



## تحلیل مورفودیشن ارتفاعات غربی اقلید و ارتباط آن با تحولات مورفولوژیک

عبدالله سیف: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران\*

سینا صلحی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

محمود صلحی: استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی، استان اصفهان، ایران

وصول: ۱۳۹۱/۳/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۱، صص ۲۶۸-۲۵۱

### چکیده

انرژی تابشی را به نوعی می‌توانیم انرژی ورودی به سیستم‌های زمینی دانست. که با نفوذ بر تمامی سیستم‌ها اثرات خود را ظاهر می‌سازد. نیروی محرکه کلیه سیستم‌ها و اکوسیستم‌های زمین انرژی خورشیدی می‌باشد که به صورت تابش از خورشید ساطع و به زمین ارسال می‌گردد. محاسبات انرژی تابشی با معادلات و رابطه‌های مختلفی محاسبه می‌شود و در اکثر مواقع برای سطوح افقی قابل محاسبه بوده که این یکی از مشکلات محاسباتی تابش می‌باشد. ما در این مقاله سعی نمودیم ناهمواری زمین را در محاسبه میزان تابش دخالت بدهیم. برای محاسبات تابشی منطقه از مدل‌های ارتفاعی استفاده نمودیم. با در اختیار داشتن فرم زمین و دخالت داده عرض جغرافیایی، جهت شیب، میزان شیب، ارتفاع زمین محاسبات تابشی را انجام داده و نقشه‌های تابشی منطقه شامل نقشه میزان انرژی تابش مستقیم، نقشه انرژی تابشی پخش شده و مدت زمان تابش بر فراز منطقه را ترسیم نمودیم. بعد از محاسبات میزان انرژی تاثیرات انرژی بر روی تحول و تکامل مورفولوژیک بررسی شده است همچنین تاثیر میزان انرژی بر سیستم‌های هیدرولوژیک و پدولوژیک و بیولوژیک تحلیل و ارتباط آن را با فعالیت‌های آنتروپوژنیک بررسی نموده‌ایم.

واژه‌های کلیدی: تابش کلی، تابش مستقیم، تابش پراکنده، مدت تابش، فعالیت آنتروپوژنیک، مورفودیشن، تحول مورفولوژیک

### مقدمه

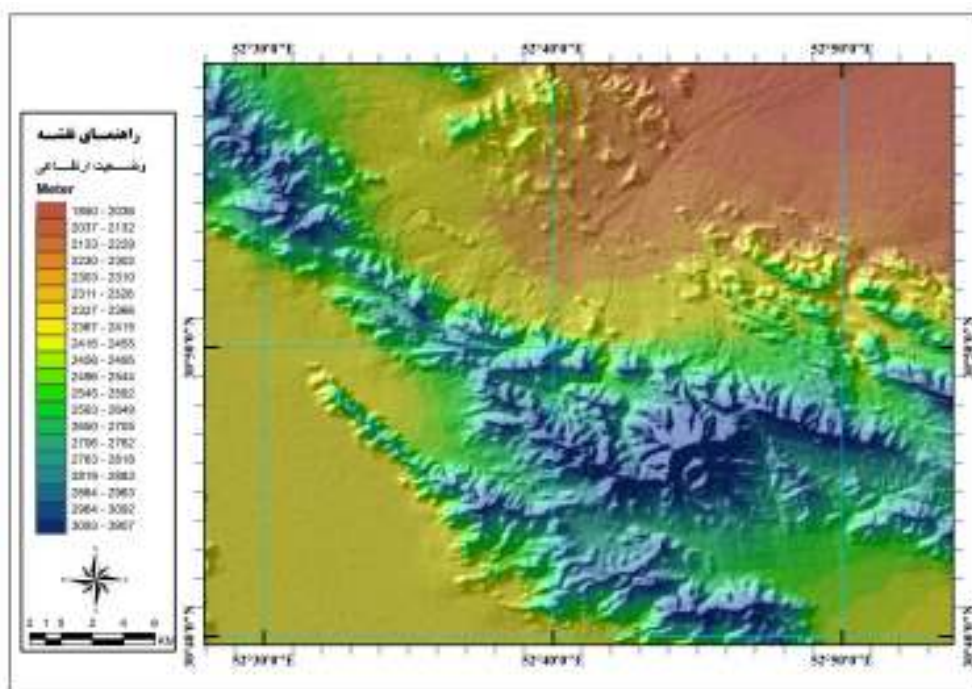
با این فرض که انرژی ورودی به کلیه سیستم‌های طبیعی و حیاتی کره زمین انرژی تابشی خورشیدی است. و جریان انرژی خورشیدی سبب به وجود آمدن همه سیستم‌های مورفولوژیک در سطح زمین می‌گردد اهمیت انرژی تابشی در علم ژئومورفولوژی مشخص می‌گردد. میزان و پراکندگی انرژی تابشی بر سطح زمین که معلولی از میزان تابش خورشیدی، فاصله از منبع تابنده، عرض جغرافیایی، سرعت گردش محوری و مداری زمین، شکل ناهمواری زمین شامل میزان شیب، جهت شیب و ارتفاع و پاره‌ای عوامل دیگر است، سرآغاز بروز تغییر و اختلاف در سطح سیاره

تابش خورشید منبع اصلی انرژی سیاره زمین و عامل اصلی کنترل حیات و آب و هوا در سطح زمین به شمار می‌آید. انرژی خورشید، با کنترل حرارت سطح زمین، پراکندگی زمانی و مکانی رطوبت و فشار را نیز تعیین می‌کند. خورشید را می‌توان چشم سیاهی در نظر گرفت که پیوسته پرتوافکنی می‌کند. مقدار کل انرژی تابشی جسم سیاه بر اساس قانون استفان بولتزمان (Stefan Boltzmann) محاسبه می‌شود. (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸، ۵۷).

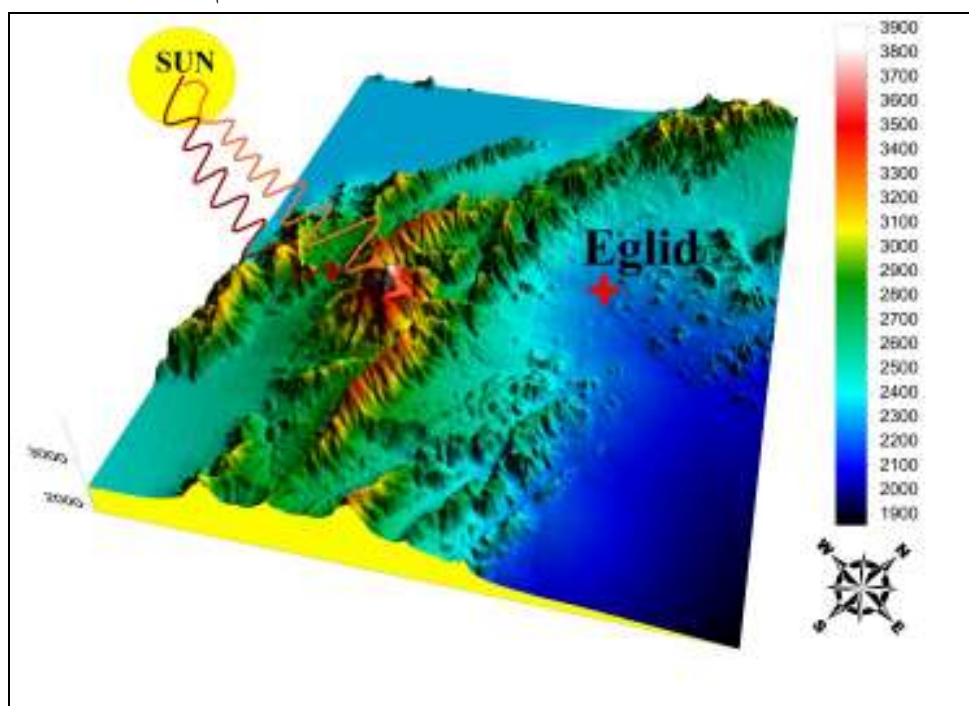
وجود توپوگرافی یخچال‌های قدیمی در ارتفاع ۳۲۰۰ متری این کوه حکایت می‌کند. همچنین یخرفت‌های یخچالی‌ای در ارتفاع ۱۸۰۰ و ۲۸۰۰ متر باقیمانده است که حاکی از رخداد دو دوره یا فاز یخچالی در این منطقه است (هاگه درون، ۱۳۵۷). رامشت (۱۳۸۱) طی تحقیقاتی که در زمینه یخچال‌شناسی ایران مرکزی انجام داده، یافته‌های دانشمندانی چون هاگه درن و کوهله را مورد تأیید قرار داده و با تکیه بر شواهد ژئومورفیک و آثار فرسایشی، یخچال‌ها را تا ارتفاع ۱۶۰۰ متری در چندین نقطه از ایران مرکزی از جمله زفره، شیرکوه و ... مطالعه نموده و تصاویر بی‌نظیری از سنگ‌های سرگردان در منطقه مهریز یزد در حدود ارتفاع ۱۶۵۰ متری منتشر کرده و همچنین به پایین آمدن زبانه‌های یخی تا زمین‌های دشتی تأکید کرده است. اخیراً نیز دهقان‌پور (۱۳۸۹) مطالعاتی بر روی یخچال‌های شیرکوه انجام داده و تاثیرات جهت‌ناهمواری بر سیستم فرسایشی یخچالی را تبیین نموده است.

