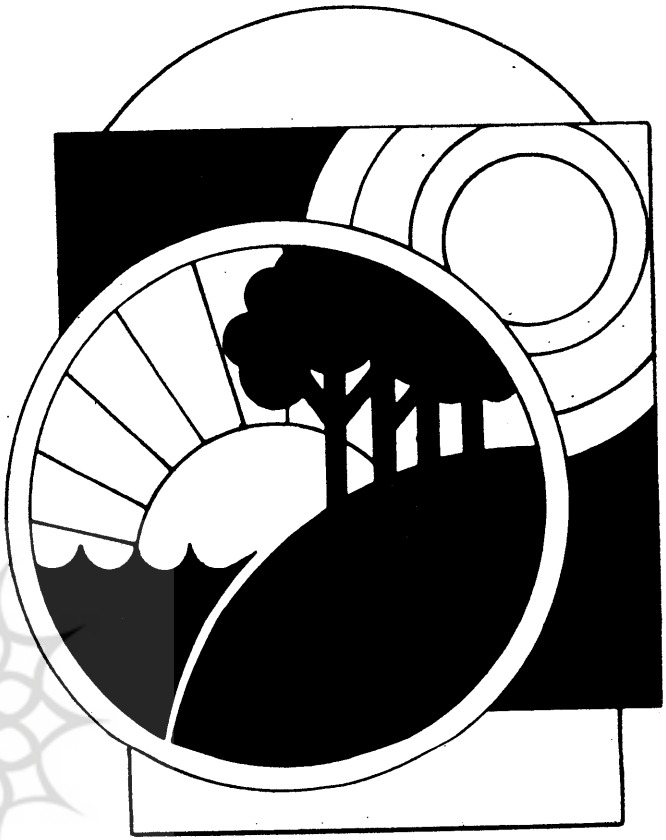
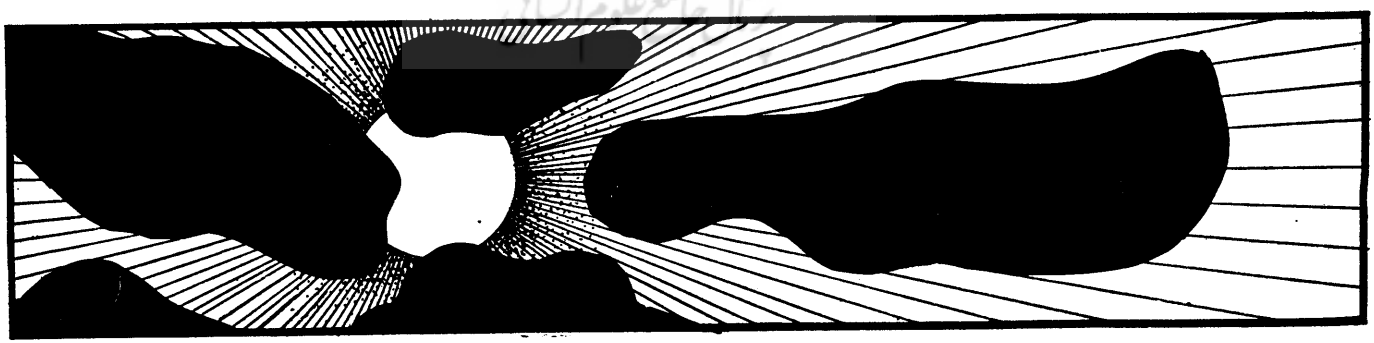


بررسی تأثیر آلودگی هوا برروی شدت‌نورخورشید و شفافیت هوا در تهران

دکتر احمد زندنیاپور ، مهندس واروژان سیرونیان و مهندس علیرضا مشرف رضوی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



خلاصه : آلودگی هوا برروی شدت‌نورمرئی خورشید و شفافیت هوا تاثیر می‌گذارد شدت نور خورشید در مؤسسه ژئوفیزیك دانشگاه تهران و دید افقی که میزانی جهت شفافیت هوا میباشد در سازمان هوا شناسی کشور اندازه‌گیری میشود . در این مقاله با استفاده از اندازه‌گیریهای یکساله شدت نور خورشید و شفافیت هوا ، تأثیر آلودگی هوا برروی این دو فاکتور بررسی شده است .

علاوه بر آن با استفاده از تئوریهای موجود شدت نور خورشید در تهران محاسبه گردید و نتیجه آن با نتایج اندازه‌گیری شده مقایسه گردیده است .

