تأثیر جهت شیب سطوح ارضی بر شدت خشکی ایران (مطالعه موردی اقلید)

دکترغلام حسن جعفری
دانشگاه پیام نور، آباده
jafarihas@yahoo.com

چکیده

خشکی یک ویژگی نسبی مناطق است و به شدت تحت تأثیر ناهمواری ها و اقلیم محلی قرار می‌گیرد. البته به این معنا نیست که اقلیم عوض می‌شود بلکه هدف این است که شدت خشکی کم و زیاد گشته و در رطوبت و دمای خاک تغییراتی ایجاد می‌شود که باعث تغییر در نوع و ترکیب پوشش گیاهی می‌گردد. بررسی زاویه تابش خورشید در سطوح ارضی شیبدار نشان می‌دهد که تغییر در جهت و مقدار شیب سطوح ارضی به شدت بر زاویه تابش اثر گذاشته که این خود تواند در میزان دمای خاک و در نتیجه تبخیر رطوبت خاک اثر بگذارد و چون میزان رویش گیاه تحت تأثیر این دو فاکتور است در نتیجه در یک مقیاس کوچک با تغییر جهت شیب رویش و نوع گیاه نیز تغییر می‌کند. در این مقاله ما سعی داریم این وضعیت را در گوشه ای از ایران، یعنی اقلید مورد بحث و بررسی قرار دهیم.

واژه های کلیدی: خشکی، اقلیم محلی، تابش، دمای خاک، شیب.

The impact of slope direction of land surfaces on dryness in Iran (Case study in Eqlid)

P.H. Gholam Hassan Jarafi
Payame noor University Abadeh

Abstract

Dryness is one of the relative features among different areas which is highly influenced by land roughness and local climate. However, it is not implied that the climate changes but this means that the amount of dryness varies and the temperature and moisture of soil will change which result in changing of vegetation. Investigating the radiation angle in different sloping land surfaces indicates that the changes of slope direction and its amount in land surfaces affect radiation angle very much which leads to the alteration of soil temperature and consequently the change in amount of soil moisture evaporation. Since these two factors influence plant growth, on a small scale as slope changes, vegetation changes too. This study aims at investigating this process in a small area, i.e. Eqlid in Iran.

Key words: dryness, local climate, radiation, soil temperature, slopes

مقدمه

در دنیای اطراف ما واژه های متفاوتی وجود دارد که می‌توان آن ها را به دو دسته تقسیم کرد، گروه اول واژه های مطلقی هستند که برداشت همه ی افراد از این واژه ها یکسان است مثلاً زمانی که از علوم ریاضی و پایه صحبت به میان می‌آید همه برداشت یکسانی دارند اگر از هر فردی در هر مکانی سئوال شود که ۲×۲ چقدر می‌شود فقط جواب یکی است و یا اگر از جماد یا نبات بودن سنگ، درخت، زمین و ... سئوال شود، جواب افراد یکسان می‌باشد. ولی گروه دیگری از واژه های هستند که بیشتر مفهوم نسبی دارند و برداشت افراد از آن ها متفاوت است. صفاتی مثل خوب بودن، بلند قد بودن، خشکی، رطوبت، پستی، بلندی و... بسیاری از واژه هایی که در علوم زمین استفاده می‌شود از این نوعند. خشکی از جمله صفاتی است که نمی‌توان برای تفکیک آن از مناطق اطراف، رقم یا معیاری مشخص را تعیین نمود تا به وسیله آن حدود مناطق را به طور یقین مشخص کرد. در تعیین مرز چنین مشخصه هایی معمولاً باید از منطق فازی استفاده کرد تا از منطق صفر و یک (ریاضی). به عبارت دیگر به تدریج می‌توان از یک منطقه ی خشک خارج شد و به منطقه ی مرطوب یا نیمه مرطوب رسید. زمانی که از خشکی در مقیاس سیاره ای بحث به میان می‌آید متوجه این موضوع می‌شویم که ایران در منطقه ای کاملاً خشک واقع شده است، چرا که در مقایسه با بارش متوسط خشکی های زمین (۸۷۰ میلیمتر) فقط کمتر از یک سوم آن را (۲۳۰ میلی متر) دریافت می‌کند و به این معناست که باید تمامی‌ایران در منطقه ی خشک قرار داشته باشد ولی اثر گذاری عوامل محلی و بخصوص جهت و مقدار شیب و ارتفاع ناهمواری ها باعث شده که خشکی در همه جا به یک مقدار شدت نداشته باشد. تاثیر گذاری این عوامل به حدی است که گاه مرزهای بین مناطق را آن چنان مشخص می‌سازد که به نظر می‌رسد بتوان منطق ریاضی را در مورد آن اعمال کرد.