محاسبات تابشی بر روی توده کوهستانی غربی اقلید انجام شده است. منطقه مورد مطالعه به گونه‌ای تعیین شده که شامل کلیه دامنه‌های توده کوهستانی شده تا وضعیت تابشی را در جهات مختلف نمایان ساخته همچنین تاثیرات خود را بر مناطق مجاور آشکار سازد. منطقه مطالعاتی در بین عرض  $30^{\circ} 39' 42.1812'' N$  تا  $52^{\circ} 27' 56.4264'' N$  و طول جغرافیایی  $52^{\circ} 53' 50.7444'' E$  تا  $56.4264'' E$  واقع شده است. موقعیت منطقه مطالعاتی در وضعیت دو بعدی و سه بعدی در اشکال (۱ و ۲) مشاهده می‌شود.

زمین می‌گردد. بدین صورت که اختلاف تابش اختلاف دمایی را به دنبال داشته و نحوه پراکنش دما کره را تعیین می‌کند دما کره در نحوه تغییرات فشار بر سطح زمین تاثیر گذاشته و این عوامل مستقیماً بر وزش بادهای اثر گذاشته و سیستم اقلیمی کره را تعیین می‌کند. در نهایت، سیستم اقلیمی می‌تواند با قدرت غیر قابل‌تصور همه سیستم‌های شکلزایی و فرسایشی را کنترل نماید. و نوع سیستم شکلزایی یا فرسایشی بادی، یخچالی و آبی را در هر مکان تعیین کند. در ادامه حلقه تغییرات پی در پی سیستم‌های هیدرولوژیک و پدوژنیک تحت تاثیر قرار می‌گیرند. نتیجه همه این تاثیرات و تغییرات را می‌توان در ایجاد و تغییر و بقای سیستم‌های بیولوژیک در نظر گرفت که انسان و فعالیت‌های انسانی بخشی مهمی را تشکیل می‌دهد. مطالعات میزان انرژی تابشی هم در بحث سیستم‌های طبیعی و شکلزایی یا از دیدگاه مورفولوژی زمین قابل بررسی بوده و هم از دیدگاه تاثیرات مستقیم و غیر مستقیمی که بر انسان و فعالیت‌های انسانی دارد. همچنین می‌تواند در استقرار نیروگاه‌های پاک و بدون آلودگی از این انرژی نو و پاک استفاده کرد. در مقاله حاضر با توجه به این که در محافل علمی ژئومورفولوژی کمتر در محاسبات به شکل‌ناهمواری زمین یا همان مورف زمین توجه می‌شود، سعی شده است با یک سیستم کاملاً مورفیک با ضریب دقت بالا به برآورد انرژی تابشی اقدام شود. در مورد تغییرات انرژی و تاثیرات آن بر برف‌مرزهای دائمی و یخچال‌های طبیعی عده‌ای از محققان مطالعاتی را داشته‌اند از جمله: مطالعات هاگه درون و همکاران در سال ۱۹۷۴ میلادی در شیرکوه یزد، از



شکل ۱- موقعیت مورفولوژیک منطقه مطالعاتی در حالت ۲ بعدی (ترسیم- نویسندهگان)



شکل ۲- موقعیت منطقه مطالعاتی در حالت ۳ بعدی

## مواد و روش‌ها

برای محاسبات تابشی بر روی توده کوهستانی غرب اقلید با یک سیستم مورفیک نیاز به شکل هندسی ناهمواری بود. شکل هندسی فضایی ناهمواری می‌تواند میزان و جهت شیب همچنین میزان ارتفاع را نشان دهد. در نتیجه از مدل مورفیک<sup>۱</sup> DEM استفاده شد.

در این راستا از چهار پارامتر تابشی که می‌تواند وضعیت تابشی منطقه را توصیف کند بهره برده و مبنای تحلیل را بر آن قرار داده شده است.

- محاسبه میزان تابش مستقیم<sup>۲</sup>

تابش مستقیم همان تابش موج کوتاه خورشیدی است که در روز به هنگامی که خورشید در بالای خط افق قرار گرفته بر سطح زمین انجام می‌گیرد و پرتوهای خورشیدی به طور مستقیم بر سطح زمین می‌تابد. برای محاسبه میزان تابش مستقیم بر توده کوهستانی شیرکوه مدت زمانی را که خورشید بر فراز آسمان است (با دخالت عرض جغرافیایی منطقه) به قطعات نیم ساعته تقسیم نموده که هر یک از این قطعات را Sun Sector می‌نامند. و با توجه به قرارگیری خورشید در هر یک از این قطعات تابشی میزان تابش مستقیم محاسبه گردیده است. همچنین با توجه به ارتفاع هر نقطه و وضعیت ضخامتی اتمسفر نرخ حذف طول موج تابش یا افت انرژی تابش<sup>۳</sup> محاسبه و اعمال شد. همچنین میزان انرژی ورودی را ثابت خورشیدی در نظر گرفته و آن را در محاسبات دخالت دادیم. این عملیات برای تمام روزهای سال از ابتدا تا

انتهای محاسبه شده و در نهایت، نقشه تابش مستقیم سالانه منطقه محاسبه گردیده است.

برای محاسبه میزان تابش مستقیم بر فراز منطقه مطالعاتی از معادلات زیر استفاده نمودیم:

$$Dir_{tot} = \sum Dir_{\theta,\alpha} \quad (1)$$

$$Dir_{\theta,\alpha} = S_{Const} * \tau^{m(\theta)} * SunDur_{\theta,\alpha} * SunGap_{\theta,\alpha} * \cos(AngIn_{\theta,\alpha}) \quad (2)$$

در این رابطه  $S_{Const}$  = ثابت خورشیدی است که در خارج از اتمسفر در فاصله متوسط بین زمین و خورشید در نظر گرفته شده است. میزان ثابت خورشیدی در رنجی بین ۱۳۳۸ تا ۱۳۶۸  $WM^{-2}$  متغیر است

$T$  = ضریب گذر اتمسفر که به طور میانگین برای کل دامنه طیفی در نظر گرفته شده است.

$m(\theta)$  = ضریب عبور نور با توجه به فاصله سمت الراسی که با پارامترهای فاصله از سمت الراس و ارتفاع از سطح دریا محاسبه می‌گردد.

$SunDur_{\theta,\alpha}$  = مدت زمانی است که در هر بخش (Sector) منطقه تحت تابش مستقیم قرار دارد. فواصل ساعتی و فواصل روزانه که در این جا نیم ساعت و یک روز در نظر گرفته شده در این محاسبات دخالت دارد.

$SunGap_{\theta,\alpha}$  = میزان و نرخ شکست برای بخش‌های تابشی (Sun Sector) در آسمان است.

$AngIn_{\theta,\alpha}$  = زاویه تابش خورشید نسبت به سطح زمین. برای محاسبه  $AngIn_{\theta,\alpha}$  از رابطه (۳) استفاده شده است:

(۳)

