मिलती हैं। जब अभिसरण (converge) करनेवाली हवाओं के बीच में विस्तृत-संक्रमणीय प्रदेश (transitional zone) रह जाता है, तो उसे वाताग्र प्रदेश (frontal zone) कहते हैं। वाताग्र न तो धरातलीय सतह के समानान्तर होता है और न उसके ऊपर लम्बवत् होता है, अपितु कुछ कोण पर झुका होता है। वाताग्र का ढाल पृथ्वी की अक्षीय गति पर आधारित होता है जो कि ध्रुवों की ओर बढ़ता जाता है। वाताग्र की उत्पत्ति से सम्बन्धित प्रक्रिया को वाताग्र उत्पत्ति (frontogenesis) कहते हैं, परन्तु इस शब्द के प्रयोग के सम्बन्ध में अनेक विचार व्यक्त किये गये हैं। वरगरन महोदय के अनुसार 'frontogenesis' का तात्पर्य नये वाताग्र की उत्पत्ति से होता है। कुछ अन्य विद्वानों ने इस परिभाषा को विस्तृत करके 'frontogenesis' शब्द का प्रयोग पुराने वाताग्र की पुनः उत्पत्ति के लिए किया है। ट्रिवार्था महोदय के अनुसार वे क्षेत्र, जहाँ पर विरोधी स्वभाववाली हवाएं अभिसरित होती हैं, 'वाताग्र-उत्पत्ति के क्षेत्र' कहे जाते हैं। पेटरसन महोदय के अनुसार "वाताग्री सतह तथा धरातलीय सतह का प्रतिच्छेदन करनेवाली रेखा को 'वाताग्र' कहते हैं तथा जो प्रक्रिया वाताग्र का निर्माण करती है, उसे 'वाताग्र-उत्पत्ति' (frontogenesis) कहते हैं। कुछ निर्दिष्ट दशाओं में वाताग्र नष्ट हो जाते हैं। इस प्रक्रिया को वाताग्र क्षय (frontolysis) कहते हैं।" उपर्युक्त मतान्तरों से बचने के लिए कहा जा सकता है कि वाताग्र की उत्पत्ति की प्रक्रिया को 'वाताग्र उत्पत्ति' तथा उसके नष्ट होने की प्रक्रिया को 'वाताग्र-क्षय' कहते हैं।

वाताग्र-उत्पत्ति के लिए आवश्यक दशाएं

यदि भूपटल पर वाताग्र क्षेत्रों के वितरण को देखा

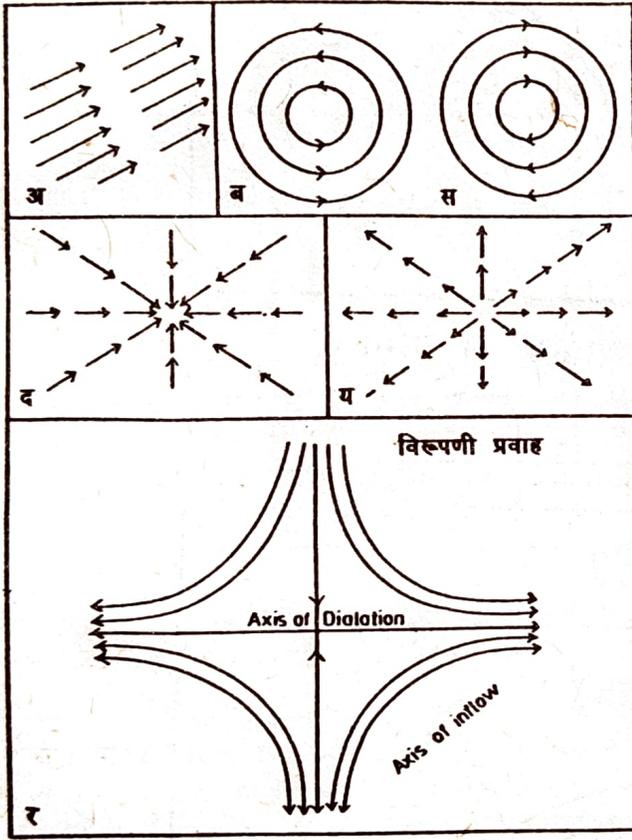
जाय तो स्पष्ट हो जाता है कि वाताग्र कुछ सीमित क्षेत्रों में ही उत्पन्न होते हैं। इससे साफ इंगित हो जाता है कि वाताग्र-उत्पत्ति कुछ निर्दिष्ट दशाओं के सम्यक् रूप में अनुकूल होने पर ही बनते हैं। इनमें से मुख्य हैं - विभिन्न विपरीत तापक्रमवाली दो वायु राशियों की उपस्थिति तथा उनकी विपरीत प्रवाह दिशा। जब ये दोनों दशाएं साथ-साथ सुलभ होती हैं तो वाताग्र बनते हैं, अन्यथा किसी एक के अनुपस्थित होने पर उनका बनना असम्भव हो जाता है।