۱ــ ارتباط آلودگی هوا با شدت نور خورشید و شفافیت هوا

انرژی الکترومنیتیك خورشید بدو طریق بسطح زمین میرسد . (۱) انرژی مستقیم خورشید که مستقیماً از اتمسفرعبور نموده و بسطح زمین میرسد . (۲) انرژی پخش شده خورشید (diffuse radiation) که بعلت‌پخش شدن‌انرژی الکترومنیتیك خورشید بوسیله مولکولها و ذرات شناور در هوا ایجاد شده و از جهات مختلف بسطح زمین میرسد .

بغیراز پخش انرژی الکترومنیتیك خورشید بوسیله اتمسفر ، بعضی از گازهای اتمسفر مثل ازن (O_3) اکسیدکربنیك (CO_2) و بخار آب(H_2O) انرژی خورشید را جذب میکنند . ولی چون انرژی خورشید اکثراً در طول موجهای کوتاه تشعشع میشود مقدار جذب انرژی بوسیله اتمسفر بسیار کم میباشد .

در اثر آلودگی هوا ذرات شناور و بعضی از گازهای اتمسفر مقدارشان زیاد شده ودر نتیجه انرژی مستقیم خورشید که کار مؤلفه اصلی آن انتقال انرژی خورشید بسطح زمین میباشد تضعیف میشود .

شفافیت هوا همچنین بستگی دارد به مقدار ذرات شناور و مه در اتمسفر . در یك روزی که هوا شفاف است اجسام از فاصلهٔ دور دیده میشوند . دیدن یك جسم در فاصلهٔ دور بازبستگی بدو مؤلفه دارد . انرژی الکترومنیتیك خورشید که از جسم بطرف دیده‌بان منعکس میشود وانرژی خورشید که از اتمسفر مابین جسم و دیده‌بان بطرف‌دیده‌بان پخش‌میشود. هرقدر آلودگی هوا کمتر باشد ذرات شناور مابین جسم و دیده‌بان کمترمیشود درنتیجه‌انرژی‌هائی‌که از جسم بطرف‌دیده‌بان‌منعکس میشود (مؤلفه‌اول) مقدارش‌نسبت‌به انرژی‌پخش‌شدهٔ خورشیداز اتمسفر مابین جسم و دیده‌بان (مؤلفه دوم) بیشتر شده تفاوت بین‌انرژی که‌ازجسم‌وازاتمسفرنزدیك‌بجسم Background radiation بما میرسد ازدیاد مییابد و جسم از فاصلهٔ دورتری دیده میشود .

۱ــ۱ پخش نور : مولکولها و ذرات شناور هوا قادرند که نور خورشید را پخش کنند . در نقاطی که هوا آلوده است نور خورشید به شدت بیشتری پخش میگردد و باعث تضعیف شدت اشعه خورشید و دید میگردد .

۲ــ۱ جذب نور : ذرات و گازهای تولید شده در اثر آلودگی هوا قادر هستند که نور خورشید را جذب کنند البته تأثیر جذب برروی شفافیت و شدت نور خورشیدی میتواند متفاوت باشد . بعضی از گازها اشعه ماوراء بنفش و بعضی اشعه مادون قرمزو بعضی دیگراشعه‌مرئی خورشید را جذب می‌نمایند.

جذب اشعه خورشید در قسمت ماوراء بنفش و مادون قرمزتأثیری برروی شفافیت هوا نمی‌گذارد بلکه‌فقط‌باعث تضعیف نور خورشید میگردد . اگر جذب نور بوسیله گازها یا ذرات در طول موج مرئی اشعه خورشید صورت گیرد هم شفافیت هوا وهم شدت نور خورشیدی تضعیف می‌گردد .

۲ : روشهای اندازه‌گیری .

۱ــ۲ : اندازه‌گیری شدت نور خورشید : شدت نور خورشید بطرق مختلف اندازه‌گیری میشودودر مؤسسه ژئوفیزیك دانشگاه‌تهران تشعشع کلی خورشیدبکمك‌یك Dome Solarimeter اندازه‌گیری میگردد . دراین دستگاه از تأثیر اشعه خورشیدی برروی دوترموپیل‌استفاده شده وبدینوسیله یك‌جریان الکتریکی تولید می‌شود . شدت این جریان الکتریکی با شدت نورخورشید رابطه مستقیم دارد و مقدار انرژی تشعشع شده در یك ساعت در آخر هرساعت ثبت میشود .

