

پدیده های مربوط به تشعشعات

تقریباً کلیه سطح زمین، صرفنظر از حرارت داخلی، از پرتو افکنی خورشید نتیجه می شود. تشعشعات آفتاب، که در اثر ایفای نقش عمده و مستقیم در قلمرو بیولوژی بویژه گیاهان اهمیت خاصی دارد، بایستی بعنوان عامل اصلی جابجایی ها در جو بشمار آید. در حقیقت پرتو افکنی خورشید نه تنها در نتیجه اختلافات زمانی و مکانی، ایجاد کننده «جغرافیای درجه حرارت» است، بلکه در اثر عدم تعادل انرژی که بدینسان بدست می آید باعث حرکات جبران کننده ای می شود که اختلاط جو و اقیانوسها را سبب می گردد. با وجود این، مطالعات تشعشع آفتاب را نمی توان از مطالعه عوامل سیاره ای (طول روز، ارتفاعات آفتاب در افق) و عوامل آب و هوایی، مانند رطوبت هوا و ابر آلودگی جدا ساخت.

۱- کیفیت پدیده های مربوط به تشعشع

تشعشع آفتاب

تغییر تشعشع آفتاب در انتهای آتمسفر (یا آتمسفری که کاملاً شفاف فرض شود) بر حسب فاصله زمین خورشید در مدار زمین، خیلی کم و در حدود ۵ درصد است. وانگهی اختلاف فاصله، در اثر نامساوی بودن فصول، جبران و یا لاقبل تعدیل می شود، بطوریکه می توان مقدار حرارت سالانه را ثابت و مسلم فرض کرد. حرارت ثابت خورشیدی - تمامی انرژی الکترومانتیک که از خورشید سرچشمه می گیرد - در روی صفحه عمود بر اشعه آفتاب محاسبه شده و مقدار آن در حدود ۲ کالری بر سانتیمتر مربع در هر دقیقه است. می دانیم تشعشع یک پدیده موجی را تولید می کند که با طول موجهای خود - فاصله دو برآمدگی از هم - مشخص می شود. در طیف خورشیدی، یعنی در رشته ممتد که تشعشعات الکترومانتیک حاصله از خورشید آن است بطول موجهای گوناگون بر خورد می کنیم که عبارتند از: طول موجهای رادیویی که با متر یا کیلومتر، اشعه ایکس که با آنگستروم و اشعه گاما و کیهانی (تشعشعاتی که انرژی زیاد و منشاء ناشناخته دارد) که با اجزاء آنگستروم اندازه گیری می شود. ولی در مورد جسمی که پرتو افکنی می کند، حداکثر شدت تشعشع با طول موج معینی صورت می گیرد که به حرارت آن جسم بستگی دارد. مثلاً خورشید که در حدود ۶۰۰۰ درجه سانتیگراد گرما دارد اشعه ای بطول موج ۰/۵ میکرون (5×10^{-6}) پخش می کند، بنابراین در آن قسمت از طیف قرار می گیرد که روشنائی قابل دید است. بر عکس، زمین هم که حرارت نسبتاً کمی دارد (بطور متوسط ۱۳ درجه سانتیگراد) تشعشع می کند، و اشعه خود را در طول موجهای بلند، بخصوص در حدود ۱۰ میکرون که بطول موجهای مادون قرمز معروفند (طول موجهای بین ۰/۷۸ میکرون تا ۵۰ میکرون)، پخش می کند.

ناگفته نماند که آتمسفر با متوقف نمودن برخی از تشعشعات و گذراندن بعضی دیگر، نقش یک پرده یا صافی را ایفا می کند بطوری که در روی زمین فقط تشعشعاتی که طول موجهای کاملاً مشخصی دارند به ما می رسند. مثلاً اوزن که در بالای آتمسفر وجود دارد قسمت اعظم تشعشعات را که طول موجهای کوتاه دارند و به اشعه ماوراء بنفش موسومند جذب می کند. عمل جذب موجب افزایش گرما و پیدایش «

طبقه گرم» می شود. در طبقات پائین آتمسفر گاز کربنیک و بخار آب جذب اشعه مادون قرمز یعنی تشعشعات زمین را بعهده دارند.