<sup>۱</sup>- Digital Elevation Model

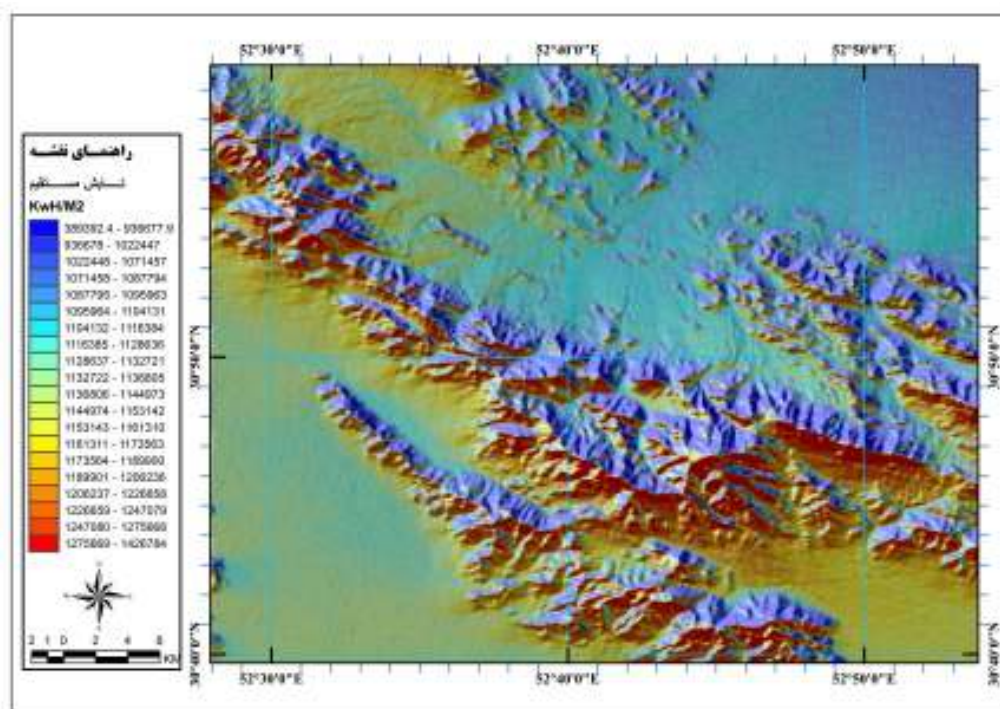
<sup>۲</sup>- Direct Radiation

<sup>۳</sup>- Atmospheric Attenuation

Sector بوده که میزان تابش هر بخش از طریق رابطه (۲) انجام گرفت. محاسبات تابش مستقیم برای یک سال بر روی منطقه مطالعاتی انجام گرفت. نقشه تابش مستقیم بر سطح توده کوهستانی اقلید در شکل (۳) مشاهده می شود.

$$\text{AngIn}_{0,\alpha} = \text{acos}[\text{Cos}(\theta) * \text{Cos}(G_z) + \text{Sin}(\theta) * \text{Sin}(G_z) * \text{Cos}(\alpha - G_a)]$$

در این رابطه  $G_z$  و  $G_a$  به ترتیب زاویه سمت الراس سطحی و زاویه آزیموت سطحی است. با توجه به رابطه (۱) تابش مستقیم برابر با مجموع تابش مستقیم محاسبه شده برای هر یک از SunMap



شکل ۳- نقشه تابش مستقیم منطقه بر حسب وات ساعت بر متر مربع (ترسیم - نویسندگان)

توان در دامنه‌های رو به شمال و شرق در حدود ۳۸۹۳۹۲ وات ساعت بر متر مربع مشاهده کرد و حداکثر انرژی تابشی را می‌توان در دامنه‌های رو به جنوب و غرب در حدود ۱۴۲۶۷۸۴ وات ساعت بر متر مربع مشاهده کرد که حداکثر اختلاف نرخ انرژی در دو جهت دامنه را می‌توان چیزی در حدود ۱۰۳۷۳۹۲ وات ساعت بر متر مربع در سال در نظر داشت. در اشکال ترسیم شده برای انعکاس مورفولوژی زمین از نقشه سایه روشن به عنوان لایه

شکل (۳) وضعیت تابش مستقیم بر توده کوهستانی غرب اقلید مشخص می‌سازد. خط الراس در واقع در طبیعت خط تغییر جهت شیب است. با توجه به این نکته که جهت شیب مستقیماً بر میزان تابش مستقیم موثر است، خط الراس کوهها را می‌توان محور تغییر انرژی در این توده کوهستانی در نظر داشت. در شکل (۳) اختلاف انرژی بر اساس انرژی حاصل از تابش مستقیم را می‌توان مشاهده کرد طیف رنگ آبی میزان تابش مستقیم کمتر و طیف به سمت رنگ قرمز مناطق پر انرژی را نشان می‌دهد. حداقل انرژی تابشی را می-

$Dur$  = سیکل زمانی است که در این پروسه ۰/۵ ساعت در نظر گرفته شده است.

$SkyGap_{\theta,\alpha}$  = درجه شکست برای هر بخش تابشی است.

$Weight_{\theta,\alpha}$  = نسبت تابش پراکنده ناشی از یک بخش تابشی آسمان به کل بخش‌های تابشی.

برای محاسبه نرخ  $Weight_{\theta,\alpha}$  از رابطه (۶) استفاده شده است:

(۶)

$$Weight_{\theta,\alpha} = (\cos\theta_2 - \cos\theta_1) / Div_{azi}$$

در رابطه (۶)  $\theta_1$  و  $\theta_2$  محدوده زاویه سمت الراسی در بخش‌های آسمان بوده و  $Div_{azi}$  تعداد تقسیم بندی آزیموتی آسمان است.

$AngIn_{\theta,\alpha}$  = زاویه تابش ما بین مرکز قطاع تابشی و سطح تماس تابش.

در نهایت، میزان انرژی تابشی پراکنده با توجه به رابطه (۷) از مجموع انرژی تابشی پراکنده برای هر قطاع تابشی به دست می‌آید.

(۷)

$$Dif_{tot} = \sum Dif_{\theta,\alpha}$$

با توجه به معادلات بالا نقشه پهنه‌ای میزان انرژی تابش پراکنده بر سطح توده کوهستانی اقلید محاسبه می‌شود. که در شکل (۴) مشاهده می‌شود.

Background استفاده شده است تا وضعیت مورفولوژی زمین مشخص گردد.

- محاسبه تابش پخش شده<sup>۱</sup>

برای تحلیل انرژی در منطقه میزان انرژی تابشی پخش شده نیز مورد نیاز است. همان گونه که می‌دانیم در صورتی که از لحاظ فیزیک تئوری اگر تابش پخش شده در محیط نداشته باشیم و این میزان به صفر برسد اختلاف انرژی و سپس دما بین سایه و آفتاب بسیار بالا رفته و سیستم‌های حیاطی را دچار اختلال می‌سازد با توجه به این مقدمه تاثیر بالای تابش پراکنده را بر سیستم‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی و غیر طبیعی بهتر درک خواهیم نمود. برای محاسبه انرژی تابشی پراکنده ما از مدل (UCO<sup>۲</sup>) استفاده نمودیم.

(۴)

$$Dif_{\theta,\alpha} = R_{glb} * P_{dif} * Dur * SkyGap_{\theta,\alpha} * Weight_{\theta,\alpha} * \cos(AngIn_{\theta,\alpha})$$

در این رابطه:

$$R_{glb} = \text{تابش نرمال کلی}$$

برای محاسبه تابش نرمال کلی از رابطه (۵) استفاده شده است.

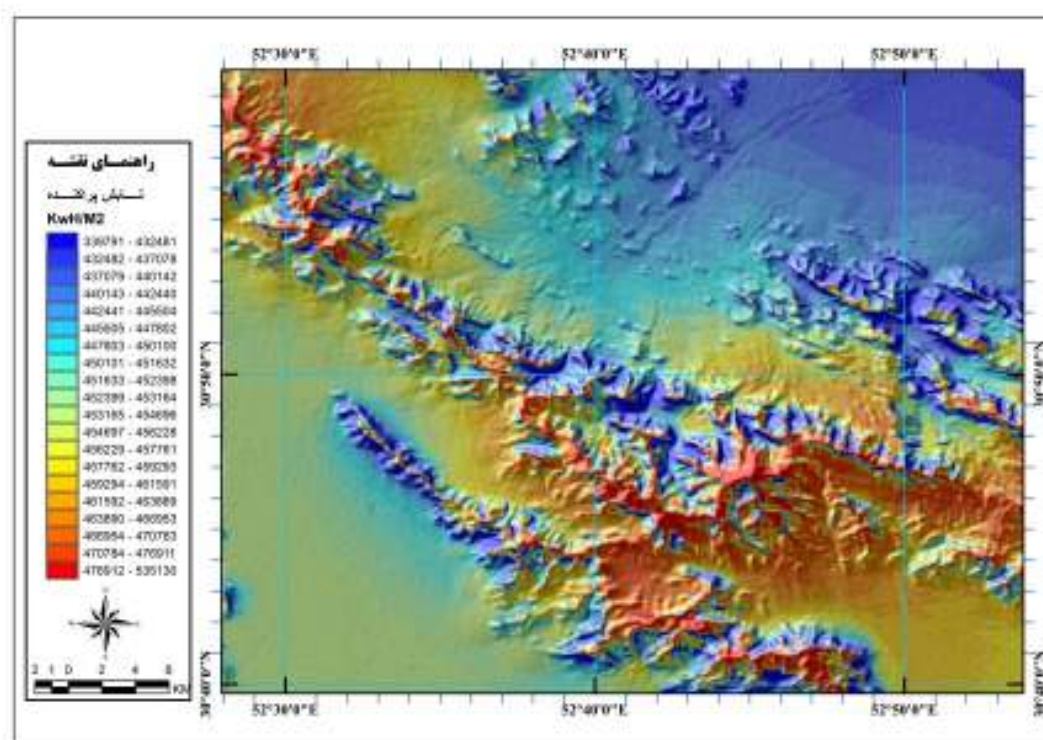
(۵)

$$R_{glb} = (S_{Const} \sum (\tau^{m(\theta)})) / (1 - P_{dif})$$

$P_{dif}$  = درجه پخش شدن تابش که این نرخ را معمولاً بین ۰/۲ برای درجه ابرناکی بسیار کم و ۰/۷ برای درجه ابرناکی بسیار بالا در نظر گرفته می‌شود. با توجه به قرارگیری منطقه در اقلیم نسبتاً خشک و نیمه خشک این نرخ برای منطقه ۰/۳ در نظر گرفته شده است.