موقعیت جغرافیایی

اقلید یکی از شهرستان های استان فارس، واقع در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه و بلندی ۲۲۳۰ متری از سطح دریا، مرتفع ترین شهر استان فارس و ششمین شهر مرتفع کشور است. از شمال و شمال‌شرقی با شهرستان آباده، از جنوب شرقی با شهرستان خرم بید، از جنوب با شهرستان مرودشت، از غرب با شهرستان سپیدان و استان کهگیلویه و بویر احمدو از شمال غرب با شهرستان سمیرم از استان اصفهان هم مرز است. چون این سرزمین کوهستانی است چشمه سارهای فراوان دارد که بیش‌تر آن ها، سرچشمه‌های رودخانه کر هستند. مسیرهای این شهرستان به مناطق اطراف عبارت اند از: - راه آسفالته ای که از اقلید به سوی شمال شرقی کشیده شده که اقلید را به بزرگراه اصفهان - شیراز در سورمق متصل می‌سازد. درازای این راه ۱۸ کیلو متر است. - جاده اقلید - یاسوج که ۱۲۰ کیلومتر است و از اقلید به سوی جنوب غربی می‌رود و به یاسوج می‌رسد و مطالعه احداث بزرگراه طریق الرضا (ع)بر روی آن در حال انجام است.

بحث و بررسی

جهت ناهمواری های منطقه ی مورد مطالعه، از جهت کلی کوه های زاگرس با جهت شمال غرب - جنوب شرق تبعیت می‌کند. به طور کلی اثرگذاری جهت، طوری است که دامنه های جنوب غربی(برآفتاب) و شمال

شرقی (نسار) از نظر دریافت انرژی، باید با هم مقایسه شوند. طبق مطالعات نعمت الهی(۱۳۸۱) و کاظمی(۱۳۸۴) هم در منطقه ی اقلید (نسار) و هم در منطقه کافتر (برآفتاب) در دوره کواترنر، یخچال ها فعالیت داشته اند. همین که از دامنه های نسار به سمت شرق، کمتر از ده کیلومتر فاصله می‌گیریم، علاوه بر کاهش ارتفاع، جهت تأثیر دامنه ها جنوب غربی (برآفتاب) تسلط بیشتری پیدا می‌کند و به همین خاطر، اثری از فعالیت های یخچالی کواترنر دیده نمی‌شود. با ۵۰ کیلومتر فاصله به سمت غرب و رسیدن به سده و دُژکُرد و اثرگذاری جهت شمال شرقی دامنه ها، یخچال ها گسترش داشته اند و بعد از گذشتن از دامنه های شمال شرقی و وارد شدن به یاسوج کل منطقه به صورت جنگل در می‌آید که نشان دهنده عدم حضور یخچال ها می‌باشد. چنین تنوعی میسر نمی‌شود مگر اینکه علاوه برترفیع مکانی به تأثیرگذاری جهت و امتداد ناهمواری ها در گسترش یخچال ها توجه داشته باشیم. برای این کار از داده های اقلیمی‌نزدیک ترین ایستگاه تابش سنج منطقه (آباده) استفاده شده است که ابتدا بین میزان انرژی دریافتی ماهانه و بر حسب کالری بر سانتیمتر مربع در روز با دمای محیطی ماهانه ارتباطی برقرار کردیم(رابطه ۱).

$$T=9.565+.0565\times energy$$ رابطه (۱)

که اگر این رابطه در شیب های مختلف اجرا شود دمای شیب های مختلف محاسبه می‌گردد. مقدار وجهت شیب، عرض جغرافیایی و... در مقدار انرژی رسیده بر سطح زمین اثر می‌گذارد.

