

الجانب الغربي من الروكي يتكاثف الجزء الأكبر من بخار مائه ، وبوصوله الى القمة يكون خسر رطوبته، ولكنه مازال متمتعاً بحرارة مرتفعة نسبياً بسبب حرارة التكاثف أثناء الصعود ، وما أن يهبط هذا الهواء نحو الجانب الآخر من الجبال باتجاه المنخفضات الجوية حتى يتسخن بفعل الانضغاط ويزداد جفافه ، وتقل سرعته عند الأقدام الشرقية للجبال.

وهكذا نجد أن حرارة الفوهن راجعة لعاملين . (أ. حرارة التكاثف، ب. الحرارة الناجمة عن الانضغاط) ، وإذا كانت درجة الحرارة لا ترتفع شتاءً لأكثر من 5°C ، فإن معنى ذلك أن هذه الفترة حارة لو قورنت مع الفترة التي تليها في حال سيادة طقس أنتيسكلوني بارد جداً ، ويغطي الثلج الأرض ولكن سرعان ما يزول في حال سيادة رياح الفوهن (أمريكا الشمالية) أذ ترتفع درجة الحرارة نحو 24°C خلال ٢٤ ساعة ، فعند قمة كيب Kipp (الروكي) سجل الترمومتر ارتفاعاً قدره 20°C خلال فترة سبع دقائق فقط، وتسود رياح الفوهن أو (الشنوك) في منطقة السهول العظمى الأمريكية عن أقدام جبال الروكي الشرقية من كولورادو الجنوبية وذلك حتى حدود الاستيطان البشري في كندا، ويكون الشتاء الطف في الجزء الغربي من هذه السهول من الجزء الشرقي.

هذا ونجد رياح الفوهن في كل المناطق الجبلية حيث تنتشر الاضطرابات الجوية ، وتعد أودية سويسرا على الجانب الشمالي من الالب المنطقة المثلى لسيادة هذه الرياح ، حيث تؤدي هذه الرياح في الشتاء الى نشوء واحات مناخية في تلك الأودية، ومعدل تكرار حدوثها في هذه الوديان هو ٤٨ يوماً في السنة (أقلها في الصيف ٥ أيام وأكثرها في الربيع ٢٠ يوماً) ، ولهبوب الفوهن نتائج هامة ، فهي تساعد على ذوبان الثلج في فصل الربيع مما يساهم في التبكير في موسم الزراعة ، كما أن لهبوبها في الخريف والشتاء دوراً هاماً في التبكير في نضج المحاصيل بخاصة العنب ، كما تخفف من خطر الصقيع.

ب- نماذج أقليمية عن المناخ الجبلي:

تعد جبال الالب ، والانديز ، وهضبة التيب ت مثل للمناخات الجبلية ، فالالب مثال للمناخات الجبلية المعتدلة الباردة ، والانديز العليا ، مثال عن العروض المدارية ، في حين تمثل التيب مناخات جبال الاستبس الداخلية .

١. جبال الالب :

تسيطر على جبال الالب ضغوط جوية مرتفعة مؤدية الى نموذج فريد من المناخ الجبلي ، وجبال الالب التي تمتد باتساع يزيد على ١٠٠٠ كم ، تكون صفاتها المناخية في ١٨٠ كم الأولى من امتدادها ذات اتصال بمناخ البحر المتوسط ، وما بعد ذلك ترتبط بمناخ أواسط أوروبا ، وتمثل هذه السلسلة حاجزاً مانعاً للكتل الهوائية المتقدمة من الشمال أو الجنوب حيث تعمل على تحويل صفاتها عمودياً وأفقياً.

وتتكون الأشكال الأرضية الرئيسية في الالب من :-

١. سهول مفتوحة واسعة أمثال الهضبة السويسرية (٣٥٠-٤٣٠م) والتي من الناحية

المناخية ترتبط بسهول أواسط أوروبا أكثر من جبال الالب (بازل ، جنيف).

٢. وديان عميقة واسعة وخنادق ضيقة (مثل التدرؤف عند كلاكنفورت).

٣. ٣. وديان مرتفعة (أندرمات عند دافوس).

٤. قمم جبلية (سانتس).

وفي كثير من الأمكنة نجد أن لتضاريس السطح تأثيراً في درجات الحرارة أكثر مما هو

لارتفاع ، وهذا ما يتضح من درجات الحرارة لكل من لوسيرن (الهضبة السويسرية)

وريغي (قمة منعزلة) وبيفرز (قاع وادي انغادين الأعلى).