<sup>۱</sup> - Diffuse Radiation

<sup>۲</sup> - Uniform Overcast Sky



شکل ۴- مرفوردیشن تابش پراکنده ارتفاعات غربی اقلید (ترسیم- نویسندگان)

#### مدت زمان تابش<sup>۱</sup>

هر قدر مدت تابش خورشید بیشتر باشد، مقدار کل انرژی رسیده به زمین بیشتر است. در واقع، طول مدت تابش اشاره‌ای به طول روز است. حرکت وضعی زمین به دور محور خود، سبب می‌شود که در هر گردش کامل، هر نقطه‌ای در روی زمین، مدتی را در روشنایی و مدتی را در تاریکی بگذراند. طول روز هر محل عبارت است از مدتی که آن محل در روشنایی می‌گذراند و دایره بزرگ روشنایی آن را تعیین می‌کند (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۲، ۶۸ و ۶۹).

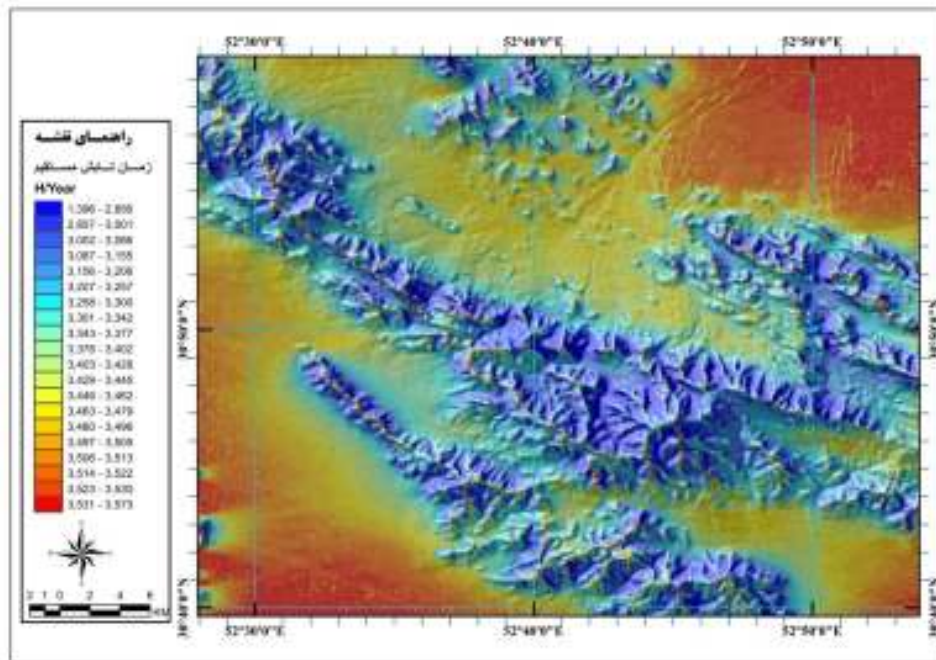
در این پژوهش مدت زمانی که منطقه تحت تاثیر تابندگی مستقیم قرار می‌گیرد برای مدت یک سال بر حسب ساعت محاسبه شده و در قالب نقشه پراکنش ارائه شده است. برای محاسبه مدت زمان تابش

شکل (۴) وضعیت تابش پراکنده منطقه را نشان می‌دهد که حداقل آن را در جهات شمالی و رو به شرق در حدود ۳۳۹۷۹۱ وات ساعت بر متر مربع و حداکثر آن را در دامنه‌های رو به جنوب و غرب در حدود ۵۳۵۱۳۰ وات ساعت بر متر مربع در سال است. نکته مهم دیگری که در شکل (۴) مشخص است این‌که؛ میزان تابش پراکنده در سطوح هموار کمتر از سطوح ناهموار است. و این با اصول فیزیکی در ارتباط بوده به گونه‌ای که جسم صاف و هموار کمتر انرژی تابیده شده بر سطح خود را پراکنده می‌سازد و سطوح ناهمواری و غیر صاف انرژی تابشی بیشتری را پخش می‌کند. به طوری که از شکل (۴) استنباط می‌گردد تابش پراکنده نیز در دو جهت دامنه اختلاف زیادی را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup>- Duration Direct Radiation

نقشه پهنه‌بندی مدت تابش مستقیم در منطقه مورد مطالعه ترسیم شده که در شکل (۵) مشاهده می‌شود.

مستقیم ما عرض جغرافیایی منطقه که خود نشان دهنده طول روز است دخالت داده همچنین مورف زمین و شکل ناهمواری که می‌تواند در این عامل موثر باشد نیز در نظر گرفته شده است.



شکل ۵- محاسبه مورفوردیشن زمان تابش مستقیم (بر حسب ساعت در سال) (ترسیم- نویسنده‌گان).

مجموع تابش مستقیم و پراکنده در همه قطاع‌های تابشی را با عنوان تابش کل در نظر گرفته می‌شود. تابش کل بر اساس رابطه (۸) محاسبه می‌شود. تابش کل وضعیت تابشی منطقه را کاملاً نمایش می‌دهد. تابش کل در شکل (۶) مشاهده می‌شود.

(۸)

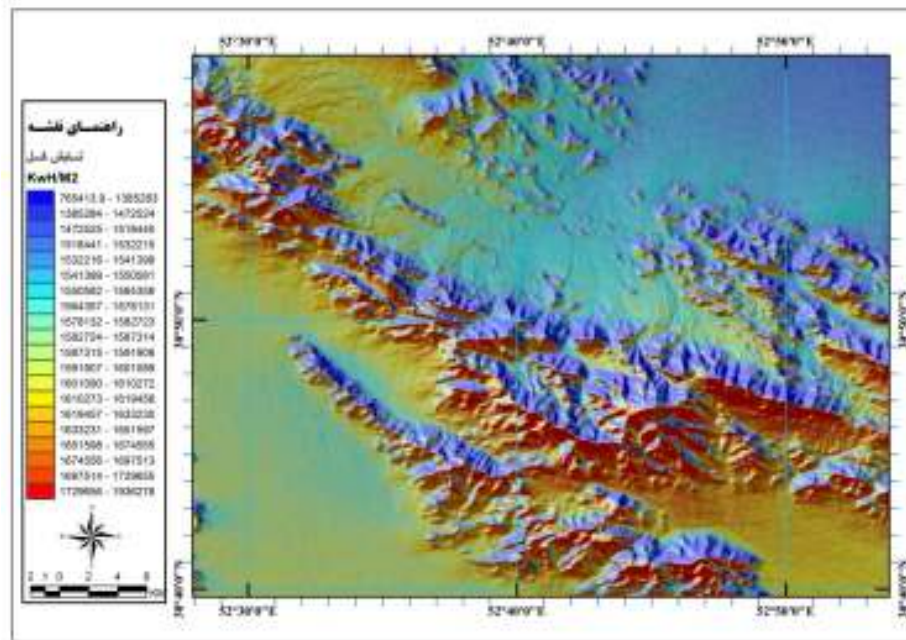
$$\text{Global}_{\text{tot}} = \text{Dir}_{\text{tot}} + \text{Dif}_{\text{tot}}$$

شکل (۵) مدت زمان تابندگی مستقیم را در توده کوهستانی اقلید نمایان می‌سازد. توجه به این نقشه اختلاف مدت تابش را بین مناطق ناهموار و هموار بارز می‌سازد. در این نقشه اختلاف معناداری بین مدت زمان تابش در دو جهت آفتابگیر و نثار دامنه وجود ندارد. در نتیجه مدت زمان تابش مستقیم را می‌توان تابعی از فرم زمین دانست به صورتی که فرم‌های ناهموار با شیب‌های زیاد مدت زمان کمتری را در برابر تابش مستقیم خورشید قرار می‌گیرد.