برای بررسی زاویه تابش انرژی رسیده به سطح زمین در سطوح ارضی شیب دار، از قبیل؛ مقدار و جهت شیب، عرض جغرافیایی و زمان (شکل ۱) از رابطه (۲) در سطوح شیب دار ثابت استفاده می‌شود (Joe Michal J. J. 1988،sky)

$$\cos\theta = \sin\sigma\sin\varphi\cos\beta - \sin\sigma\cos\varphi\sin\beta\cos\gamma + \cos\sigma\cos\varphi\cos\beta\cos\sigma +$$
$$\cos\sigma\sin\varphi\sin\beta\cos\gamma\sin\omega + \cos\sigma\sin\beta\sin\gamma\sin\omega$$ رابطه(۲)

θ زاویه تابش خورشید: زاویه بین راستای تابش مستقیم خورشید و راستای عمود بر صفحه افق،متمم زاویه فرازخورشید.

β زاویه شیب: زاویه‌ای است بین سطح صفحه مورد نظر و سطح افق.

δ زاویه میل خورشیدی برای هر روز مشخص از سال که مقدار تقریبی آن از رابطه (۳) بدست می‌آید (Stickler،1999).

$$\delta = 23.45\sin(360\frac{284+n}{365})$$ رابطه (۳)

در رابطه (۲) n شماره روز سال است. محاسبه‌ی δ برای تک تک روزهای سال، کار بسیار وقت گیری است، برای رفع این مشکل از روز متوسط هر ماه، یعنی روزی که زاویه‌ی میل خورشید در سطح خارجی جو، نزدیک‌ترین مقدار را به متوسط ماهانه داشته‌باشد، استفاده شده‌است (آزاد، عزت ا.. و همکاران، ۱۳۶۶).

γ زاویه سمت صفحه: انحراف تصویر عمود بر صفحه، در یک سطح افقی، با نصف‌النهار محلی. در نیمکره شمالی هنگامی‌که γ =۰ باشد، صفحه کاملاً به سمت جنوب بوده و زمانی که صفحه به طرف شرق جنوب باشد، γ منفی و هنگامی‌که به سمت غرب جنوب باشد، γ مثبت است. این زاویه در ۱۸۰± متغیر است.

ω: زاویه ساعتی خورشید، که به طور قراردادی برای قبل از ظهر خورشیدی، منفی و برای بعداز ظهر مثبت است و از رابطه (۴) بدست می‌آید.

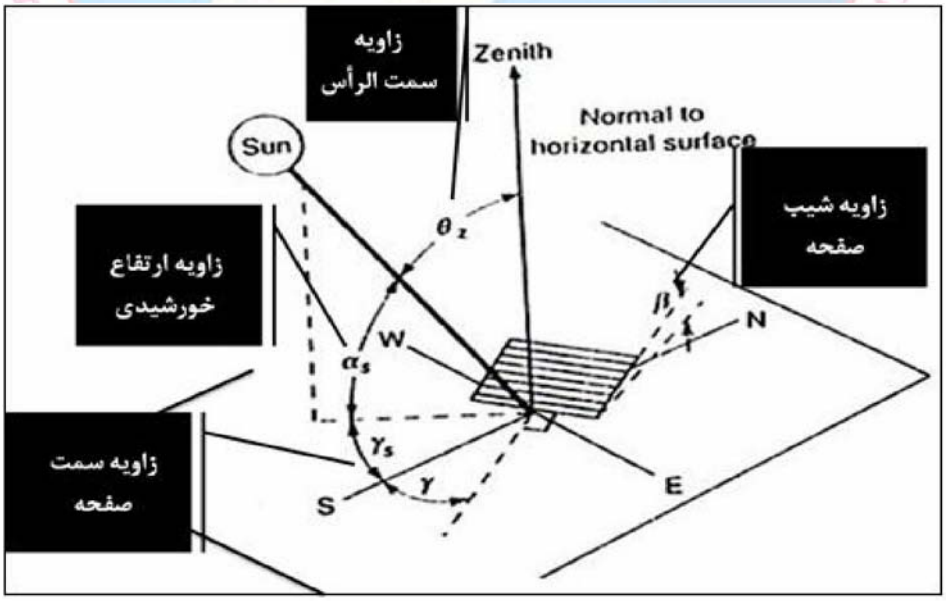
$$\omega = (x - 12) \times 15$$ رابطه(۴)