المحطة	الارتفاع	حرارة كانون ٢	حرارة تموز
لوسيرن	٥٠٠م	٥.٠°م	١٨.٥
ريغي	١٧٧٥م	٥.٠°م	١٠.٠
بيفرز	١٧٠٠م	٥.٠°م	١٣.٠

ذلك أن بطون الوديان هي أحر الأمكنة (في الصيف)، حيث يستقر الهواء فوق السفوح المقعرة التي تشكل أكبر مساحة للتماس مع الهواء ، أما القمم والسفوح المحدبة للمرتفعات فانه رغم تسخينها بشدة بوساطة أشعة الشمس البراقة ، إلا أن مساحة التماس مع الهواء الذي يحيطها تكون صغيرة ، كما أن حركة الهواء تلعب دوراً كبيراً في ذلك ، وهناك استثناء لهذه الحالة وذلك في حالة سيطرة ضغوط مرتفعة حيث يحدث العكس ، وبوجه عام فان الوديان تكون ذات دفء خاص بالمقارنة مع القمم الجبلية خلال أيام الصيف وباردة خلال الشتاء ، أن معدلات الحرارة لريغي وبيفرز تظهر اختلافات بارزة ، فالمحطتان تتقاربان في الارتفاع ، إلا أنه خلال كانون الثاني تبدو المحطة التي تقع في الوادي أبرد بنحو ٧°م عند الصباح من تلك التي تقع على القمة التي تكون أدنى من الأولى بنحو ٥°م في النهاية في تموز.

وبصورة عامة فان معدل حرارة الشتاء على الجوانب المرتفعة للوديان أعلى مما هي عليه في القعر ، وهذا هو السبب الذي من أجله بنيت الكثير من القرى الجبلية فوق مستوى قاع الوادي ، فمضيق برونج Brunig (١٠٠٠م) أدفا خلال الشتاء من مايرنجن (٦٠٠م) والتي تقع دونها في الارتفاع ، وتتميز بطون أودية الألب الشرقية بقسوة شتائها لكونها معزولة عن التأثيرات القادمة من الغرب ، ولذا تتعرض أكثر من غيرها الى الانقلابات الحرارية ، وتسمح الوديان ذات الفتحات الواسعة للهواء البارد بالتصريف ، ولذا فهي ليست بتلك الدرجة من البرودة التي هي عليها الأحواض المغلقة .

وعلى النقيض من رياح الفوهن الدافئة والتي يزيد معدل تكرار حدوثها على ٤٠ يوماً في السنة ، نجد الرياح الشمالية الشرقية (الكتل الهوائية القطبية القارية) والتي تتسرب خلال جبال الألب مابين الضغط المرتفع لأواسط أوروبا وشرقها والانخفاض الجوي غرب البحر المتوسط ، وتعرف هذه الرياح في سويسرا باسم بيز (bise) ، وقد تستمر هذه الرياح الشتوية شديدة البرودة والجفاف لعدة أيام ، وأكثر ماتهيب هذه الرياح في الجزء الجنوبي الغربي مابين بين (Bienne) وجنيف تحت أقدام السلاسل الأمامية لجبال الجورا ، حيث يبلغ معدل هبوبها نحو ١٢٠ يوماً في السنة ، ولذا نجد أن وديان الألب الجنوبية أدفاً من الشمالية في شهر كانون الثاني (بازل - شمالية - صفر درجة ، لوكانو - جنوبية - ١.٨°م).