1. विपरीत तापक्रम - दो वायु-राशियाँ विपरीत तापक्रम वाली होनी चाहिए। एक वायु-राशि ठंडी, भारी तथा शुष्क होनी चाहिए, जबकि दूसरी वायु-राशि अति गर्म, हलकी तथा आर्द्र होनी चाहिए। ऐसी स्थिति में जब गर्म तथा ठंडी हवाएं मिलती हैं तो ठंडी एवं भारी हवा गर्म तथा हलकी हवा के क्षेत्र में आक्रमण करके उसे ऊपर उठा देती है तथा वाताग्र बन जाता है। भूमध्य-रेखा के पास दो विपरीत दिशाओं से वायु (व्यापारिक पवन) मिलती है, परन्तु समान तापक्रम के कारण वाताग्र नहीं बन पाते हैं, परन्तु कुछ विद्वानों ने भूमध्य-रेखा के पास भी वाताग्र-निर्माण का अवलोकन किया है।

2. वायुराशियों की विपरीत दिशा - वाताग्र-उत्पत्ति के लिए दो वायु-राशियों का अभिसरण आवश्यक होता है। अर्थात् विपरीत तापक्रम वाली दो वायु-राशियाँ विपरीत दिशाओं से आकर जब आमने-सामने मिलती हैं तो एक दूसरे के क्षेत्र में प्रविष्ट होने का प्रयास करती हैं और एक लहरनुमा वाताग्र का निर्माण होता है। इसके विपरीत जब वायुराशियों का अपसरण (divergence) होता है तो हवाएं दो विपरीत दिशाओं की ओर चलने लगती हैं। ऐसी दशा में वाताग्र का निर्माण कदापि नहीं हो सकता है, वरन् उसका क्षय अवश्य हो जाता है। पेटरसन महोदय ने चार प्रकार के 'पवन-प्रवाह

क्रम' का उल्लेख किया है। इनमें से अन्तिम दो क्रमों में ही वाताग्र-उत्पत्ति की संभावना होती है।

(i) **स्थानान्तरणी प्रवाह (Translatory Circulation)** - इसमें हवाएं क्षैतिज रूप में एक स्थान से दूसरे स्थान को एक ही दिशा में चलती हैं। इस प्रवाह के कारण तापक्रम में विपरीत दिशा नहीं उत्पन्न हो पाती क्योंकि समताप रेखाएं समानान्तर तथा एक दूसरे से दूर ही रहती हैं। इस प्रवाह में वाताग्र नहीं बन सकता (चित्र 35.1अ)।



चित्र 35.1-अ. स्थानान्तरणी प्रवाह, ब. घूर्णन प्रवाह (चक्रवातीय), स. घूर्णन प्रवाह (प्रतिचक्रवातीय), द. अभिसरण, य. अपसरण, र. विरूपणी पवन संचार।

(ii) **घूर्णन प्रवाह (Rotatory Circulation)** - इसमें हवाएं चक्रवातीय या प्रति-चक्रवातीय रूप में चलती हैं तथा तापक्रम में विपरीत दशा बन जाती है, परन्तु वाताग्र नहीं बन पाते हैं (चित्र 35.1 ब)।

(iii) **अभिसरण तथा अपसरण (Convergence and Divergence)** - अभिसरण में हवाएं चारों तरफ से एक बिन्दु पर मिलती हैं (चित्र 35.1द), जबकि अपसरण में एक केन्द्र से चारों तरफ को प्रवाहित होती हैं (चित्र

35.1य)। प्रथम स्थिति में यद्यपि तापक्रम की विपरीत स्थिति बन जाती है, परन्तु एक केन्द्र पर होती है, न कि एक रेखा के सहारे। वाताग्र के निर्माण के लिए एक रेखा के सहारे विपरीत तापक्रम होना चाहिए।