۲ــ۲ : اندازه‌گیری شفافیت هوا : یکی از عواملی که شفافیت‌هوا را تعیین مینماید دید افقی‌است . دیدافقی فاصله‌ایست که با چشم اشیاء را تشخیص میدهیم . معمولا برای اندازه‌گیری دید افقی دستگاه اندازه‌گیری بکار برده نمیشود بلکه از چشم غیر مسلح استفاده میگردد . بدین ترتیب بناهای مرتفعی را که‌فاصله آنها از محل دیده‌بانی قبلا تعیین شده است در رأس ساعات مختلف روز دیده‌بانی شده و مشخص میگردد کـه کدامیك از بناها دیده میشوند و چون بناها معین‌است بنابراین میزان تقریبی دید معلوم میشود .

اندازه‌گیری‌های دید افقی مورد استفاده در این مقاله در ایستگاه سنیوپتیك سازمان هواشناسی در مهرآباد انجام شده که فاصله آن با مؤسسه ژئوفیزیك که محل اندازه‌گیری شدت خورشید است در حدود ۸ کیلومتر میباشد .

۳ : محاسبه شدت اشعه خورشید در تهران

شدت اشعه خورشید بکمك فرمول

$$I = I_0 e^{-t/n}$$

محاسبه‌شده که دراین‌فرمول Io شدت اشعه خورشید در خارج ازاتمسفر زمین برای طول موج‌موردنظر و I شدت اشعه خورشید برای همان طول موج در سطح زمین و t ضخامت اپتیکی اتمسفر و $n=CosZ$ است که Z زاویه‌سمت‌الرأس میباشد.

برای محاسبات انجام‌شده در این مقاله مقادیر Io برای فاصله متوسط سالیانه زمین از خورشید از مقاله (۱) وضخامت اپتیکی از مقاله (۲) استخراج شده است.

بدین ترتیب شدت نور خورشید برای طول موجهای مابین ۲۹ر. تا ۱ میکرون بفواصل ۱۰۰ Ao واز ۱ تا۵ میکرون بفواصل ۱۰۰۰ Ao برای ارتفاع ۱۱۹۰ متر (تهران) محاسبه شده است. از حاصلضرب انتگرال این مقادیر با n شدت کل‌انرژی خورشید S که بطور مستقیم بر واحد سطح افقی زمین وارد میشود بدست آمده است.

شکل (۱) نتیجه محاسبات شدت کل انرژی مستقیم خورشید برای یك اتمسفر ملکولی در تهران برای زوایای سمت‌الرأس ۱ر. ، ۲ر. ، ۶ر. ، ۱ = n نشان میدهد. دراین شکل منحنی a شدت اشعه مستقیم خورشید را برای تهران در خارج از اتمسفر زمین نشان میدهد و منحنی‌های b و c و d و e نمودار شدت اشعه کل خورشید درسطح زمین (تهران) برای زوایای سمت‌الرأسی مختلف میباشند. از این شکل دیده میشود مقدار انرژی خورشیدکه بسطح افقی‌زمین میرسد بازاویه‌سمت‌الرأس نسبت معکوس دارد وماگزیمم این منحنی‌ها با بزرگ شدن زوایای سمت‌الرأس بطرف طول موجهای بزرگتر منحرف میشوند.

محاسبات انرژی خورشید وارد برواحد سطح زمین در تهران برای زوایای سمت‌الرأس مختلف برحسب W/m^2 و همچنین $Cal/Cm^2\ min$ در جدول (۱) نشان داده شده است.

n	W/m^2	$Cal/cm^2,min$
۱	۱۲۷۲/۶۳	۱/۸۲۴۱
۰/۸	۱۰۱۶/۹۸	۱/۴۵۷۸
۰/۶	۷۲۴/۱۸	۱/۰۳۸۰
۰/۴	۴۶۱/۶۹	۰/۶۶۱۸
۰/۲	۲۰۲/۶۸	۰/۲۹۰۵
۰/۱	۸۷/۱۴	۰/۱۲۴۹
۱/۰۲	۱۰/۱۵	۰/۰۱۴۶

جدول ــ ۱ــ انرژی مستقیم خورشید وارد برواحد سطح افقی در تهران

محاسبه مؤلفه انرژی خورشیدکه باپخش متوالی بسطح زمین میرسد مشکل است. دراغلب محاسبات این‌قسمت از انرژی خورشید را بعداز دو بار پخش متوالی محاسبه میکنند. در این مقاله با استفاده ازتئوری چند راسخر (۳) که بوسیله دیمژیان و مسکرا (٤) تکمیل شده مؤلفه انرژی خورشید که با پخش متوالی بسطح زمین میرسد برای تهران محاسبه شده است.