وتكون بطون الوديان أكثر رطوبة وضباباً (خلال الجو الراكد) في الشتاء ، في حين تكون قمم الجبال فوق طبقة السحب وذات أشعة شمسية براقّة وهواء دافئ جاف ، وفي الصيف تنعكس الآية ، حيث تكون الوديان حارة وجافة وأقلّ تغيماً ، بينما تكون ذرى الجبال مغطاة بسحب كثيفة في فترة بعد الظهر ، فعلى قمة جبل سانتس تقع أكثر ساعات النهار المشمسة لشهر آب بين الساعة التاسعة والعاشر صباحاً ، وهذه تسبق تكون السحب الثقيلة ، أما في الخريف وأثناء سيطرة الطقس الجبهي فإن جميع السلاسل الجبلية بوديانها وقيمتها تغطيها كتل هائلة من السحب والى ارتفاع قد يصل الى ٦٥٠ متراً ، وتكون السفوح المتجهة للجنوب أقلّ تغيماً (لوكانو) وأكثر تعرضاً للشمس (عدد ساعات سطوع الشمس في لوكانو ٤ ساعات في كانون الثاني و ٩ في تموز ، بينما في بازل (٢.١ ساعة في كانون الثاني و ٧.٥ ساعة في تموز). هذا وتتلقى وديان جبال الألب كميات من الأمطار أقلّ مما تتلقاه السلاسل المحيطة بها ، ففي سويسره تعد المجموعات الجبلية التي تضم سان جوثار وسانتس أكثر المناطق تهطلاً ، حيث يبلغ معدل المطر السنوي في كتله سانتس نحو ٢٤٩ سم ، وسان جوثار ٢٥٥ سم ، في حين نجد أن ساركنز الواقعة في قعر وادي الراين عند قدم جبل سانتس لا تتلقى سنوياً أكثر من ٢٣٠ سم ، وتشكل أعالي وادي الرون (٦٤ سم) أجف أجزاء سويسرا ، وهكذا الحال في وديان الألب الشرقية التي تقل معدلاتها المطرية عن ٥٧ سم (وديان أنهار ان Enn وسالزاك ، وانز ENNS) ، وأيضاً في وديان جبال الألب الفرنسية (تارنتيز ، موريين ، أعالي دورانس وروافده) ، ويكون الصيف أكثر الفصول مطراً بخاصة شهر تموز بالنسبة للسلاسل الوسطى والشمالية لجبال الألب سواء أكان ذلك في الوديان أم على القمم.

والتهطل في الشتاء على شكل ثلج في كل المناطق ما عدا السلاسل الواقعة في أقصى الجنوب ، حيث يحتمل أن تسبب رياح السيروكو هطول الأمطار الى ارتفاع قد يصل الى ١٥٠٠ متر ، وعلى قمة جبل سانتس يكون جميع التهطل مابين شهري تشرين الثاني ونيسان على شكل ثلوج ، وتصل سماكة الثلج الى (٦-٨م) في وادي انغادين ، وحتى ١٣م على جبل سانتس ، ويغطي الثلج الارض مدة تقارب من أسبوعين عند جنيف ، ونحو شهر عند بازل ، وستة أسابيع عند التدروف ، و ١٧٣ يوماً عند دافوس ونحو عشرة أشهر فوق جبل سانتس ، وهكذا

نجد أن سماكة الثلج وطول فترة بقائه تختلف تبعاً لدرجة الارتفاع والموقع ، فخط الثلج الدائم في جبال الألب الغربية يقع على ارتفاع ٢٧٥٠ متراً بينما السلاسل الداخلية الأكثر جفافاً يوجد على ارتفاع ٣٢٠٠ م.

٢. الأنديز :-

تمتد هضبة الأنديز من خط الاستواء شمالاً حتى مدار الجدي جنوباً مارة عبر أكوادور وبيرو وبوليفيا على ارتفاع يتراوح بين (٢٧٠٠ م) في أكوادور إلى أكثر من (٣٦٠٠ م) في بوليفيا، وتحف بالهضبة من الجانبين سلاسل الأنديز بشكل متواصل تقريباً تعلوها قمم يزيد ارتفاعها على ٦٠٠٠ م ، وتمثل مدينة (كيثو) الواقعة على ارتفاع (٣٠٠٠ م) الجزء المنخفض من الهضبة المرتفعة (بونا) والتي هي عبارة عن منطقة جرداء خالية من الغابات ونادرة الأشجار وقليلة الزراعة .