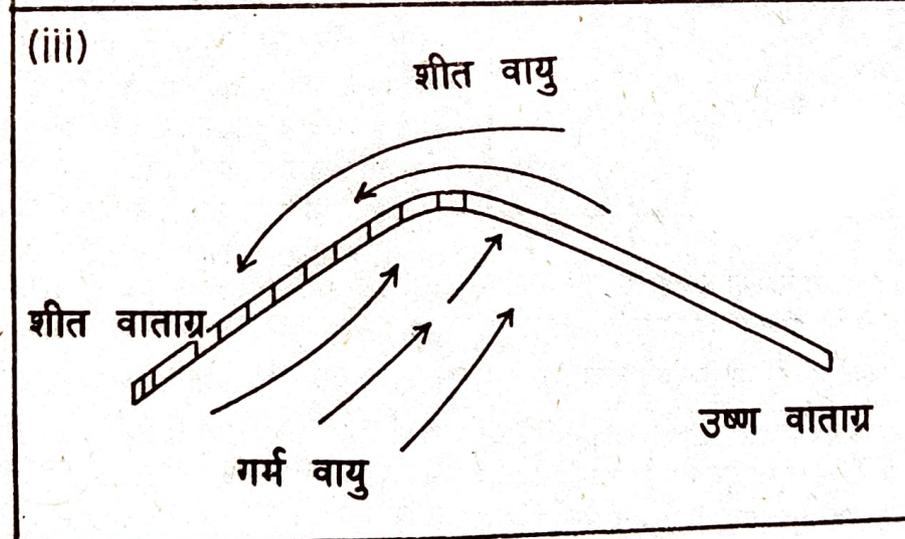
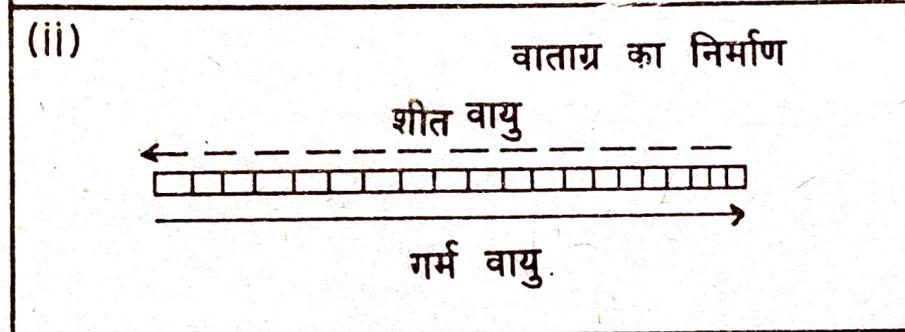
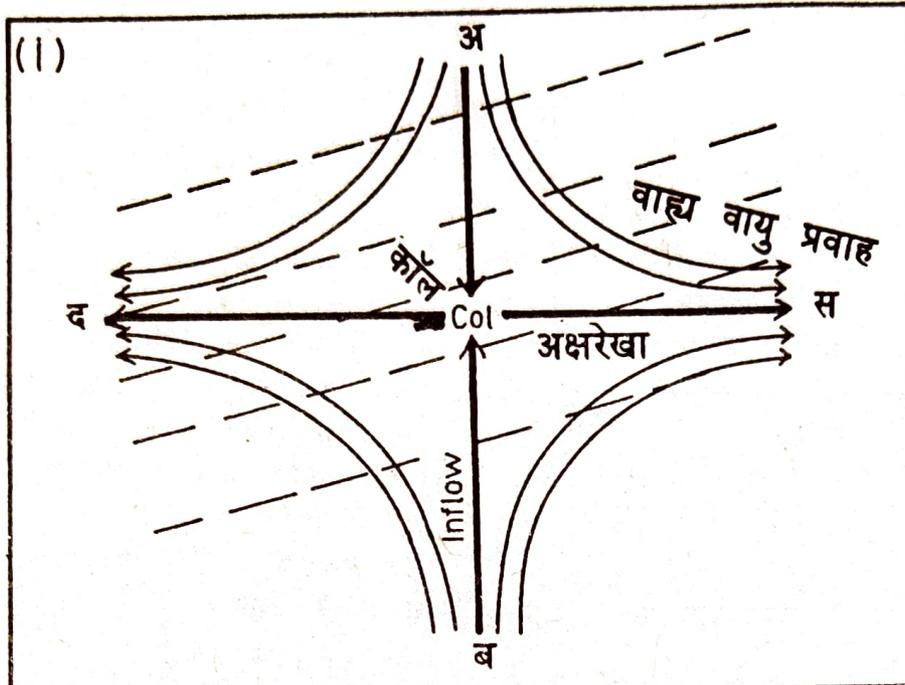
(iv) **विरूपणी पवन प्रवाह (Deformatory Circulation)** - इस तरह के पवन-संचार में दो विपरीत तापक्रम वाली हवाएं एक दूसरे से मिलने पर एक रेखा के सहारे क्षैतिज दिशा में फैलती हैं, जिस रेखा के सहारे हवाएं बाहर की ओर फैलती हैं, उसे 'वाह्य-प्रवाह अक्षरेखा' (axis of outflow या axis of dialation) कहते हैं। दूसरे अक्ष को अन्तः प्रवाह अक्ष (axis of inflow) कहते हैं। यह अन्तिम प्रवाह-क्रम वाताग्र के निर्माण के लिए सबसे अधिक अनुकूल होता है, इस तरह की दशा प्रायः कॉल (col) के पास होती है (चित्र 35.1र तथा 35.2i)।