مجموع شدت انرژی مستقیم خورشید S و مؤلفه انرژی خورشیدکه‌با پخش‌متوالی‌بسطح‌زمین‌میرسد Global Radiation نامیده و به G نشان میدهند. چون S برای تهران محاسبه شده است بکمك نسبت $\frac{H}{G}$ که بوسیله‌دیمرژیان ومسکرا انجام‌شده‌مقادیر H و G تخمین زده شده است. جدول ۲ مقادیر $\frac{H}{G}$ و GوH را برای زوایای سمت الرأس مختلف خورشید در تهران نشان میدهد. دراین جدول واحد انرژی $Cal/cm^2.min$ میباشد.

no	۱	۰/۶	۰/۱	۰/۰۲
H/G	۰/۰۴	۰/۰۶۵	۰/۲۲	۰/۴۴
		۲ــ	۲ــ	۳ــ
H	$7/3\times10$	$6/75\times10$	$2/75\times10$	$6/42\times10$
	۱/۸۴۷۱	۱/۸۴۴	۱/۵۱۰	۱/۰۴۸

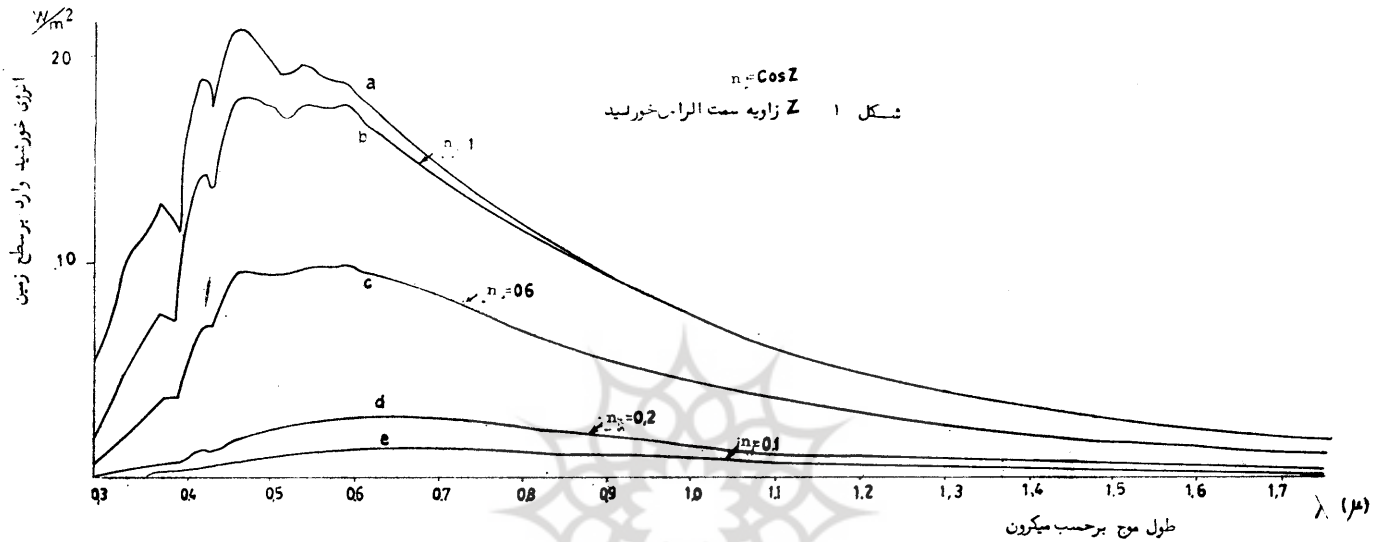
جدول (۲) نتیجه محاسبات G و H برای تهران

همانطور که از محاسبات معلوم میگردد مقدار انرژی خورشیدکه بزمین میرسد بستگی بزاویه سمت‌الرأس خورشید دارد بدینجهت‌زاویه سمت‌الرأس خورشیدبرای‌ساعتها و روزهای مختلف محاسبه شده است. همچنین جدولی‌که G و S را برای زوایای سمت‌الرأس مختلف خورشید درتهران نشان میدهد تهیه شده مقاله (۵) که دراین‌جا ازآن‌برای محاسبات استفاده‌گردیده است.

٤ : بررسی نتایج

۱ــ٤ : مقایسه تغییرات شدت نور خورشید با شفافیت هوا در تهران.