تشعشع آفتاب در سطح زمین و تشعشع زمین

آتمسفر که از پوشش گازی تشکیل یافته و دارای کم و بیش بخار آب است، بین سطح زمین و خورشید قرار دارد، بطوری که فقط قسمتی از تشعشعات آفتاب می تواند مستقیماً به زمین برسد. تشعشع مستقیم در موارد بسیار مناسب، مانند آتمسفر بی نهایت خشک و زلال صحاری مداری، تا سه چهارم تشعشع ثابت خورشیدی می رسد (عددی که در تلمان راسه واقع در هوگنر هنگام ظهور ثبت شده است). ولی در صد انرژی معمولاً خیلی کم است و بر حسب تحقیقات متعدد، حد وسط آن یک چهارم تا یک سوم انرژی است که خورشید به زمین می رسد. بطوری که در بالا اشاره شد، در حقیقت آتمسفر از تشعشعات آفتاب را جذب کرده و قسمت دیگر را از خود عبور می دهد. علاوه بر این، انعکاس نیز پدیده ای است که باید به این دو عمل اضافه شود عمل جذب مربوط به بخار آبی است که به مقدار نسبتاً کم متغیر (صفر تا ۲٪) در هوا وجود دارد و می تواند شش مرتبه بیشتر از سایر گازها انرژی آفتاب را جذب نماید. بدین وسیله اهمیت رطوبت و ابر آلودگی هوا در طبقات پائین تروپوسفر در ارتفاع ۳ تا ۴ کیلومتری معلوم می شود.

انعکاسات بی شمار در روی ملکولهای گازها و گرد و غبار و ناخالصی های موجود در هوا موجب پراکندگی اشعه می شود که شدت آن بر حسب ازدیاد ملوکلهای گازی در ارتفاعات پائین و تراکم آتمسفر بیشتر خواهد بود. بخشی از تشعشع پراکنده به زمین رسیده و به تشعشع مستقیم آفتاب افزوده می شود و تشعشع کل را تشکیل می دهد. افزایش پراکندگی اشعه در اثر وجود یک پرده نازک از ابر می تواند کمی تشعشع مستقیم را جبران نماید، بطوریکه مقدار تشعشع کل زیادتر می شود. ولی پوشش ضخیمی از ابر سبب کاهش تشعشع کل می گردد زیرا مقدار انرژی تلف شده بوسیله انعکاس بیشتر شده و به نتیجه عمل جذب اضافه می شود.

برگشت قسمتی از انرژی خورشید که بر حسب در صد انرژی رسیده نشان داده می شود با آلبدو معروف است معمولاً ابرها آلبدوی قابل توجهی دارند زیرا عقیده بر این است که بطور متوسط یک چهارم انرژی بدین وسیله منعکس می شود. مقدار آلبدو در روی دریاها و اقیانوسها بسته بمیل اشعه خورشید است. تابش اشعه هر قدر ضعیف بوده و به افق نزدیکتر باشد آلبدو به همان اندازه زیادتر خواهد بود. روی خشکیها، در جایی که آلبدو متوسط بیشتر است - ۳۴٪ در مقابل ۲۶٪ روی اقیانوسها - اثر جنس موادی که ناحیه را می پوشاند بر سایر عوامل اضافه می شود.

نباید فراموش کنید که پوششی از برفهای دائمی اهمیت زیادی را در این مورد دارا است.

با آن که در اثر انعکاس مقداری از انرژی تلف می شود، ولی زمین بطور متوسط نزدیک به نصف تشعشع خورشید را جذب می کند، بنابراین از مقدار انرژی که آتمسفر مستقیماً اخذ می کند خیلی زیادتر است. چون درجه حرارت سیاره زمین بطور کلی ثابت است، بایستی خاکها و آبها مقداری انرژی برابر با انرژی رسیده را از دست بدهد.

لیکن انرژی رسیده چگونه از دست می رود؟ بنظر می رسد که در مرحله اول انرژی رسیده بوسیله تشعشع زمین (به ویژه در طول موجهای بلند) از بین می رود، ولی این مکانیسم نمی تواند به تنهایی موجب انتقال تمامی گرما از زمین به هوا باشد، و چون هدایت نیز نقش بسیار کم و ناچیزی دارد بنابراین بایستی دخالت حرکات مخلوط کننده هوا و انتقال انرژی، را که در نتیجه تبخیر و تراکم صورت می گیرد. یکجا در نظر گرفت.

تبخیر موجب صرف انرژی می شود در صورتی که تراکم موجب می شود انرژی ذخیره شده آزاد می گردد، در نتیجه این دو عمل توأم سبب انتقال انرژی می شود.

بیان تشعشع

مکانیسم های گوناگون که جهت سهولت تجزیه و تحلیل بطور جداگانه مورد مطالعه قرار گرفتند در طبیعت با هم ترکیب شده و عوامل بیلابنی را بوجود می آورند که پیوسته در اثر عدم تعادل تشعشعی موقت بر حسب زمان و مکان تغییر می کند.