X ساعت مورد نظر و عدد ثابت ۱۲، در واقع ساعت ظهر خورشیدی است. مبنای عدد ۱۵، دوران ۱۵° زمین در یک ساعت است. با توجه به تفاوت طول روز در طی سال، برای محاسبه دقیق تر X، طول روز را حداکثر از ساعت ۵ تا ۲۰ برای خرداد و تیر و حداقل از ۷ تا ۱۷ برای آذر و دی، متغیر در نظر گرفتیم. برای برآورد cosθ در رابطه (۱)، اعداد به طور مرتب بین ۱۰۵ ـ تا ۱۳۵ با فاصله ۴، تغییر و جایگزین ω گردیده‌است (دوران زمین هر ۴ دقیقه‌یک درجه‌است، این تغییر، امکان برآورد زاویه تابش را در هر چهار دقیقه فراهم می‌سازد). در صورتی که منطقه‌ای هنوز در معرض تابش مستقیم خورشید قرار نگرفته‌باشد، زاویه تابش خورشید از صفر کمتر و منفی می‌شود و رقم برآورد شده، از داده‌ها خارج شده و تأثیری در میانگین ماهانه زاویه تابش خورشیدی ندارد.

دلیل انجام این محاسبه پیچیده، برآورد میانگین سالانه زاویه تابش در سطوح شیب‌دار با جهت‌های مختلف می‌باشد. برای صفحات افقی (β=۰) رابطه (۱) به صورت رابطه (۵) ساده می‌شود:

$$\cos\theta = \cos\sigma\cos\varphi\cos\omega + \sin\sigma\sin\varphi$$ رابطه (۵)

پس از به‌دست آمدن (زاویه سمت الرأس) و مشخص کردن anti، یعنی زاویه بین راستایی تابش مستقیم خورشیدی و راستای عمود بر صفحه افق و کسر ۹۰ درجه از آن، زاویه فرازخورشید (α) برآورد می‌گردد. زاویه سمت الرأس با زاویه فرازخورشید متمم یکدیگرند. یعنی مجموع آن‌ها (α + θ =۹۰) ۹۰ درجه می‌شود. با بدست آوردن sin α و قرار دادن آن در رابطه (۶) می‌توان متوسط انرژی دریافتی در هر دقیقه بر سانتی متر مربع بر حسب کالری را در هر ایستگاهی که میزان کل انرژی دریافتی از خورشید را داشته باشد، محاسبه کرد. (علیزاده، ۱۳۸۵).



شکل (۱) زوایای خورشیدی

رابطه (۶) $\sin \alpha = Io.w$

Io: مقدار کل انرژی دریافتی در سانتی متر مربع بر حسب کالری در واحد زمان است.

W: ثابت خورشیدی[1] در نقطه‌ای از فضا که اتمسفر زمین شروع می‌شود، میزان آن حدود ۲ کالری در هر دقیقه بر سانتی متر مربع است. در سطح زمین از متوسط انرژی دریافتی در هر سانتی متر مربع بر حسب کالری در دقیقه بحث می‌شود.

α فرازخورشید: زاویه بین راستای تابش مستقیم خورشید و راستای افق و متمم θ (زاویه تابش) است، پس $\cos\theta$ با $\sin\alpha$ برابر می‌باشد و می‌توان در رابطه (۲) به جای از نیز استفاده کرد.

متوسط انرژی دریافتی در هر سانتی متر مربع بر حسب کالری در دقیقه در سطح زمین، تحت تأثیر عوامل متعددی نظیر؛ عرض جغرافیایی، مدت تابش آفتاب، میزان ابرگرفتگی، رطوبت نسبی، فشار بخار آب، غبارآلودگی هوا و... تغییر می‌کند. برای برآورد مقدار ثابت خورشیدی، با ضریب اطمینان بیش‌تر، از ارقام بدست آمده‌ی انرژی بر، تراز افقی سطح زمین در شبکه‌های تابش سنجی یا آفتاب سنجی یا ابرسنجی استفاده می‌شود (خلیلی، ۱۳۷۶). برای مثال محاسبه αدر عرض۳۱ درجه برای اقلید، مقدار متوسط انرژی دریافتی از خورشید بر تراز افقی سطح زمین در طول سال ۵۳۹ کالری بر سانتی متر مربع در روز برآورد شده‌است (سازمان برنامه وبودجه، ۱۳۷۶) و متوسط فرازخورشید (زاویه تابش خورشید) در این عرض جغراقیایی ۳۱/۳۲ درجه می‌باشد، (سینوس ۵۱۹۸۷۷/) با استفاده از رابطه (۶) خواهیم داشت.