- تابش کل ۱

<sup>1</sup>- Global Solar Radiation

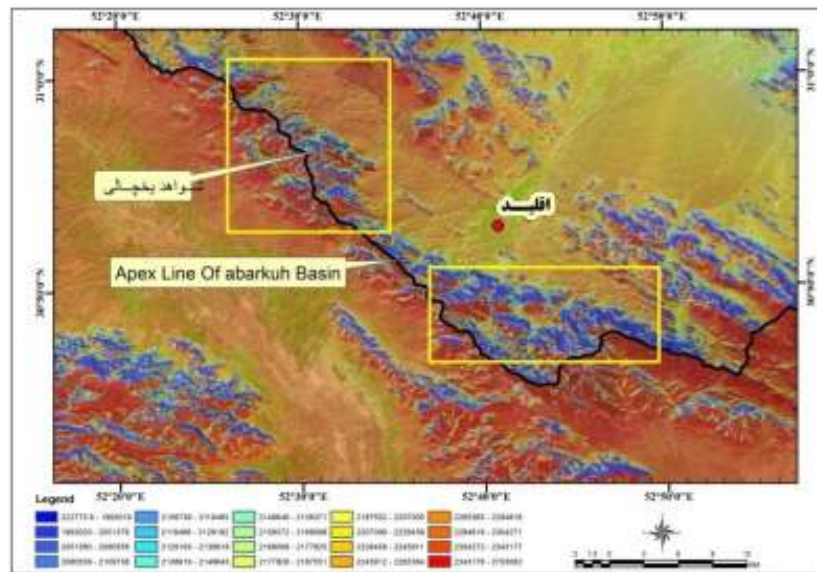




شکل ۶- محاسبه مورفودیشن کل بر حسب وات ساعت بر متر مربع در سال (ترسیم - نویسندگان)

۷۶۵۴۱۳ وات ساعت بر متر مربع و حداکثر تابش کلی را در دامنه‌های رو به جنوب و غرب چیزی در حدود ۱۹۳۶۲۷۸ وات ساعت بر متر مربع برآورد می‌شود.

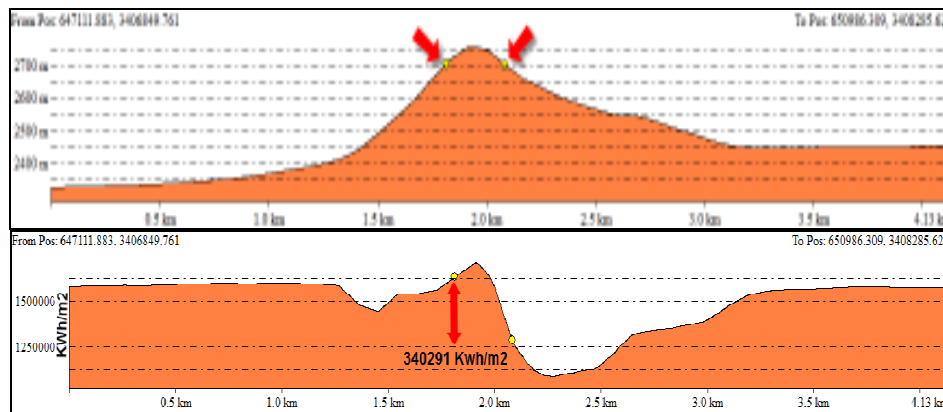
شکل (۶) وضعیت تابش کلی منطقه را نمایان می‌سازد. طیف به سمت رنگ آبی تابش کمتر و طیف به رنگ قرمز تابش بیشتر را نشان می‌دهد. حداقل تابش منطقه را در دامنه‌های رو به شمال و شرق در حدود



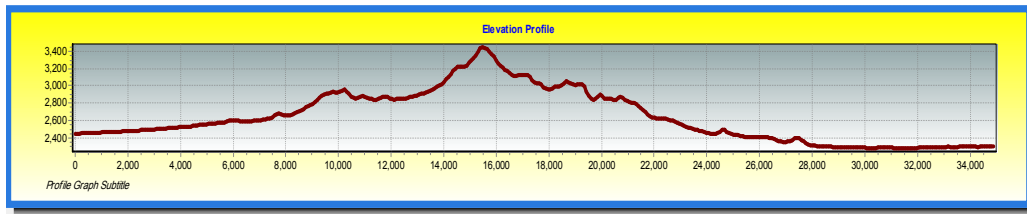
شکل ۷- مورفودیشن ارتفاعات غربی اقلید

وات ساعت بر متر مربع است. که تاثیر جهت ناهمواری در نرخ دریافت انرژی را نمایان می‌سازد. در قسمتی که پروفیل انرژی تابش با افت ناگهانی مواجه شده است که در تصویر دوم شکل ۸ ملاحظه می‌شود آثار سیرکهای خجالی به صورت گسترده و بارز دیده می‌شود.

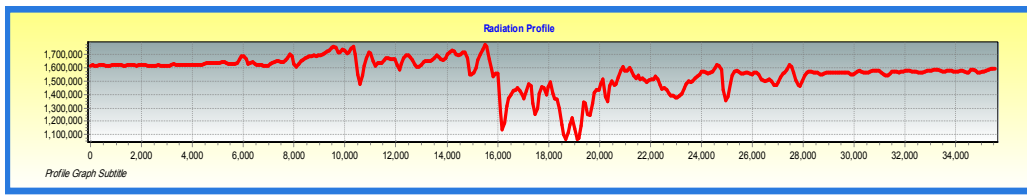
تحلیل پروفیل تابشی عرضی ارتفاعات غربی اقلید با ترسیم پروفیلی عرضی از ارتفاعات غربی اقلید وضعیت تابندگی این توده کوهستانی بررسی می‌شود. همان گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود دو نقطه را که در ارتفاع ۲۷۰۰ متریکی در دامنه آفتابگیر و دیگری در دامنه پشت به آفتاب در نظر گرفته می‌شود در صورتی که هر دو در یک ارتفاع قرار گرفته‌اند میزان اختلاف انرژی دریافتی در این دو نقطه ۳۴۰۲۹۱



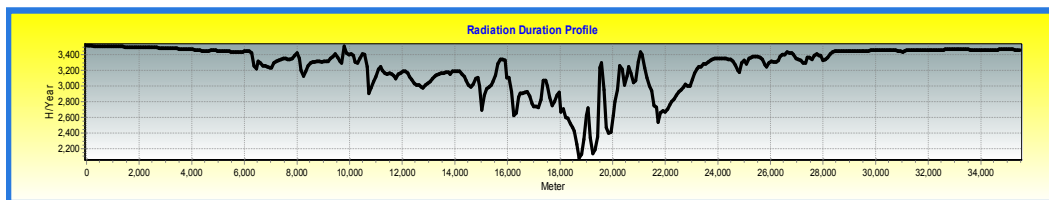
شکل ۸- مطابقت پروفیل ارتفاعی با پروفیل تابشی (مقطعی عرضی از رشته کوههای غربی اقلید)



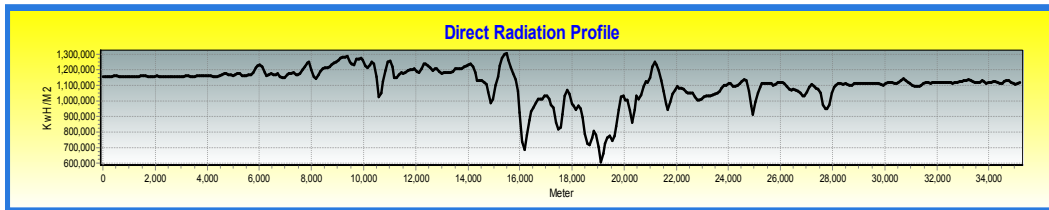
شکل ۹- پروفیل ارتفاعی عرضی ارتفاعات غربی اقلید



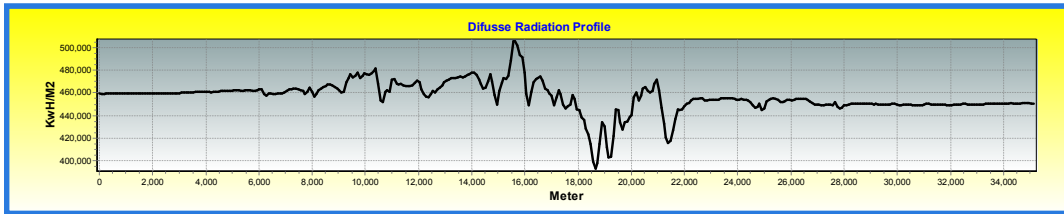
شکل ۱۰- پروفیل عرضی تابش کل ارتفاعات غربی اقلید



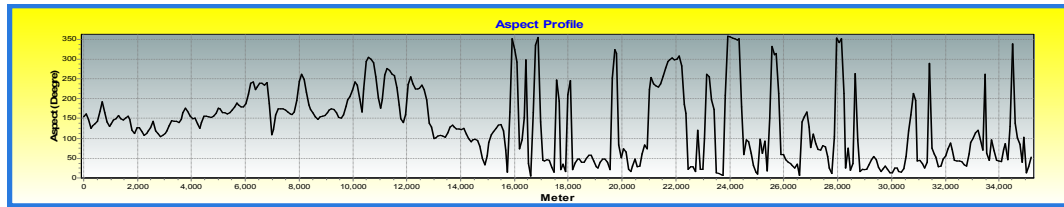
شکل ۱۲- پروفیل عرضی مدت زمان تابش مستقیم ارتفاعات غربی اقلید