در روز، تشعشع مستقیم خورشید (موقعی که آسمان پوشیده از ابر نیست) با تشعشع پخش شده و تشعشع ویژه آتمسفر جمع شده و بیان مثبتی را تشکیل می دهد. بر عکس، انرژی منعکس شده (آلبدو زمین و ابرها) و انرژی تلف شده بوسیله تشعشعات زمین جزو عوامل منفی محسوب می شوند. اصولاً بیان تشعشعی - یعنی جمع جبری عوامل مختلف - مثبت بوده و موجب گرم شدن زمین تا اوایل بعد از ظهر می شود. گرمای هوای مجاور در سطح زمین تا اندکی بعد از نیز ممکن است افزایش یابد زیرا عوامل تشعشع زمین (که این دفعه مثبت است) بکل تشعشع خورشیدی افزوده می شود.

به هنگام شب، تشعشع آفتاب قطع شده و اتلاف انرژی در اثر تشعشع زمین زیادتر می شود، چرا که تشعشع آتمسفری کاهش یافته و نمی تواند کاهش انرژی زمین را جبران نماید. بنابراین بیان منفی بوده و هر اندازه بخار آتمسفر کمتر باشد شدت سرد شدن هوا به همان اندازه بیشتر خواهد بود. ابرها، بخصوص موقعی که در ارتفاعات پایین تری قرار گیرند تا اندازه ای از اتلاف انرژی جلوگیری کرده و تشعشعات ویژه خود را بر بیان می افزایند. بدین جهت برای مبارزه با یخ بندان به ایجاد ابرهای مصنوعی فکر می شود. بعلاوه، در مناطق مرطوب تبخیر کمتر از نواحی خشک صورت گرفته و در نتیجه انتقال انرژی از زمین به آتمسفر به همان اندازه کاهش می یابد.

لیکن بعضی خصوصیات این قبیل بیلابنیها را نباید از نظر دور داشت. دیدیم که آتمسفر نسبت به تشعشعات که طول موج متوسط دارند، و با حداکثر پخش در طیف خورشیدی مطابقت دارند، زلال و شفاف است. در صورتی که طبقات پایین آتمسفر که دارای مقدار زیادی بخار آب است نسبت به اشعه مادون قرمز ناشی از تشعشعات زمین، کدر می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که قسمت پایین آتمسفر در اثر وجود گاز کربنیک بویژه بخار آب و ابرها، نقش صافی مرتب کننده ای را ایفا می کند. این عمل بی شباهت بکار شیشه های گلخانه نیست و بدین جهت معمولاً آن را عمل گلخانه می نامند. اگر آتمسفر حفاظت گرما را بعهده

دار نبود درجه حرارت در سطح زمین خیلی پایین می آمد : طبق محاسبات انجام شده حد متوسط درجه حرارت به ۳۰ درجه سانتی گراد می رسید .

مطالبی که در فوق ذکر شد موقعی قابل قبول است که آتمسفر آرام بوده و بالاقبل در اثر حرکت جانبی هوا یا (آدوکسیون) ، خیلی کم مختل شود .

تغییرات مقادیر تشعشع

پدیده های تشعشعی در نتیجه تغییرات خود بر حسب زمان و مکان ، مرزهای اصلی جغرافیای اقلیمی را ترسیم می کنند . یونانیها این مطلب را بخوبی درک کرده و به همین جهت تقسیمات آب و هوایی را بر اساس میل گوناگون اشعه خورشید انجام می دادند

تغییرات بر حسب عرض جغرافیایی و فصول

عوامل گوناگون

- بهتر است ابتدا زمانی که خورشید در بالای افق قرار می گیرد یعنی مدت روشنایی در نظر گرفته شود . می دانیم دایره روشنایی که روز را از شب جدا می کند در نتیجه تمایل سطح استوا نسبت به سطح مدار زمین به دور خورشید به اندازه ۲۷° و ۲۳° ، فقط دو بار در سال در روزهای اعتدالین - از محور قطبها می گذرد . اگر چه طول روز در استوا چندان تغییر نمی کند ولی در نقاط دیگر هر اندازه که بطرف قطب نزدیکتر شویم ، در تابستان افزایش و در زمستان کاهش می یابد . بطوریکه نابرابری های فصول ، همگام با عرضهای جغرافیایی زیادتر می شود . در روی مدار ۱۷ درجه طولانی ترین مدت روشنایی ۱۳ ساعت و در روی مدار ۴۹ درجه ساعت می باشد . مدت روشنایی در دایره قطبی در انقلاب تابستانی به ۲۴ ساعت و در مدار ۶۷ درجه و ۲۱ دقیقه به یک ماه می رسد و در قطب شش ماه است . مثلاً در دماغه شمال از ۱۵ مه تا ۲۹ ژوئیه ، یعنی ۷۵ روز آفتاب غروب نمی کند و از ۱۷ نوامبر تا ۲۶ ژانویه ، یعنی ۷۰ روز طلوع نمی نماید .
- عامل دوم زاویه ای است که اشعه خورشید با سطح زمین تشکیل می دهد و به زاویه تابش معروف است . زاویه تابش با ارتفاع آفتاب در بالای افق از عوامل عمده به حساب می آید زیرا موجب تنظیم اختلافات مربوط به کالری رسیده می شود . این عمل نه تنها بر حسب طول روز و فصول مختلف در یک محل انجام می یابد بلکه در زمان معین در طول یک نصف النهار نیز صورت می گیرد ، چرا که ارتفاع آفتاب در حدود معین بر حسب عرضهای جغرافیایی تغییر می کند .