برای بررسی عملی تأثیر آلودگی هوا بر روی شدت نور خورشید و شفافیت هوا از مقایسه اندازه‌گیری‌های این دو فاکتور استفاده شده است. اندازه‌گیری تشعشع خورشید از اول دیماه ۱۳۵۰ شروع شده و مدت ۱۱ ماه آن دراین مقاله مورد مطالعه قرار گرفته است. دید افقی از دیده بانی‌های موجود در آمارهای سازمان هواشناسی برای همان مدت استخراج شده است.

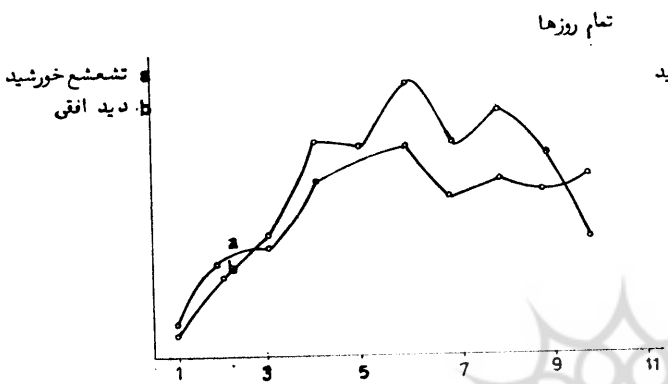


شکل ۱ Z زاویه سمت الراس خورشید

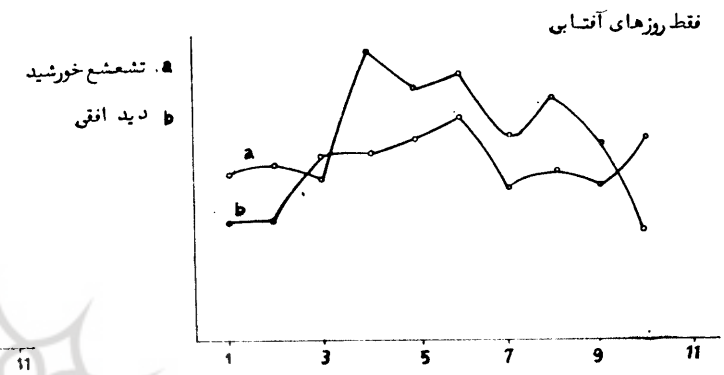
در ابتدا میانگین دید افقی برای ساعتهای ۳/۵ ، ۶/۵ ، ۹/۵ ، ۱۲/۵ (زمان محلی) محاسبه شده و بعداً یکمك آن میانگین ماهانه دید افقی‌بدست آورده شده است. علاوه برآن میانگین ماهانه شدت نور خورشید نیز محاسبه شده است .

شکل (۲) نتیجه اندازه‌گیری شدت نورخورشید و دید افقی را نشان میدهد . در این شکل مقادیر متوسط شدت نور خورشید و دید افقی برای تمام روزها (آفتابی و ابری) در ماههای مختلف سال رسم شده است . منحنی a شدت نورخورشید و منحنی b دید افقی را در ماههای مختلف نشان میدهد . دراین شکل میتوان بطور وضوح هماهنگی کلی مابین دو منحنی را مشاهده نمود .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲