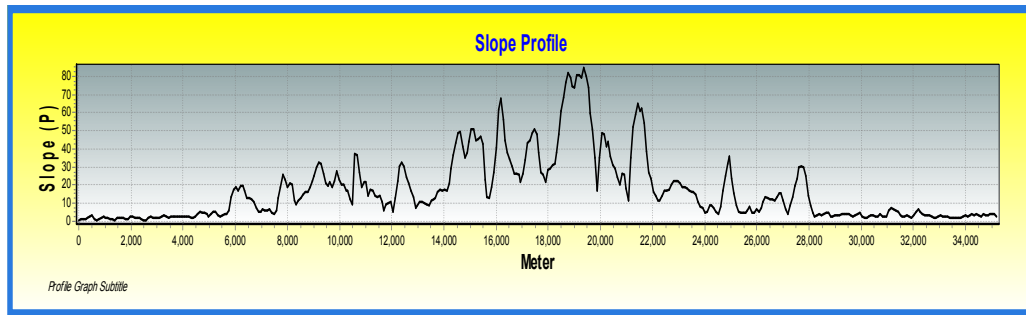
شکل ۱۳- پروفیل عرضی تابش مستقیم ارتفاعات غربی اقلید



شکل ۱۴- پروفیل عرضی تابش پراکنده ارتفاعات غربی اقلید



شکل ۱۵- پروفیل عرضی شیب ارتفاعات غربی اقلید



شکل ۱۶- پروفیل عرضی شیب ارتفاعات غربی اقلید

جدول ۱- ماتریس مقایسه همبستگی در امتداد خط پروفیل

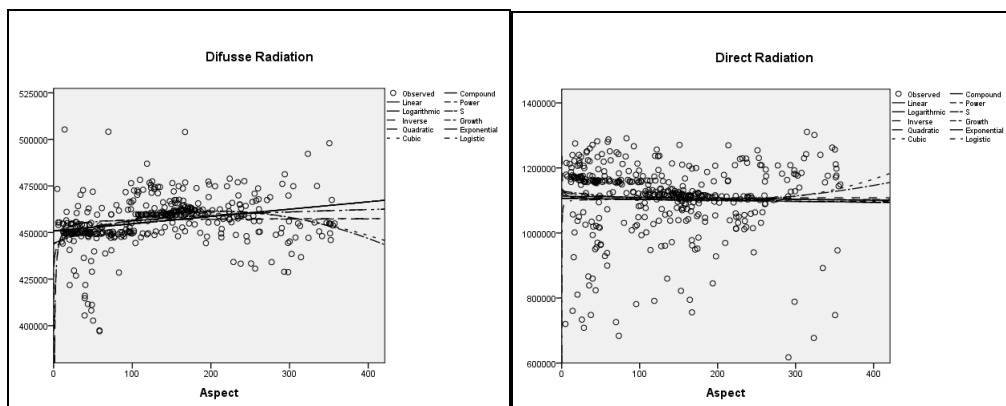
مقایسه همبستگی	Aspect	Diffuse Radiation	Direct Duration	Direct Radiation	Elevation	Global Radiation
Aspect	1.000	.202	.242	-.046	-.025	.260
Diffuse Radiation	.202	1.000	-.131	-.735	-.681	.310
Direct Duration	.242	-.131	1.000	.349	.169	.688
Direct Radiation	-.046	-.735	.349	1.000	.632	-.118
Elevation	-.025	-.681	.169	.632	1.000	-.270
Global Radiation	.260	.310	.688	-.118	-.270	1.000

ارتباط را با تابش مستقیم نشان می‌دهد. در جدول ۲ میزان انحراف معیار و میانگیت هر یک از پارامترهای جهت، ارتفاع، تابندگی کل، مدت زمان تابندگی مستقیم، تابندگی مستقیم، تابندگ پراکنده ملاحظه می‌شود.

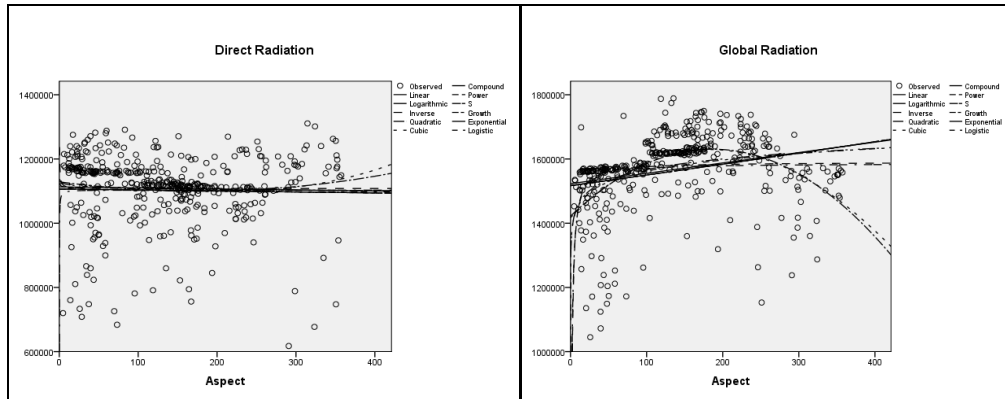
بررسی جدول ۱ مقایسات همبستگی متغیرها نشان دهنده این است که تابش کل بیشترین ارتباط را با مدت زمان تابش مستقیم نشان می‌دهد. تابش مستقیم بیشترین همبستگی را با تابش پراکنده و ارتفاع نشان می‌دهد. مدت زمان تابش مستقیم بیشترین همبستگی را با تابش کل نشان داده و تابش پراکنده بیشترین

جدول ۲- اطلاعات آماری مورفولوژی و تابش

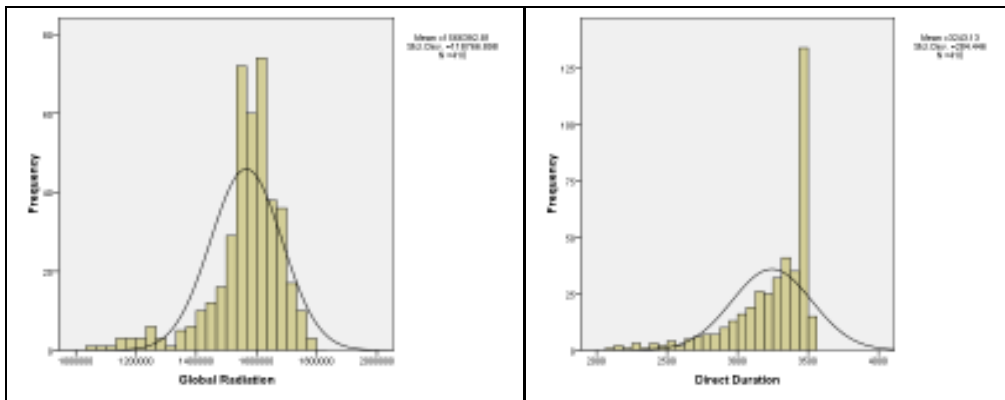
		Mean	Std. Deviation	N
Aspect	Degree	133.86	89.169	410
Elevation	Meter	2638	291.778	410
Global Radiation	KwH/M <sup>2</sup> //Year	1570000	118766.898	410
Direct Duration	H/Year	3243	284.446	410
Direct Radiation	KwH/M <sup>2</sup> //Year	1110000	111787.871	410



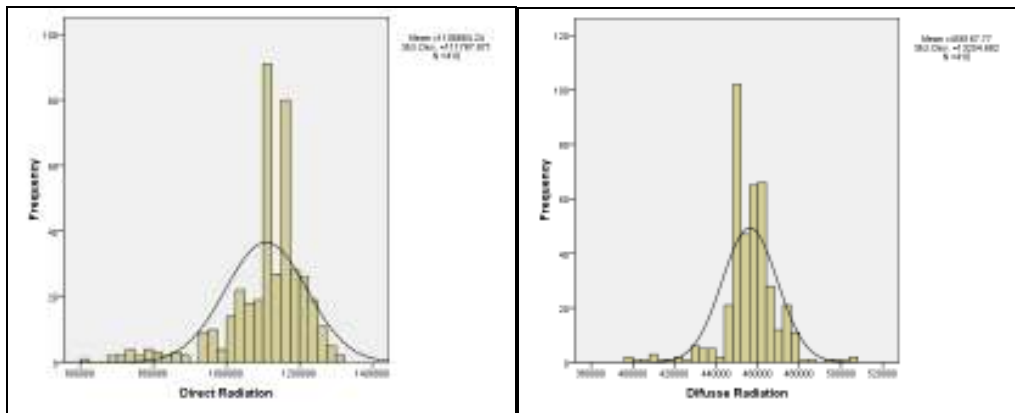
شکل ۱۷- رابطه سنجی تابش مستقیم و پراکنده با جهت شیب زمین