در واقع مقدار انرژی که بوسیله زمین اخذ می شود وقتی به حداکثر می رسد که اشعه آفتاب بطور عمود تابش نماید . انرژی رسیده نسبت به مایل بودن اشعه خورشید در سطح بزرگتری پخش شده و سهم کمتری به واحد سطح می رسد . اگر از نقش پرده آتمسفر موقتاً صرفنظر شود ، باید قبول کرد که در نتیجه کم شدن تدریجی زاویه تابش از انرژی کالریفیک نیز کاسته می شود و این کاهش ابتدا کم بوده ولی بعداً شدت پیدا می کند . از نقطه نظر ریاضی می توان گفت که شدت کالری بر واحد سطح نسبت به سینوس زاویه تابش اشعه خورشید تغییر می کند .

طبق محاسبات انجام شده انرژی اشعه مایل ، با زاویه تابش ۶۰ درجه ۰/۹ انرژی اشعه ای است که بطور عمود می تابد . بر عکس در ۳۰ درجه شدت کالری به نصف کاهش می یابد .

البته نواحی داخل مداری ، از حیث شدت کالری برتری دارد ؛ زیرا ارتفاعات آفتاب در بالای افق این منطقه بطور متوسط زیادتر بوده و حتی دو بار در سال به ۹۰ درجه می رسد . بر عکس ، عرضهای بالا از این نظر نامساعدتر هستند زیرا زاویه تابش اشعه خورشید در این نواحی همیشه کم است . در دایره قطبی بزرگترین ارتفاع در بالای افق ۴۶ درجه و ۵۴ دقیقه است یعنی از کوچکترین زاویه تابش اشعه آفتاب در مدار بموقع ظهر چندان زیاد نیست . تمایل اشعه خورشید در قطب به ۲۳ درجه و ۲۷ دقیقه یعنی به حداکثر می رسد . با وجود این طول مدت روشنایی در دوره انقلاب تابستانی تا حدی می تواند کوچکی زاویه تابش اشعه را خنثی کند . بدین ترتیب اهمیت انرژی رسیده به نزدیکی های آتمسفر معلوم می شود .

- در واقع مناطق عرضهای بالا خیلی نامساعدتر از آن است که بتواند آن را نشان دهد ؛ زیرا آتمسفر یعنی ناحیه ای را باید در نظر آورد که هرگز شفاف نبوده و می تواند قسمتی از انرژی آفتاب را جذب ، پخش و منعکس نماید . بنابراین این اتلاف انرژی در اشعه مایل بیشتر از اشعه عمود یا نزدیک به عمود است ، چرا که اشعه مایل «مسیر طولانی» را در آتمسفر طی می نماید . اگر بدلیل نبودن مرز معین در طرفهای بالا ، بکار بردن کلمه ضخامت آتمسفر با اشکال مواجه می شود ولی در عرض عبارت «توده آتسفری» مناسب بنظر می رسد . افزایش توده آتسفری با سینوس زاویه تابش نسبت عکس دارد . اگر مقدار این توده آتسفری برای اشعه قائم بطور قرار داد یک فرض شود خواهیم داشت :

زاویه تابش نور	توده آتسفر مسیر
۹۰ درجه	۱
۶۰ درجه	۱/۱۵
۳۰ درجه	۲
۱۰ درجه	۵/۷۰
۵ درجه	۱۰/۸۰

بدیهی است که تأثیر عامل دوم و سوم در یک جهت می باشد ، بنابراین با هم جمع شده و نابرابری های ناشی از عرضهای جغرافیایی را افزایش داده و بویژه موجب نامساعدتر شدن نواحی قطبی می شوند ، که بیشتر تحت تأثیر آلودگی قرار می گیرند و در نتیجه اتلاف انرژی در آنجا زیادتر می گردد .