$$539 = Io \times .0519877$$

$$Io = \frac{539}{.0519877} = 1036 \ / 78 \ cal \ / cm^{2} / day$$

که اگر این عدد را بر ۱۴۴۰، تعداد دقایق هر شبانه روز، تقسیم نماییم، متوسط انرژی دریافتی در سانتیمتر مربع در شبانه روز برآورد می‌گردد، تا بتوان در ارتباط با متوسط دمای سالانه بحث کرد.

$$Io = \frac{1036 \ / 78}{1440} = 0 / 72 \ cal \ / cm^{2} / \min$$

یعنی متوسط سالانه انرژی دریافتی بر سانتیمتر مربع در شبانه روز در عرض ۳۱ درجه‌ی اقلید در سطح افق، ۷۲/ کالری بر سانتی متر مربع در هر دقیقه می‌شود. با توجه به این که $\sin\alpha$ در شیب‌ها و جهات مختلف، متفاوت است، با ضرب سینوس‌های زوایای برخورد خورشید برآورد شده از رابطه (۱) در شیب‌های مختلف ($\sin\alpha$) در اعداد محاسبه شده از تقسیم تابش دریافتی سطح افق بر سینوس زاویه تابش خورشید در همان سطح وایستگاه، می‌توان میزان انرژی دریافتی را برآورد نمود.

بعد از آن با رابطه سنجی مشخص شد که رابطه شیب و انرژی در دامنه های برآفتاب (همبستگی۹۸/.) و نسار (همبستگی۱-) به صورت روابط (۷و۸) در می آید:

رابطه (۷) $Energy = 537/81 - 2/3slop$

رابطه (۸) $Energy = 545/64 + 1/6slop$

و رابطه ی شیب با دما با همان همبستگی در دامنه های برآفتاب و نسار به صورت روابط (۹و۱۰) در می‌آید.

رابطه (۹) $Temprotuer = 14/91 - 11slop$

[1] - Solar Constant

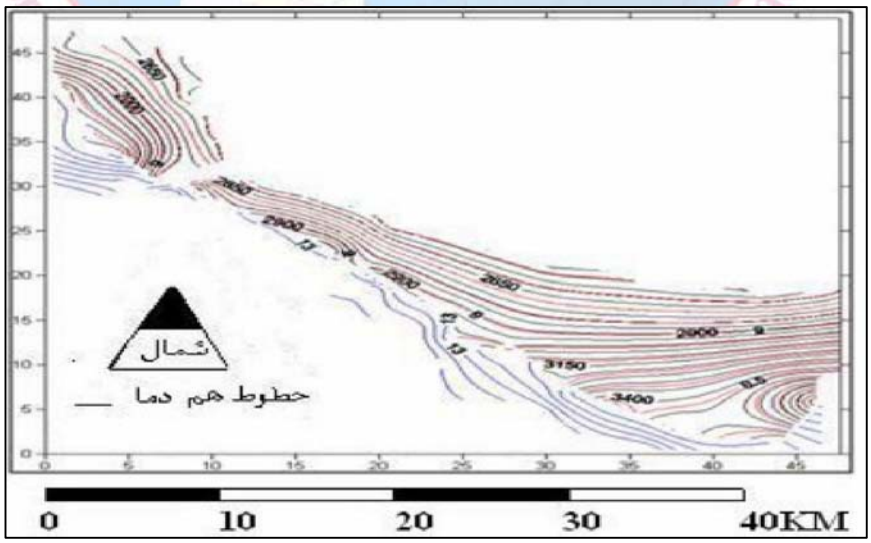
$$Tempratuerb = /5/29 + /08slop$$ رابطه (۱۰)