वाताग्र का निर्माण

विरूपणी प्रवाह (deformatory circulation) में जब दो विपरीत तापक्रमवाली हवाएं मिलती हैं तो वे वाह्य प्रवाह अक्ष के सहारे फैलती हैं। ऐसी स्थिति में समताप रेखा तथा 'वाह्य प्रवाह अक्ष' के बीच के कोण पर वाताग्र का बनना सम्भव होता है। जब यह कोण 45° से अधिक होता है, तो वाताग्र नहीं बन सकता है। धीरे-धीरे यह कोण कम होने लगता है तथा समताप रेखा 'वाह्य प्रवाह अक्ष' के समानान्तर होने का प्रयास करने लगती है। ऐसी स्थिति में वाताग्र और अधिक सक्रिय हो जाता है। वाताग्र की तीव्रता मुख्य रूप से ताप-प्रवणता (temperature gradient) पर आधारित होती है। जब वाताग्र के सहारे दो विपरीत दिशावाली हवाएं एक दूसरे के समानान्तर होती हैं, और वायु का उमर की ओर स्थानान्तरण नहीं होता है तो **स्थायी वाताग्र (stationary front)** का निर्माण होता है। ऐसे वाताग्र के सहारे बादल नहीं बन पाते हैं, और वर्षा न हो सकने के कारण इसका महत्व नगण्य होता है। परन्तु इस तरह की स्थिति कभी-कभी ही होती है, क्योंकि पृथ्वी के **विक्षेपबल (deflective force)** के कारण दो विपरीत वायुराशियाँ एक दूसरे से ढलुआ सीमा से अलग होती हैं तथा ठंडी, भारी वायु हलकी गर्म वायु को उमर कर देती है। वाताग्र दो विपरीत हवाओं के बीच रेखा के रूप में नहीं होते हैं। वरन् उनकी कुछ चौड़ाई होती है, जो कि 5 से 80 किमी० तक होती है।

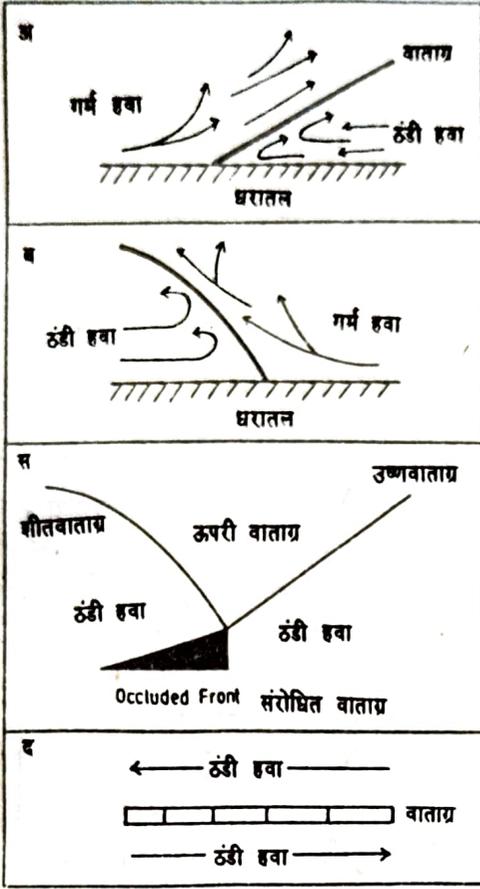
वाताग्र का वर्गीकरण

विभिन्न विशेषताओं पर आधारित वाताग्र को 4 प्रकारों में विभाजित किया जाता है।



वाताग्र का निर्माण, (ii) स्थायी वाताग्र तथा (iii) पूर्ण विकसित वाताग्र

(i) उष्ण वाताग्र (warm front) - जब वाताग्र के सहारे गर्म तथा हलकी वायु आक्रामक होती है तथा ठंडी एवं भारी वायु के ऊपर तीव्रता से चढ़ती है, तो उसे 'उष्ण वाताग्र' कहते हैं। उष्ण वाताग्रों का ढाल प्रायः 1:100-1:400 तक (मध्य अक्षांशों में) पाया जाता है