شکل ۳

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

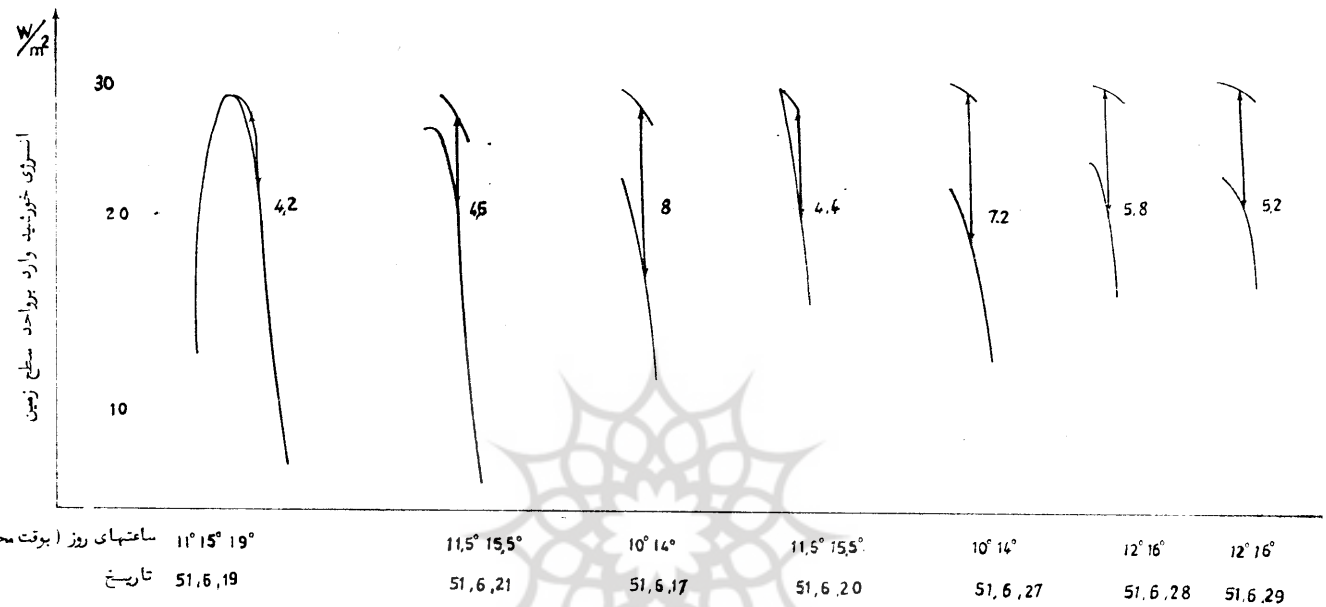
شکل (۳) شدت نـور خورشید و دید افقی را فقط برای‌روزهای آفتابی نشان میدهد . ازاین شکل نیز دیده میشود که دو منحنی با یکدیگر هماهنگی دارند .

۲ــ٤ ــ مقایسه شدت نور خورشید اندازه‌گیری شده و محاسبه شده برای تهران .

در شکل (٤) منحنی‌های بالای دیاگرام شدت اشعه خورشید محاسبه شده برای روزهای مختلف (زمان محل) و منحنی‌های پائین دیاگرام شدت اشعه خورشید اندازه‌گیری شده را برای همان روزها نشان‌میدهد . چون محاسبات برای هوای تمیز (اتمسفر مولکولی انجام شده تفاوت مابین دو منحنی برای روزهای آفتابی میتواند بستگی به آلودگی هوا داشته باشد) . هرقدر هوا آلوده‌تر باشد مقدار ذرات شناور و گازهای آلـوده بیشتر بوده و در نتیجه شدت انرژی خورشید اندازه‌گیری شده کاهش می‌یابد و تفاوت ما بین این دو منحنی نیز بیشتر میشود و در اینصورت دید نیز بایستی کمتر باشد .

در این شکـل اختلاف در زمـان دو ساعت بعد از ماگزیمم انرژی خورشیدی اندازه‌گیری شده مشخص شده است.

اختلافات دومنحنی برای‌روزهای مختلف بادیدن‌مقایسه و همبستگی ضعیفی بین ایندوپارامتر مشاهده شده است. البته‌اگر میانگین ماهانه ایندو پارامتر محاسبه و مقایسه گـردد انتظار میرود که هماهنگی بیشتری بین ایندوپارامتر مشاهده شود .



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

درنتیجه‌بایستی اضافه‌کردکه انرژی خورشیداندازه‌گرفته شده در روزها و ماههای مختلف نشان میدهد که تغییرات انرژی خورشید بر اثر آلودگی هوا محسوس میباشد لذا میتوان از دستگاههای اندازه‌گیری تشعشع برای بدست آوردن اطلاعات راجع به آلودگی هوا استفاده کرد .

۱ــ مطالعه تغییرات گاز مونواکسید کربن‌در تهران
۲ــ نتایج اندازه‌گیری را دیواکتیو ته هوا در تهران از آن برای مطالعه انورژن .
۳ــ نتایج اندازه‌گیری گاز No_2 در تهران .
٤ــ مقاله کلی .

منابع مقاله

1_ Handbook of Geophysics, 1960, Unite States Air Force.

۲ــ واروژان سیرونیان ــ ضخامت اپتیکی اتمسفر در تهران ــ نیوار (زیر چاپ) .

3_ Chandrasekhar, S., 1950 Radiative Transfer, Clarendon Press, Oxford .

4_ Deirmendjian, D., and Sekera, Z., 1951 Global Radiation Resulting from Multiple Scattering in a Rayleigh Atmosphere, Tellus, Vol. 6, No. 1.

۵ــواروژان‌سیرونیان‌ــانرژی الکترومنیتیك خورشید در تهران ــ نیوار (زیر چاپ) .