وعلى الرغم من عدم وجود الحرارة الاستوائية ، فإن معدلات درجة الحرارة خلال السنة في ((كيثو)) تتشابه كثيراً مع ما يتميز به جنوب انكلترا خلال شهر أيار ، لهذا يقال أن كيثو تتمتع بربيع دائم ، كما أن معدل حرارتها السنوي (١٣° م) يقل بنحو (١٢° م) عن معدل حرارة الساحل الغربي ، وهو فرق لا تبدو معه المدينة بتلك الدرجة من البرودة لمثل موقعها على هذا الارتفاع ، أما المدى السنوي فيقل عن ٠.٦° م ، وحتى التطرفات الحرارية تبدو معتدلة ، لأنه نادراً ما ترتفع الحرارة فوق ٢٣° م خلال النهار وتنخفض دون (١.٨° م) أثناء الليل ، على أن قلة كثافة الطبقات الهوائية فوق الهضبة تشجع عملية الإشعاع الحراري ، وبالتالي تعطي الفرصة لحدوث الصقيع خلال فترة الركود الهوائي ، وفي الأجزاء المرتفعة من الهضبة نجد أن خط الثلج الدائم يستقر فوق الارتفاعات التي تزيد على (٤٥٠٠ م) ، وهو في الأجزاء الشرقية من سلاسل الجبال أخفض مستوى مما في الأجزاء الغربية ، وذلك لكثرة التهاطل في الشرق ، ولهذا فإن الجبال العالية (خاصة جبل شمبازو) تكون مصدراً للثلجات .

وعلى الرغم من وقوع كيثو على خط الاستواء فإن نظام المطر فيها ذو علاقة بنظام المطر في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية والذي يتسم بقلة الأمطار في أشهر حزيران وتموز وأب (١٢ سم) ، في حين يقع الفصل المطير في الفترة بين أيلول وأيار (١٠٣ سم) ، ولا يزيد مجموع كمية المطر السنوية في كيثو (١٥ سم) على نصف مجموع كمية المطر في منخفض الأمازون ، وهذا يرجع

جدول رقم ()

يبين متوسط درجة الحرارة الشهرية والسنوية (م °) وكمية المطر (مم) في بعض المحطات الجبلية

شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت	ت	ك	الم
٢.٤	٠.٧	٢.٩	٦.٥	١٠.٠	١١.٩	١٢.٠	٩.٩	٥.٥	١.٦	١.٣	٦
١٠.٨	١١.٢	١٥.٣	١٣.٦	١٤.٢	١٥.٤	١٣.٤	١٠.٤	١١.٨	١٠.٨	١١.١	٩
١٣.٠	١١.٢	٨.٢	٣.٨	٠.٦	١.٦	١.٤	٠.٥	٤.٣	٨.٣	١١.٤	٨
١٨.٠	١٦.٤	١٦.٦	١٩.٧	٢٤.٩	٣٠.٢	٢٧.٨	٢٠.٨	١٨.٣	١٩.٠	١١.١	١٥
٩.٠	٦.٦	٤.١	٠.٤	٣.٦	٥.٦	٥.٥	٣.٥	٠.٦	٤.٥	٧.٦	٩
٩.٠	١٢.٠	٧.٠	٧.٠	٤.٠	١٦.٠	١٩.٠	١٢.٠	٧.٠	٣.٠	٨.٠	٦
٥.٥	٠.١	٥.٦	١٠.٠	١٣.٩	١٧.٤	١٦.٩	١٣.١	٦.٧	٠.٦	٤.٨	٥
١٠.٠	١٢.٠	١٨.٠	١٢.٠	٤.٠	٣.٠	٦.٠	٧.٠	١٠.٠	١٠.٠	١٠.٠	٩
١٣.٠	١٣.٠	١٣.٠	١٣.٠	١٣.٠	١٣.٠	١٣.٠	١٢.٠	١٣.٠	١٢.٠	١٢.٠	١٢

الى انخفاض درجات الحرارة من ناحية ، والى أثر ظل المطر لاسيما في الوديان العظمى للجبال من ناحية أخرى ، على أن السلاسل الشرقية ولدرجة أقل السلاسل الغربية تصيبها كميات أغزر من الأمطار لأنها تعمل على تكثيف بخار الماء الذي تحمله الرياح الشرقية السائدة .

وبعد الصيف هو فصل المطر في لاباز (بوليفيا) ، حيث أشعة الشمس العمودية تساعد على حدوث أمطار حملانية ضمن منطقة الالتقاء المدارية ، في حين تكون الفترة من شهر أيار وحتى تموز عديمه المطر ، ومجموع المطر السنوي فيها نحو (٥٨سم) ، ويقع خط الثلج الدائم في بوليفيا على ارتفاعات تزيد عن (٥٠٠٠م) ، ولذا فان قليلا من قمم الجبال البوليفية يقع ضمن مستوى هذا الخط ، أما دون الارتفاع السابق وحتى ارتفاع (٤٠٠٠م) فنرى نطاق السهول المجذبة (الباراموس Paeamous.