از روابط فوق برمی‌آید که هر چه شیب در دامنه ی برآفتاب بیشتر باشد مقدار انرژی و در نتیجه میزان دما افزایش می‌یابد و در دامنه های نسار عکس این حالت رخ داده و میزان انرژی و دما با افزایش شیب کاهش می‌یابد کاهش دما باعث ماندگاری رطوبت و افزایش پوشش گیاهی در طول زمان در دامنه های نسار شده و باعث ماندگاری خاک در دامنه و از ریزش سریع مواد جلوگیری کرده و در نهایت باعث ضخامت بیشتر خاک و شیب ملایم گردیده است. ذکر این نکته ضروری است که اگر مقدار پوشش گیاهی از یک آستانه ای بگذرد و به جنگل تبدیل شود خود باعث ایجاد شیب تندتر در منطقه می‌شود.ولی در وضعیت استپ کوهپایه ای، پوشش گیاهی طوری عمل می‌کند که در نهایت، شیب ملایمی‌را به منطقه خواهد داد.

نتیجه گیری

به طور کلی ارتفاع می‌تواند ۵۰۰ برابر عرض جغرافیایی بر دما اثر گذارد (مسعودیان، ۱۳۸۵). یک سطح با شیب ۲۳/۳ درصد به طرف جنوب غرب در یک ارتفاع می‌تواند ۵ تا ۶ درجه دمای بیشتری را داشته باشد تا به سمت شمال شرق و در نتیجه در میزان تبخیرآب، ذوب برف و از دست دادن رطوبت خاک موثر واقع شده و همین عامل منجر به افزایش ارتفاع کمربندی های گیاهی و دمایی و فرایندهای مناطق سرد به ارتفاعات بالاتر در دامنه های جنوب غربی نسبت به شمال شرقی شود.

در اینجا بلندترین قله منطقه یعنی قله بل اقلید انتخاب وضعیت انرژی در دو طرف دامنه مورد ارزیابی قرار گرفته است. شیب متوسط دامنه های جنوب غربی ۲۵/۱۹درصد و دامنه های شمالی شرقی ۱۵/۳۶ درصد می‌باشد با چنین شرایطی دامنه شمال شرقی با دریافت ۴۸۰ کالری انرژی در هر سانتیمتر مربع در روز دمای توسط ۱۳/۲ درجه سانتی گراد خواهد داشت و دامنه جنوب غربی با دریافت ۵۷۰ کالری انرژی و دمای متوسط ۱۷/۳ درجه سانتی گراد میزان انرژی بیشتر را دریافت می‌کند. همانطوری که ملاحظه شد دمای متوسط این دو دامنه در حدود ۴ درجه سانتی گراد متفاوت است و این تفاوت انرژی باعث ماندگاری بیشتر رطوبت در دامنه هایی که سطوح ارضی آن ها شیبی به سمت شمال شرق دارند را به همراه خواهد داشت (شکل ۲).



شکل(۲) نقشه هم‌دمای قله بل اقلید

این موضوع خود باعث پوشش گیاهی بیشتر و به همراه منابع آب بیشتر خواهد بود توجه برنامه ریزان محیطی به این موضوع خود می‌تواند در مکانیابی بهتر پروژه های مربوط به احیای منابع طبیعی، جنگل کاری، طرح های آبخیزداری، مکانیابی سفره های آب زیرزمینی و مسائل بسیار زیاد دیگری که مربوط به علوم زمین و محیط طبیعی، کمک شایانی داشته باشد. این وضعیت در طول هزاران سال اثر گذاری بر روی این منطقه باعث شده که اکثر منابع آب و چشمه سارها در دامنه هایی که به سمت شمال شرق هستند دامنه های (نسار) وجود داشته باشد. و در دامنه های برآفتاب انرژی بیشتر و تبخیر بیشتر مانع از ایجاد چشمه های متعدد گردیده است.

برای دامنه هایی که به سمت شمال شرق هستند رابطه دما با مقدار شیب به شکل رابطه (۱۱)

رابطه (۱۱) $Temprotuer = 14/91 - /11slop$

حال اگر مقدار شیب را $15/36$ درصد در نظر بگیریم خواهیم داشت:

$$Temprotuer = 14/91 - /11 \times 15/36$$

یعنی در ارتفاع ایستگاه آباده(۲۰۳۰ متر) اگر سطوح ارضی شیبی در حدود ۱۵/۳۶ درصد داشته باشند دمای متوسط آنها ۱۳/۲ درجه سانتی گراد خواهد بود حال با داشتن افت محیطی دمای ۴/۸ درجه سانتی گراد به ازای هر هزارمتر خواهیم داشت:

$$\frac{13.2 \times 1000}{4.8} = 2754 + 2030 = 4784$$

یعنی ارتفاع برف مرز کنونی در این منطقه ۴۷۸۴ متری خواهد بود. گروتر(۱۳۷۸) ارتفاع برف مرز شیرکوه را ۴۷۰۰-۴۶۰۰ براورد کرده بود.