البته اعتراض به این که فصلی نتایج تمایل خورشید را جبران می کند به جاست ولی جبران در عرضهای بالا خیلی جزئی بوده و نمی تواند یک جبران حقیقی بشمار آید . محاسبات به هنگام روز ، بطور متوسط به اندازه مناطق مداری و بیشتر از مناطق استوائی انرژی کسب می کند . لیکن در مدار ۸۰ درجه ، با وجود ۲۴ ساعت روز ، انرژی اخذ شده از ۴/۵ انرژی مداری تجاوز نمی کند . در ۲۱ دسامبر مقدار انرژی در ۵۰ درجه عرض شمالی به ۱/۴ انرژی نواحی مداری کاهش می یابد و در مدار ۸۰ درجه به صفر می رسد .

خلاصه درازی روزهای تابستان، کمبود تشعشع خورشید را در عرضهای بالا خیلی کم جبران می کند؛ بر عکس در زمستان کمبود تشعشع شدت می یابد و در زمستان کمبود تشعشع شدت می یابد. در هر حال، نامساوی بودن روزها و شبها در کل انرژی سالانه تأثیری ندارد و تأثیر مطلق انرژی که تحت زاویه تابش اشعه آفتاب (در اثر عبور از آتمسفر و در عین حال توزیع در زمین) انجام می یابد. بر حسب عرضهای جغرافیایی خیلی متفاوت است.

برای تفهیم بهتر مطالب به یک مثال عددی توجه شود: معمولاً آتمسفر بطور متوسط 0.4 انرژی خورشید نگه می دارد. در این صورت ضریب متوسط انتقال انرژی یا ضریب شفافیت آتمسفر 0.6 یا 0.60 است. توده آتمسفر مسیر اشعه عمودی برابر یک است و انرژی که بدین طریق به زمین می رسد. برابر 0.60 مقدار انرژی ثابت آفتاب است. توده آتمسفر برای اشعه مایل که زاویه تابش آن 30 درجه باشد دو برابر می شود. بنابراین انرژی رسیده به زمین عبارت خواهد بود از: $0.60 \times 0.60 = 0.36$ اما این بخش جزئی نیز در سطحی معادل با دو برابر مساحت قبلی توزیع می یابد در نتیجه نسبت به واحد سطح نصف شده، یعنی برابر با $0.18 = 0.36 / 2$: 0.36 انرژی ثابت آفتاب می شود؛ این مقدار برابر با 0.30 انرژی است که از اشعه عمود با زاویه تابش 90 درجه حاصل می شود.

با توجه به این گونه محاسبات در مورد عرضهای مختلف می توان گفت که بطور متوسط مقدار انرژی رسیده به زمین از مدارین بطرف قطبین کم می شود. کاهش انرژی ابتدا سریع بوده سپس در نواحی قطبی آرامتر می گردد. بطوری که تغییرات سریع انرژی در طول یک نصف النهار، در سطح عرضهای متوسط - حدود 45 درجه - صورت می گیرد.

- در مطالب مذکور ابر آلودگی هوا، که عامل عمده ایجاد اختلاف در تابش و تشعشع آفتاب در سطح کره زمین است، مطرح نبود.

ابر آلودگی هوا در زمان آفتابی به نسبت عکس هم تغییر می کند و معمولاً عامل دوم را که اندازه گیری آن سهل بوده و معنای محسوس و روشنی دارد در نظر می گیرند. مدت آفتابی را با در نظر گرفتن مجموع ساعات ماهانه یا سالانه بیان می کنند و یا این که به وسیله حد متوسط روزانه نشان می دهند. بزرگترین رقم سالانه در صحاری مجاور مداری دیده می شود: در یوما واقع در سر حد مکزیک 3900 ساعت در جلو آن واقع در مصر 3670 ساعت؛ و کمترین آن در نواحی اقیانوسی عرضهای بالا به ثبت رسیده است: در شمال جزایر شتلند 1050 ساعت. در بعضی مواقع ممکن است حد متوسط مدت آفتابی روزانه در عرض یکساله به 11 ساعت برسد (صحرای لیبی و آگلاب) ولی این رقم استثنائی بوده و معمولاً برای صحاری در حدود 10 ساعت می باشد. در نواحی که آب و هوای مدیترانه ای دارند حد متوسط روزانه بین 7 و 8 ساعت، در مناطق استوایی بین 5 و 6 ساعت در قلمرو اروپائی شمای 4 و 5 ساعت و بالاخره در نواحی اقیانوسی مجاور قطبی 3 ساعت است (مثلاً $2/6$ ساعت در اسپتزرگ).