٣. التبت :-

ليس المناخ فقط وانما جميع المظاهر أيضاً قد تأثرت الى حد كبير بالارتفاع العظيم الذي تتصف به أراضي التبت ، انها هضبة يزيد ارتفاع جهاتها المختلفة على (٤٠٠٠م) (بأستثناء قعر وديانها الشرقية) ، ويصل طول هذه الهضبة الى نحو (٢٠٠٠كم) وعرضها في الغرب الى نحو (٧٠٠كم) ، وفي الشرق الى نحو (١٠٠٠كم) ، وتحدها من الجنوب سلاسل هيمالايا الشاهقة ، ومن الشمال سلاسل كولن وسلاسل أخرى غيرها ، هذا وان ضغطها الجوي هو نصف ما عليه عند مستوى سطح البحر ، وانه ينخفض الى أقل من النصف في الأجزاء المرتفعة ، ومن أكثر الاجزاء ارتفاعاً في التبت الجزء الشمالي الغربي المعروف باسم شانج (chang) الذي يصل ارتفاع بعض أجزائه الى (٥١٥٠-٥٥٠٠ م) ، والى الجنوب من منطقة شانج تمتد منطقة المراعي العالية التي تقع على ارتفاع (٣٩٥٠-٤٥٥٠ م) ، ولهذا فان الظروف المناخية تتباين من جزء الى اخر ، ومع ذلك فان شهر اب يعد أكثر شهور السنة حرارة ، ولكن حرارته المرتفعة لا تحول دون حدوث الصقيع فيه ، ولقد بلغ متوسط الحرارة في منطقة شانج نحو (١٣°م) مع درجة ضغط (٥٦٠مليار) ، ويتصف شتاء هذه المنطقة بالبرودة ، حيث سجلت حرارة أقل من (-٤٠°م) .

وأذا نظرنا الى المتوسطات الحرارية المسجلة في تساي دام (عرض ٣٦.٢ وارتفاع ٣٠٠٠م) والبالغة (-١٣.٨°م) في كانون الثاني و(١٧.٤°م في اب) ، مع درجة قصوى (٣٢.٨°م ، وصغرى -٢٩°م) فإن البحيرات تتجمد في معظمها ابتداءً من شهر تشرين الثاني (بحيرة نام تسوه nam tso ، وبحيرة تسنج هاي Tsng Hai .

وتكون المنطقة الجنوبية الشرقية من التبت مركز (لهسا Lhasa) أقل تطرفاً من الهضاب العالية ، حيث نجد أن القمح منتشر حتى ارتفاع (٣٦٠٠ م) ، ويتصف وادي لهسا بكثرة إنتاجه الزراعي ، وتصل كمية المطر الى (١٠٥سم) في لهسا، زمعدل الضغط الجوي السنوي (٦٤٩مليبار) ، ومعدل أكثر الاشهر ضغطاً (تشرين اول (٦٥٢مليبار) ، والرياح خفيفة السرعة دائماً.

أما معدل الحرارة في لهسا فهو (٨°م) ، والمدى الحراري السنوي (حزيران ١٦.٦°م، وكانون الثاني -١.٨°م) هو (١٨.٤°م) والنهائيتان المطلقتان هما (-١٤°م ، ٢٨°م) على التوالي ، وشهر حزيران هو أكثر الاشهر حرارة في لهسا، إلا أن هذه الحرارة تأخذ بالهبوط كلما قارب الشهر من نهايته، وذلك بتأثير السحب الكثيفة والأمطار الموسمية التي تهطل فيه ، ويتكون الصقيع في كل ليلة تقريباً خلال الفترة من تشرين الثاني وحتى آذار ، وأكثر من ٨٤% من المطر السنوي يهطل في الفترة من حزيران الى أيلول ، وذلك بسبب الرياح الموسمية، والمطر من النوع الحملاني المصحوب بالبرعد.

وبصورة عامة، يمكن القول أن معظم أرض التبت لاتنال إلا أقل من (٣٠سم) من المطر والثلج ، وتشكل البامير وتيان شان واحات عالية ينالها (٦٣-٧٥سم) (معظمه مطر صيفي).

وتحصل السلاسل الجبلية على مقدار كبير من الثلوج ، ويكون خط الثلج الدائم مرتفعاً ، اذ يصل الى ارتفاع يتراوح بين (٥٧٥٠-٦٠٠٠م).