चित्र 35.3 - (अ) उष्ण वाताग्र, (ब) शीत वाताग्र, (स) अधिविष्ट वाताग्र और (द) स्थायी वाताग्र ।

(ii) शीत वाताग्र (cold front) - जब ठंडी तथा भारी वायु आक्रामक होती है तथा गर्म एवं हलकी वायु को ऊपर उठा देती है तो 'शीत वाताग्र' का निर्माण होता है। इसका ढाल 1:25 से 1:100 होता है (चित्र 35.3ब)।

(iii) अधिविष्ट वाताग्र (occluded front) - जब शीत वाताग्र तीव्र गति से चलकर उष्ण वाताग्र से मिल जाता है तथा गर्मवायु का नीचे से सम्पर्क समाप्त हो जाता है तो 'अधिविष्ट वाताग्र' का निर्माण होता है (चित्र 35.3स)।

(iv) स्थायी वाताग्र (stationary front) - जब दो विपरीत वायु-राशियाँ एक वाताग्र से इस रूप में अलग होती हैं कि वे एक दूसरे के समानान्तर हो जाती हैं तथा वायु का उमर उठना नहीं हो पाता है, तो स्थायी वाताग्र का निर्माण होता है (चित्र 35.3द)।

वाताग्र प्रदेश (Frontal Zones)

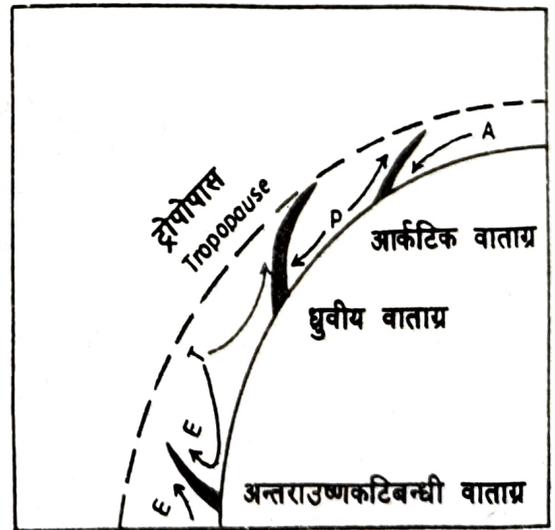
यदि धरातल पर वायु प्रवाह का अवलोकन किया

जाय तो दो ऐसे प्रमुख क्षेत्र हैं, जहाँ पर हवाएं अभिसरित (converge) होती हैं तथा वाताग्रों का निर्माण होता है। ये हैं - भूमध्यरेखीय भाग (निम्न दाब क्षेत्र) तथा उपध्रुवीय निम्न दाब क्षेत्र। कुल मिलाकर धरातल पर वाताग्र के निम्न 3 प्रदेश पाये जाते हैं।

1. ध्रुवीय वाताग्र प्रदेश (polar frontal zone) - मध्य अक्षांशों में (30° - 40°) दोनों गोलार्द्धों में ध्रुवीय ठंडी तथा भारी एवं उष्ण कटिबन्धीय गर्म, आर्द्र तथा हलकी हवाओं के मिलने से ध्रुवीय वाताग्र का निर्माण होता है जिसका विस्तार उत्तरी अटलांटिक और उत्तरी प्रशांत महासागर क्षेत्र में अधिक होता है। जाड़े में ये अधिक सक्रिय होते हैं तथा गर्मियों में मन्द पड़ जाते हैं (चित्र 35.4P)।

2. आर्कटिक वाताग्र प्रदेश - आर्कटिक क्षेत्र में महाद्वीपीय हवाओं तथा ध्रुवीय सागरीय हवाओं के मिलने से वाताग्र का निर्माण होता है। इन हवाओं के तापक्रमों में विशेष अन्तर न होने के कारण ये वाताग्र अधिक सक्रिय नहीं होते हैं। खासकर युरेशिया तथा उत्तरी अमेरिका के उत्तरी भागों में इसका विस्तार पाया जाता है (चित्र 35.4A)।