در فرانسه حد متوسط سالانه تابش آفتاب ممکن است تا دو برابر تغییر نماید بطوری که در شمال به 1500 ساعت و در کت دازور به 3000 ساعت می رسد. وسیله دیگری نیز جهت نشان دادن اختلافات محلی وجود دارد؛ در فرانسه با احتساب تعداد متوسط روزهای آفتابی ممتد، اختلافات را بهتر از نقشه های مربوط به

مجموع ساعات آفتابی می توان نشان داد. نقشه دیگر نیز که بر مبنای تعداد متوسط روزهای غیر آفتابی بدست می آید می تواند مورد استفاده قرار گیرد .

برای سهولت در امر مقایسه معمولاً مدت آفتابی را با مدت کل روشنایی در رابطه می گذارند . و با این روش بخش تابش یا در صد تابش نسبت به حداکثر ممکن است : مثلاً در ناسی تابش آفتاب بطور متوسط ۱۷۱۸ ساعت و مدت اقامت آن در افق ۴۴۰۰ ساعت است ، بنابراین رابطه یا بخش تابش ۳۹٪ است . در صورت صاف بودن آسمان این رقم ممکن است به ۱۰۰٪ برسد ، مانند حد متوسط ماه ژوئیه در خرگه واقع در مصر ؛ ولی این حالت خیلی به ندرت اتفاق می افتد . حداکثر رابطه تابش برای مدت یک سال از ۹۰٪ تجاوز نمی کند . در من پلایه این رابطه به ۵۰٪ در سال و در مجمع الجزایر اورکاد به ۲۵٪ می رسد .

نباید از نظر دور داشت که ابر آلودگی هوا موجب نا مساعدترین عرضهای بالا گشته و با عوامل یاد شده هردو تابع تابش اشعه خورشید می باشند . ولی ناگفته نماند که حداکثر مقدار تابش را می توان در مناطق استوایی ملاحظه کرد - زیرا رابطه تابش در آنجا پایین تر از ۵۰٪ و حتی ۴۵٪ است - بلکه در نواحی مداری یا مجاور مداری دیده می شود و این امر موجب پیچیدگی بیشتر مسئله می گردد .

اختلافات مهم مقادیر تشعشع آفتاب در سطح کره زمین

ابتدا از بررسی عوامل مختلف مؤثر در توزیع پدیده های تشعشعی نسبت به عرض های جغرافیایی ، می توان به اختلافات مهم موجود در سطح کره زمین پی برد . متأسفانه «جغرافیای انرژی خورشیدی» به دلیل کمبود داده ها و غیر قابل مقایسه بودن آنها ، هنوز بصورت یک طرح ساده و اولیه باقی می ماند .

مهمترین اطلاعات عددی فقط مربوط به تشعشع کل می باشد ، هر چند که دستخوش تغییرات مهم روزانه قرار می گیرد . بدین معنی که اختلاف بین سالهای مختلف کم است و در مقدار کل تشعشع سالانه تغییرات کمتری دیده می شود .

معمولاً اختلافات فصلی مقدار تشعشع نسبت به عرضهای جغرافیایی با افزایش اختلاف مدت شب و روز زیادتر می گردد : در لورانسومارک نسبت مقدار متوسط ماهانه بین شدیدترین و ضعیف ترین مواقع تشعشع از ۱ تا ۱/۸ است . در استکهلم این اختلاف از ۱ تا ۲۰ می باشد . در عرضهای خیلی بالا مقدار تشعشع کل ممکن است در تابستان خیلی مهم باشد ولی کمتر طول می کشد . رویهم رفته شدت تشعشع مستقیم در تابستان نظیر زمستان نواحی تحت تأثیر آب و هوای معتدل قرار دارند کم است .

اگر مقدار کل انرژی سالانه که بر حسب هزار کالری بر سانتیمتر مربع بیان می شود ، روی نقشه ترسیم شود ، توزیع جالب توجهی را نشان می دهد . مثلاً مشاهده می شود که حداکثر آن در استوا نیست بلکه در طول مدارین تروپیک (رأس السرطان و رأس الجدی) بخصوص در امتداد مدار رأس السرطان در قاره آسیا و آفریقا ، از صحرا تا شمال غرب هند قرار می گیرد . در این قسمت مقدار آن بطور متوسط ۲۰۰۰ کیلو کالری در سال می رسد و حتی از این رقم نیز تجاوز می کند .

رشته دیگری نیز با همان شرایط روی مدار رأس الجدی ، در افریقای جنوبی و استرالیا کشیده شده است که برتری خاصی را در مورد بهره گیری از آتمسفر خشک نشان می دهد . اختلاف موجود بین افریقا و آمریکای

جنوبی به عوامل دیگری بستگی ندارد. در داخل آفریقا نیز به اختلافاتی بر خورد می کنیم. می توان گفت که مقدار کل انرژی سالانه در مناطق ابر آلود استوائی در حوالی خلیج گینه نسبت به عرض جغرافیایی آن خیلی کم است و از مقدار کل انرژی سالانه اروپایی مرکزی تجاوز نمی کند.