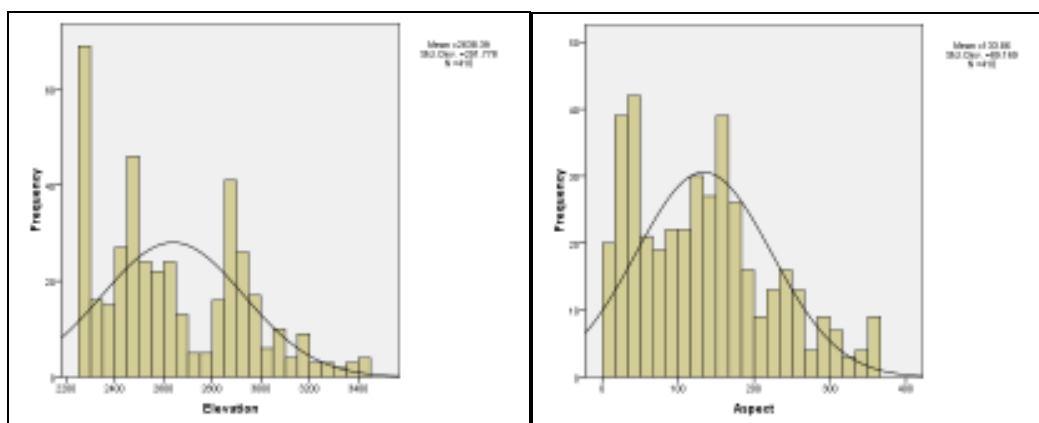
شکل ۱۸- رابطه سنجی تابش کل و مستقیم با جهت شیب زمین



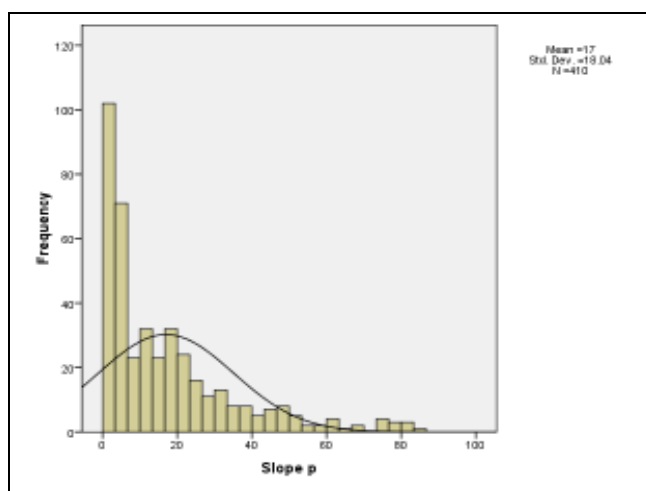
شکل ۱۹- توزیع فراوانی مدت زمان تابش مستقیم و تابش کل



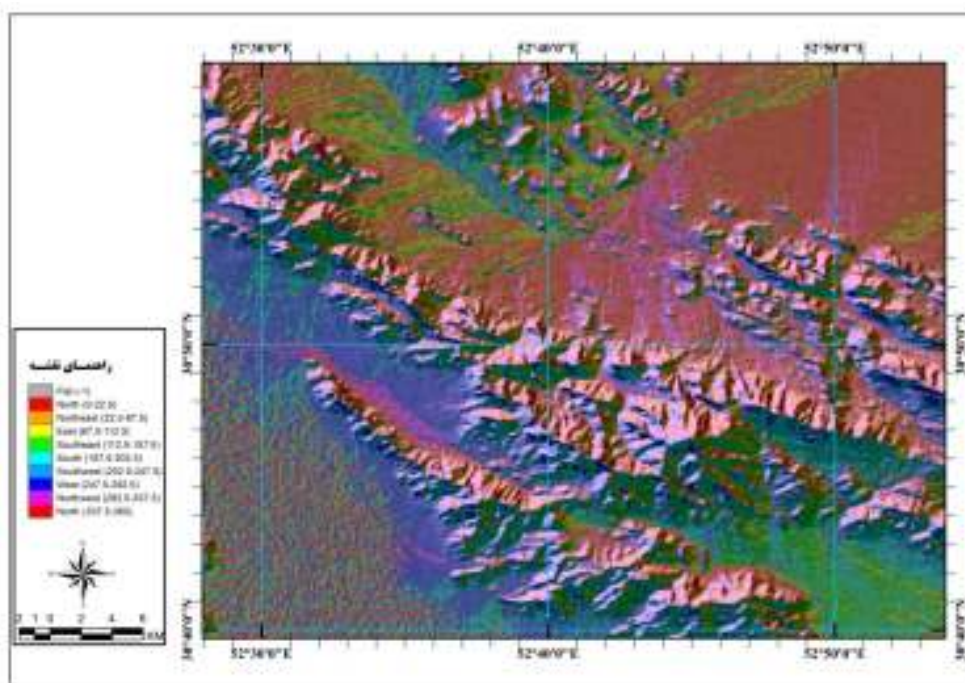
شکل ۲۰- توزیع فراوانی تابش پراکنده و تابش مستقیم



شکل ۲۱- توزیع فراوانی جهت شیب و ارتفاع



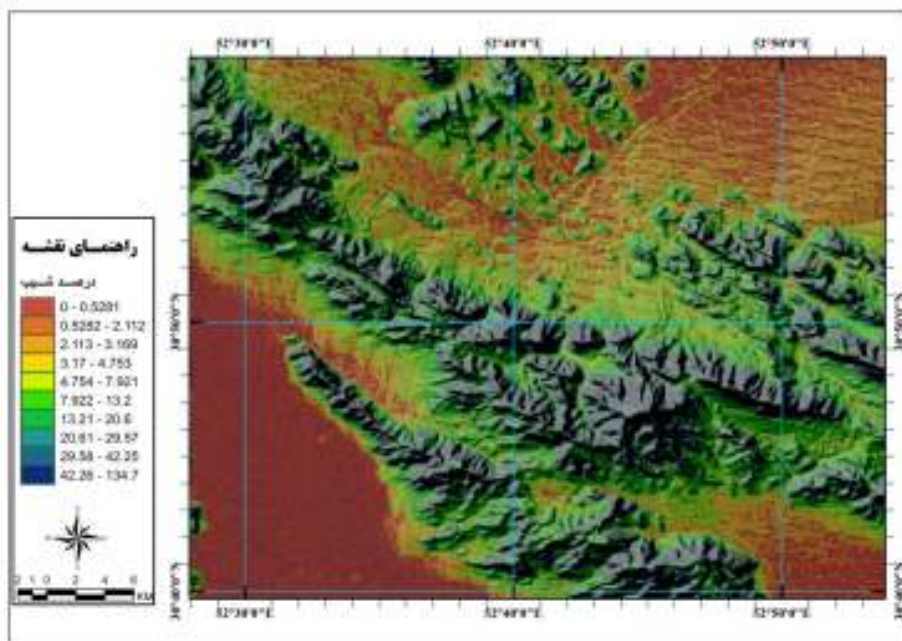
شکل ۲۲- توزیع فراوانی درصد شیب



شکل ۲۳- نقشه جهت شیب

جدول ۳- همبستگی تابندگی با جهات شیب

R Square- Aspect						
Equation	Direct Duration	Direct Radiation	Diffuse Radiation	Global Radiation	Slope (p)	Elevation
Linear	.684	.684	0.700	.706	.318	.705
Logarithmic	.958	.953	0.966	.968	.441	.960
Inverse	.334	.343	0.340	.323	.190	.330
Quadratic	.857	.841	0.861	.876	.359	.857
Cubic	.923	.915	0.930	.936	.393	.919
Compound	.693	.693	0.694	.694	.586	.696
Power	.964	.964	0.964	.964	.768	.965
S	.344	.345	0.345	.344	.297	.344
Growth	.693	.693	0.694	.694	.586	.696
Exponential	.693	.693	0.694	.694	.586	.696
Logistic	.693	.693	0.694	.694	.586	.696



شکل ۲۴- نقشه درصد شیب

#### - نتیجه‌گیری

بعد از بررسی نقشه‌های تابشی منطقه بر سطح توده کوهستانی غرب اقلید می‌توان به نتایجی به شرح زیر اشاره نمود.