3. अन्तरा उष्ण कटिबन्धीय वाताग्र प्रदेश (intertropical frontal zone) - भूमध्य-रेखीय निम्न दाब पर 20° पू० तथा 20° पू० व्यापारिक हवाओं के मिलने से इस वाताग्र का निर्माण होता है। यहाँ पर व्यापारिक हवाओं के अभिसरण के कारण हवाएं उमर उठकर पर्याप्त वर्षा करती हैं। यह प्रदेश गर्मियों में उत्तर की ओर तथा जाड़े में दक्षिण की ओर सरकता रहता है (चित्र 35.4E-T)।



प्रमुख वाताग्र मण्डल ।

वाताग्र के साथ बदलता मौसम

वाताग्र का निर्माण दो विपरीत तापक्रम वाली वायु-राशियों के अभिसरण के कारण होता है। अतः इस वाताग्र के दक्षिण से उत्तर की ओर या ० उ० से ६० की ओर पार करने पर विपरीत मौसम का आभास होता है। यदि गर्म वायु आर्द्र होती है तो ठंडी वायु के ऊपर उठने के कारण एडियाबेटिक विधि से ठंडी होकर वर्षा करती है। वाताग्र के सहारे वायु के तापक्रम, दिशा तथा आर्द्रता सम्बन्धी अनेक अन्तर देखे जाते हैं।

1. उष्ण वाताग्र का मौसम - उष्ण वाताग्र में गर्म हवा आक्रामक होती है तथा ठंडी एवं भारी वायु के ऊपर उठ जाती है। यह गर्म वायु नीचे से ठंडी होती है तथा संघनन के बाद बादलों का निर्माण तथा वर्षा होती है। यदि आक्रामक गर्म वायु शुष्क तथा स्थायी होती है तो बहुत ऊँचाई पर जाने पर ही संघनन प्रारम्भ होता है, अन्यथा यदि वह अस्थिर तथा आर्द्र होती है तो थोड़ी ही ऊँचाई पर संघनन प्रारम्भ होता है। उष्ण वाताग्र का ढाल हलका होने से वर्षा लम्बे समय तक होती है, परन्तु अधिक क्षेत्र पर विस्तृत होती है तथा हलकी होती है। उष्ण वाताग्र में बादलों में कई बार परिवर्तन होता है। सबसे पहले पक्षाभ (cirrus) बादल दीखते हैं। इसके बाद क्रमशः ऊपर से नीचे पक्षाभस्तरीय मेघ (cirro stratus), उच्च-स्तरीय मेघ (altostratus) तथा वर्षा-स्तरीय मेघ (nimbo-stratus) दीखते हैं। उष्ण वाताग्र के आगे निकल जाने पर चक्रवात का केन्द्र आ जाता है, जिसे उष्ण वृत्तांश (warm sector) कहते हैं। इसके आने पर मौसम अचानक बदल जाता है। तापक्रम में अचानक वृद्धि हो जाती है। विशिष्ट आर्द्रता में त्वरित वृद्धि होती है। वायुदाब कम हो जाता है। पवन दिशा में किंचित परिवर्तन हो जाता है। वर्षा रुक जाती है तथा मौसम साफ हो जाता है।

2. शीत वाताग्र का मौसम - यहाँ पर ठंडी वायु आक्रामक होती है, जो कि गर्म वायु को ऊपर धकेल देती है। वाताग्र का ढाल अधिक होता है। यदि यह वाताग्र तेजी से आगे बढ़ता है तो मौसम शीघ्र साफ हो जाता है, अन्यथा रुकने पर आकाश पर कपासी वर्षा मेघ (cumulo-nimbus) बादल छा जाते हैं (यदि गर्म वायु आर्द्र तथा अस्थिर होती है) तथा वाताग्री तड़ित झंझा (thunder-storm) बन जाते हैं। वर्षा तीव्र होती है परन्तु थोड़े समय तक ही होती है। तापक्रम गिर जाता है, वायु-दाब बढ़ जाता है, विशिष्ट तथा सापेक्षिक आर्द्रता में कमी हो जाती है तथा वायु दिशा में 45°-180° का परिवर्तन हो जाता है। बिजली की चमक तथा बादलों की गर्जन के साथ वर्षा होती है। कभी-कभी

ओले भी पड़ते हैं। शीत वाताग्र के गुजर जाने पर वर्षा समाप्त हो जाती है तथा बादल छटने लगते हैं। उत्तरी-पश्चिमी ठंडी हवा चलने लगती है।