مقدار کل تشعشع سالانه در مناطق خشک جنوب غربی اتحاد جماهیر شوروی بطور متوسط ۱۵۰ کیلو کالری است که نسبت به عرض جغرافیایی محل مقدار قابل ملاحظه ای می باشد. ولی بطرف شمال از مقدار آن بطور منظم کاسته می شود. بطوری که کناره های شوروی در نزدیکی های اقیانوس منجمد شمالی، سالانه کمتر از ۷۰ کیلو کالری انرژی دریافت می کند. در مجمع الجزایر فرانسواژوزف و اسپتزربرگ مقدار کل انرژی سالانه از ۶۰ کیلو کالری هم کمتر است.

لیکن در نیمکره جنوبی تشعشع سالانه از دایره قطبی به بعد افزایش جزئی می یابد زیرا قاره منجمد جنوبی در تابستان از تشعشع مهمی برخوردار است.

جهت محاسبه بیلان تشعشع در عرضهای مختلف بهتر این است که مقدار کل تشعشع سالانه را با مقدار کل انرژی از دست رفته مقایسه کرد. در این زمینه روشهای متعددی بویژه در نیمکره شمالی بکار گرفته شده است. اگر برای بدست آوردن بیلان مربوط به انرژی سالانه، از تغییرات فصلی ناشی از حرکت ظاهری خورشید صرف نظر شود، ملاحظه می کنیم که بیلان انرژی در کلیه نواحی بین المدارین مثبت می باشد. بر عکس مناطقی که بالاتر از ۵۰ درجه عرض جغرافیایی قرار گرفته اند در بوجه تشعشعی خود با کمبود بیشتری مواجه هستند. در نزدیکی های مدار ۳۷ یا ۳۸ درجه بیلان تشعشعی تقریباً بحال تعادل می باشد.

اصولاً عرضهای پایین بایستی مرتباً گرم شده و عرضهای بالا دائماً سرد شود و چون خوشبختانه چنین وضعی وجود ندارد بنابراین باید نتیجه گرفت که در اثر جریانهای دریایی و بویژه حرکات افقی آتمسفر انرژی زیادی از جنوب انتقال یافته و موجب ایجاد تعادل می شود. این مبادلات در نواحی اختلالات آتمسفری یعنی در عرضهای متوسط خیلی بیشتر است زیرا تغییرات در عرضهای جغرافیایی و اختلافات موجود بین فصول، از نظر تشعشعات و درجه حرارت. در این مناطق بیشتر از سایر نقاط است.

تأثیر ناهمواری و ارتفاع

کوهها از نظر دریافت تشعشع قلمرو جداگانه ای را نسبت به جلگه ها تشکیل می دهند. البته اثر عرضهای جغرافیایی محل نیز از بین نمی رود: عرضهای جغرافیایی همچنان موجب ایجاد تغییرات فصلی ناشی از تمایل اشعه خورشید و تغییرات ناشی از اختلافات طول شب و روز می شود. با وجود این کوههای مرتفع دو تغییر عمده را باعث می شوند:

تشدید تشعشع خورشید در ارتفاع

مقدار کل تشعشع در کوههای بلند - بالاتر از ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ متر در عرض های متوسط - اغلب بیشتر است. به همین مناسبت کسانی که تعطیلات خود را در کوهستانها می گذرانند به سرعت برنزه می شوند. محاسبات دقیق نشان می دهد که مقدار انرژی رسیده به ارتفاع ۳۰۰۰ متری در عرض های متوسط تقریباً برابر مقدار انرژی جلگه های نواحی استوائی است. اینگونه افزایش تشعشعات در نتیجه دو پدیده ای که کاملاً بهم

مربوطند صورت می گیرد: اولاً توده آتشفردی در ارتفاعات بسیار کم است زیرا طبقات تروپسفر است و انرژی بیشتری را جذب می کند از کل توده هوا کم می شود. ثانیاً هوای شفاف و خشک ارتفاعات تشعشعات را بهتر عبور می دهد. مثلاً تشعشع آفتاب در تبت تقریباً ۵۰٪ زیادتر می گردد. همچنین حداکثر مقدار مطلق تابش مستقیم آفتاب در کوهستانهای مرتفع به ثبت رسیده است. در ژونگفرو (۳۴۶۰) ۱/۷۴ کالری بر سانتیمتر مربع در هر دقیقه، در من روز (۴۵۶۰ متر) ۱/۷۷ کالری.