در عصر یخچالی نسبت به امروز متوسط کاهش دما ۸/۸ درجه سانتی گراد خواهد بود حال اگر این دما را در رابطه (۱۱) بگذاریم خواهیم داشت

$$T = 14/91 - /11 \times 15/36 = 13/2 - 8/8 = 4/4$$

$$4/4 \times 1000 \div 4/8 = 917 + 2030 = 2946$$

که ارتفاع برف مرز کواترنر در حدود ۲۹۴۶ متر می‌باشد. و ۸۸۸ متر اختلاف ارتفاع در برف مرز با دامنه وجود فرمهایی که نشاندهنده فرآیندهای یخچالی دوره های کواترنر در دامنه های نسار که هم از نظر تعداد و هم از نظر وسعت بر دامنه های برآفتاب برتری دارند خود گواه این مسئله می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱- آزاد، عزت اله وهمکاران(۱۳۶۹)، مبانی انرزی خورشیدی، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- جداری عیوضی،جمشید،(۱۳۷۴)، ژئومرفولوژی ایران، دانشگاه پیام نور.

۳- خلیلی، علی،(۱۳۷۶)، برآورد تابش کلی خورشید در گستره ایران بر مبنای داده های اقلیمی، فصلنامه جغرافیا، شماره ۴۶،صص ۳۵-۱۵.

۴- دلال اوغلی، علی، (۱۳۸۲)، ارتفاع خط تعادل یخچالی در کوهستان سبلان، فضای جغرافیایی، شماره ۱۰، سال سوم،صص۱۵-۳.

۵- دلال اوغلی، علی، (۱۳۸۱)، پژوهش در سیستم های مورفوژنز موثر در دامنه شمالی سبلان و شکل گیری دشت انباشتی مشکین شهر،دانشگاه تبریز.

۶- ریچارد چورلی و همکاران، (۱۳۷۹)، ژئومورفولوژی جلد چهارم، ترجمه معتمد، احمد و همکار، انتشارات سمت.

۷- سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، معیارهای اقلیمی‌در ساختمان، (۱۳۷۶)، انرژی خورشید در گستره ایران، مرکز مدارک اقتصادی- اجتماعی و انتشارات.
۸- علیراده، امین، (۱۳۸۵)، اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس رضوی، مشهد.
۹- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۲)، تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان،علوم انسانی، جلد ۱۵، شماره۱و۲،صص ۹۶-۸۷.
۱۰- محمودی فرج ا.، (۱۳۶۷)، تحول ناهمواریهای ایران در کوارتر نر،مجـــــــــله پژوهشهای جغرافیائی دانشگاه تهران، شماره ۲۳ ص ۵-۴۳.
۱۱- نعمت الهی ، فاطمه، (۱۳۸۱)، آثار یخچالی حوضه آبی نمدان فارس ، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد نجف آباد ، گروه جغرافیا.
12- American Society for Testing and Materials (ASTM), (1991), Standards (E-891) and (E-892).
13- Duffy, J. A. and Beckman, W. A. (1991), Solar Engineering of Thermal Processes, 2nd end. J. Wiley and Sons, New York.
14- Joe Michal sky, J. J. (1988), The astronomical almanac's algorithm for approximate solar position (1950-2050), Solar Energy, 40, 227-235.
15- Write, H.E, N.Y. (1963), Preliminary Pollen Studies at Lacked Serbia, Zagros Mountains, Southwest Iran, and Science.
http://edmall.gsfc.nasa.gov/inv۹۹Project. Site/ Pages /science- briefs/ed- stickler/ed-irradiance.html
HTTP://SOLARDAT.UOREGON.EDU/SOLARRADIATIONBASICS.HTML