- تأثیرات تابشی بر سیستم‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی  
 - تأثیر بر پوشش گیاهی: شدت تابندگی بیشتر در دامنه‌های رو به جنوب و غرب در توده کوهستانی غرب اقلید همان گونه که در شکل (۶) مشاهده می‌شود در بیلان دمایی منطقه تأثیر گذاشته و با تبدیل انرژی تابشی به انرژی حرارتی و نفوذ در سیستم‌های زمینی سرآغاز چرخه تغییرات گشته و با توجه به این نکته که افزایش حرارت افزایش تبخیر و تعرق و کاهش رطوبت نسبی را به دنبال دارد نتیجه این حالت می‌تواند عامل کنترل کننده رشد گیاهی در منطقه باشد. این حالت کاملاً در منطقه بروز کرده و دامنه‌های پر انرژی تراکم گیاهی بسیار محدودتر و کمتری از دامنه‌های پر انرژی دارد.

- تأثیر بر سیستم‌های پدولوژیک: خاک را اگر تابعی از شرایط حرارتی و رطوبتی بدانیم تأثیر تابش بر تکامل خاک و سرعت و چگونگی مراحل مختلف خاکزایی را بهتر درک خواهیم کرد. در واقع تابش با مقدار انرژی که به هر سطح می‌رساند در تغییرات دمای آن اثر داشته تغییر دما در تغییرات رطوبت و تبخیر موثر افتاده که نتیجه همه این حالات را می‌توان تغییرات انرژی وارده به سیستم پدولوژیک در نظر گرفت. تغییرات انرژی وارده به هر سیستم می‌تواند در تحولات ماده و انرژی آن سیستم موثر باشد. و تحولات کاسکید سیستم خاک را تحت تأثیر قرار داده و با حلقه‌ای از تأثیرات و تغییرات مورفولوژیک سیستم خاک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

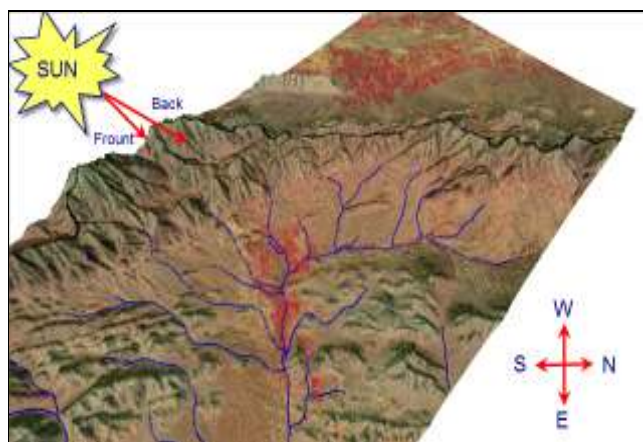
- تأثیر بر سیستم هیدرولوژیک: بیلان تابشی در منطقه شیر کوه باعث اختلافات دمایی و در ادامه اختلاف تبخیر و نهایتاً تأثیر بر نفوذپذیری خاک و حجم رواناب سطحی شده که نتیجه این عوامل را کاهش رواناب سطحی و جریان‌های پایدار آبی در منطقه را



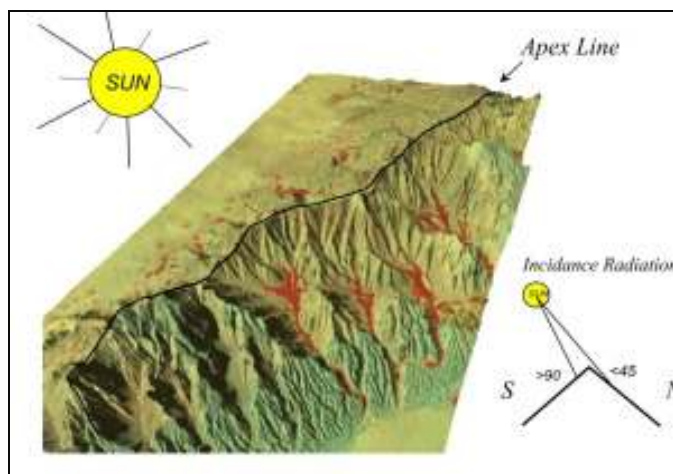
بسیار زیادی از فعالیت های یخچالی شامل دره های یخچالی، مورن ها و سیرک های یخچالی که تا ارتفاعات بسیار پایین گسترش یافته است قابل مشاهده است. در نتیجه نقشه پراکنش تابشی با نحوه پراکنش سیرک ها و آثار یخچالی مطابقت بسیار بالایی دارد. همچنین در تصویر (۸) سیرک های عظیم یخچالی در دامنه نثار را به خوبی مشاهده می کنیم. به طوری که اثری از این فرم در این مقیاس و وسعت عملکردی در دامنه مقابل نخواهیم یافت.

به دنبال خواهد داشت. ضریب پایایی (stable Rate) جریانات آبی در دو جهت دامنه اختلاف زیادی را نشان می دهد که نمودیاز این واقعیت است.

- تاثیر بر سیستم های یخچالی: دریافت انرژی کمتر در جهت رو به شمال و شرق در توده کوهستانی غربی اقلید در دراز مدت در بیلان یخچالی منطقه اثر گذاشته به گونه ای که ما اثر سیرک های یخچالی که نشانی از فعالیت های یخچالی گذشته است را در دامنه های رو به جنوب و غرب کمتر می یابیم به جز موارد اندکی که در ارتفاعات بسیار بالا قرار گرفته است. در صورتی که در دامنه های رو به شمال و شرق نمود



شکل ۲۵- مدل سه بعدی سیرک های یخچالی ارتفاعات غربی اقلید



شکل ۲۶- تاثیرات نرخ تابش در تحول مورفولوژیک (ترسیم - نویسندگان)

یافت. همچنین در پراکنش مزارع و تراکم زمین‌های زراعی و حتی حجم تولیدات باغی و کشاورزی می‌توان اختلاف سطح را شاهد بود.

### منابع

کاویانی، محمد رضا و بهلول، علیجانی، (۱۳۸۲)، «مبانی آب و هواشناسی کاربردی»، انتشارات سمت، تهران.

رامشت، محمد حسین، ۱۳۸۱، آثار یخچالی در زفره اصفهان، طرح پژوهشی شماره ۸۰۰۳۰۵ مصوب ۱۳۸۱/۳/۲۷ شورای پژوهشی دانشگاه اصفهان.

هاگه درون، ۱۳۵۷، «برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه»، ترجمه احمد شمیرانی و ایرج مؤمنی، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران.

دهقان‌پور، محسن، (۱۳۸۹)، «تأثیر جهت کوهستان بر ارتفاع خط تعادل آب و یخ کواترنری در دامنه‌های نسا و برآفتابارتفاعات شیرکوه یزد»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه اصفهان.

تصاویر ماهواره‌ای SID به شماره شیت N-39-30 و N-40-30 برداشت شده در سال ۲۰۰۰ میلادی از منطقه.

Digital Elevation Model تهیه ده از تصاویر ماهواره‌ای Aster با قدرت تفکیک مکانی ۹۰ متر.

سایت رسمی Esri به آدرس [www.Esri.com](http://www.Esri.com).

Help نرم افزار Arc GIS v10.

- تاثیر بر آب‌های زیرزمینی: وجود منابع یخچالی و یخ همچنین پایایی رطوبتی بیشتر در دامنه‌های شمالی و شرقی باعث گسترش منابع و سفره‌های آب زیرزمینی در این منطقه شده است.

- تاثیر بر میکرو ارگانیسم و ماکرو ارگانیسم: وجود پوشش گیاهی غنی تر، خاک متکامل و غنی و حاصل-خیز، وجود منابع آبی سطحی و زیر سطحی غنی تر مجموعاً فعالیت میکرو ارگانیسم و ماکرو ارگانیسم را در دامنه‌هایی که انرژی کمتر دریافت کرده گسترش داده و رونق می‌بخشد.

- تاثیر بر عوارض مورفیک منطقه: ترکیب و توالی و عملکرد مشترک عوامل بالا و نهایتاً برآیند تاثیرات می‌تواند بر فرم‌زایی و تشکیل فرم در این منطقه موثر باشد. در دامنه رو به شمال و شرق منطقه شاهد مخروط افکنه‌های بسیار عظیم هستیم که تایدی بر عوامل فوق بوده، در صورتی که در دامنه مقابل اثری از این گونه فرم با این وسعت و عظمت دیده نمی‌شود.

- تاثیرات تابشی بر فعالیت آنتروپوژنیک (فعالیت‌های انسانی)

نتیجه همه تاثیراتی که در بالا به آن اشاره شد می‌تواند بر ایجاد مدنیت و هسته‌های سکونتی و فعالیت‌های انسانی موثر باشد. به گونه‌ای که در نقشه (۶) مشاهده می‌گردد. در بالای خط الراس اصلی توده کوهستانی اقلید یعنی دامنه‌های رو به شمال و شرق تعداد شهرهای پر جمعیت و بزرگی آن به نوعی در گروه چنین سیستمی است. در حالی که در دامنه رو به جنوب و غرب نمی‌توان شهر یا مرکز جمعیتی بزرگی