بنابراین اگر چه از نظر حد متوسط درجه حرارت بین کوهستانهای مرتفع و عرضهای بالا تشابهی وجود دارد ولی نباید این دو را شبیه دانست. این قلمرو اختلاف اساسی با هم دارند که نباید از نظر دور داشت.

اختلافاتی که منشأ توپوگرافی دارند

کوهستانها در اکثر موارد ناهمواریهای نامنظمی هستند و اغلب دارای شیبهای نسبتاً تندی می باشند که اختلاف مدت تابش و شدت کالری تشعشعاتی را که زمین بر حسب واحد سطح دریافت می دارد، زیادتر میکنند. قعر دره های تنگ، صبحها تا زمانی و عصرها کمی زودتر در سایه می باشد، در نتیجه نسبت به بخشهای فوقانی دامنه ها و قله، مدت تابش آفتاب گاهی تا چند ساعت کاهش می یابد. بعضی از دره های عمیق در زمستان چندین هفته و حتی چندین ماه از تابش آفتاب محروم می مانند. علاوه بر آن اختلاف در کیفیت جهت گیری دامنه های یک بلندی موجب بروز اختلافاتی بین آنها می شود: مثلاً در آلپهای فرانسه بین دامنه های رو به آفتاب یا رو به جنوب و دامنه های پشت به آفتاب یا رو به شمال اختلاف زیادی وجود دارد. در اواسط ظهر اشعه ای که زاویه تابش آن ۵۵ درجه باشد در دامنه های رو به آفتاب به شیب ۳۵ درجه - معمولاً شیب متوسط واریزه ها در رابطه با ثقل همین اندازه است - بطور عمود بر خورد می کند. در پایان عصر و یا هنگام صبح، اشعه ای که ۲۵ درجه تمایل داشته باشد با زاویه ۶۰ درجه به دامنه می رسد. در صورتی که در همان زمان هر نوع دامنه پشت به آفتاب که شیب آن حداقل ۲۵ درجه است در سایه قرار می گیرد. قانون لامبرت که در اینجا بخوبی تأیید می شود نشان می دهد که بین دامنه های رو به آفتاب و پشت به آفتاب از نظر مقدار انرژی رسیده اختلاف زیادی وجود دارد.

البته در آلپها اختلاف انرژی رسیده بمقدار ۱ تا ۱۰ غیر عادی نیست ولی جریانهای هوایی می تواند موجب تعدیل چنین اختلاف باشد.

آنچه که در مورد کوههای عرضهای متوسط واقعیت دارد در تمامی نواحی کوهستانی صدق نمی نماید. در منطقه بین المدا رین تابش شدید اشعه آفتاب موجب کاهش اختلاف بین دو دامنه می شود. پوشش ابر - خورشید

۱- پوشش ابر و تابش خورشید

(۱): پوشش ابر

میانگین روزانه پوشش ابر در شهرکرد برای تمام سال ۲/۰۵ اکتا است که از ۰/۶ اکتا در ماه خرداد، تا ۳/۷ اکتا در ماه فروردین نوسان دارد.

میانگین سالانه ، مجموع ساعات آفتابی شهرکرد ۳۲۹۷/۷ است. حداکثر ساعات آفتابی اندازه گیری شده در ماههای خرداد و تیر (۴۶ ساعت) است. از تیر ماه به تدریج از میزان ساعات آفتابی کم شده و با آغاز روزهای ابری پائیز کاهش میزان ساعات آفتابی شدت می یابد، و بلاخره در آذر و دی این میزان به حد اقل می رسد. از دی ماه به بعد هر چند که طول روز افزایش می یابد، اما به علت ابری بودن هوا افزایش ساعات آفتابی به کندی صورت می گیرد ولی از اواخر فروردین ماه با کاهش مقدار ابر بر میزان ساعات آفتابی افزوده می شود. نسبت ساعات آفتابی واقعی به ساعات آفتابی ممکن () هرگز به یک نمی رسد.

(۲): شدت تابش آفتاب

دریافت انرژی خورشیدی در شهرکرد، سالانه حدود ۱۷۴ کیلو کالری بر سانتیمتر مربع است. انرژی دریافتی در سطح زمین بین ۲۸۶/۳ کالری بر سانتیمتر مربع در روز (در آذر ماه) تا ۶۸۰/۵ کالری بر سانتیمتر مربع در روز (در تیر ماه) متغیر است. انرژی دریافتی در زمستان، پائیز، بهار و تابستان به ترتیب ۱۸،۱۹، ۳۱،۳۲ درصد انرژی دریافتی سالانه است.