

صلى الله عليه وسلم



دانشکده فیزیک

گروه فیزیک نظری و اختر فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک

عنوان

چرخه های فعالیت خورشیدی در گذشته و آینده

استاد راهنما

پروفسور علی عجب شیری زاده

استاد مشاور

دکتر زهرا فاضل

پژوهشگر

فریبا دهقانی

شهریور ۹۰

تقدیم بہ پدر و مادر مہربانم

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند متعال، گامی دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم او را شاکرم که در رشته ای به تحصیل پرداختم که اساس و محور آن کاوش و کنکاش در طبیعت، منابع و شگفتی های آن و یقیناً درک هر چه بیشتر آیات حضور اوست.

منت خدای را که به من توانایی داد تا در راه علم و دانش گام نهم و این پژوهش هر چند کوچک را به ثمر رسانم. مسلماً طی چنین طریقی جز با مدد و یاری سرورانی بزرگ میسر نگشت. بدین وسیله بر خود لازم می دانم از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای **دکتر علی عجب شیری زاده** که در طی این دوره از تحصیل همواره از محضرشان کسب فیض نموده و از راهنمایی هایشان بهره جستیم، از استاد مشاور گرانقدرم سرکار خانم **دکتر زهرا فاضل** و جناب آقای **دکتر احسان توایی** که در تکمیل این پروژه مرا یاری فرمودند، از استاد ارجمندم جناب آقای **دکتر حسین عبادی** که هم به عنوان استاد داور و هم در تمام مراحل پایان نامه از راهنمایی های ایشان بهره بردم، تشکر و قدر دانی نمایم.

نام خانوادگی: دهقانی

نام: فریبا

عنوان پایان نامه: چرخه های فعالیت خورشیدی در گذشته و آینده

استاد راهنما: پروفیسور علی عجب شیری زاده

استاد مشاور: دکتر زهرا فاضل

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: فیزیک گرایش: نجوم و اختر فیزیک دانشگاه: تبریز

دانشکده: فیزیک تاریخ فارغ التحصیلی: شهریور ۱۳۹۰ تعداد صفحات: ۹۵

کلید واژه: فعالیت خورشیدی، چرخه خورشیدی، آنالیز فوریه، آنالیز موجک.

چکیده:

آنالیز موجک یکی از قدرتمندترین تبدیلات ریاضی در حوزه پردازشی و به ویژه پردازش سیگنال و تصویر است که امروزه کاربردهای فراوانی در تحلیل و پردازش سیگنال های صوتی، سیگنال های مغزی، تصویربرداری پزشکی، سی تی اسکن و همچنین در محاسبات عددی، فشرده سازی تصویر و غیره پیدا کرده است. مزیت این تبدیل، نسبت به تبدیل هایی مانند تبدیل فوریه، قابلیت بررسی سیگنال به صورت محلی است که آن را مکان یابی زمان- بسامد می نامند. بنابراین سیگنال های غیر ایستا، یا سیگنال هایی که مؤلفه های گذرای کوتاه مدت دارند، بوسیله این روش قابل تجزیه و تحلیل هستند.

سری زمانی تعداد لک های خورشیدی از جمله سیگنال هایی است که دارای ساختار پیچیده و محدوده بسامدی وسیعی است. در این پژوهش ابتدا روش های مختلف پردازش سیگنال بررسی و مقایسه شده اند و سپس با در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی چرخه فعالیت خورشیدی، رابطه آن با تغییرات طولانی مدت با روش تبدیل موجک مورد مطالعه قرار گرفته است. در این راستا دوره تناوب های زمانی چرخه لک های خورشیدی در چرخه های گذشته تا حال و آینده، و همچنین نحوه تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که بین سال های ۱۸۲۰ تا ۱۹۱۰ چرخه های فعالیت خورشیدی دوره تناوبی برابر با ۱۰/۵ تا ۱۲ سال دارند و از سال ۱۹۱۰ تا ۲۰۱۱ این دوره تناوب با تغییری جزئی به ۹/۵ تا ۱۱/۵ سال رسیده است.

فهرست مطالب

مقدمه..... ۱

فصل اول: بررسی منابع

- ۱-۱-۱ فعالیت خورشیدی..... ۳
- ۱-۱-۱-۱ لک های خورشیدی..... ۳
- ۱-۱-۱-۱-۱ گروه لک های خورشیدی..... ۶
- ۱-۱-۱-۱-۲ شدت و دمای لکه های خورشیدی..... ۷
- ۱-۱-۱-۲ شار رادیویی خورشید..... ۸
- ۱-۱-۳ اندیس های ژئو مغناطیسی..... ۹
- ۱-۱-۳-۱ اندیس ژئو مغناطیسی k ۱۰
- ۱-۱-۳-۱-۲ اندیس ژئو مغناطیسی a ۱۰
- ۱-۱-۳-۱-۳ اندیس ژئو مغناطیسی A ۱۱
- ۱-۱-۳-۱-۴ اندیس های شبکه ای k_p ، a_p و A_p ۱۲
- ۲-۱ چرخه فعالیت خورشیدی..... ۱۲
- ۳-۱ پیش بینی چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۱۵
- ۱-۳-۱ روش پیشرو..... ۱۵
- ۲-۳-۱ روش شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۵
- ۱-۲-۳-۱ مقدمه..... ۱۵

- ۱-۲-۳-۲ معرفی شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۷
- ۱-۲-۳-۳ ساختار شبکه‌های عصبی..... ۱۷
- ۱-۲-۳-۴ آموزش شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۸
- ۱-۲-۳-۵ الگوریتم پس-انتشار خطا..... ۱۹

فصل دوم: مبانی و روش‌ها

- ۲-۱-۱ اندیس‌های فعالیت خورشیدی..... ۲۱
- ۲-۱-۱-۱ تعداد لکه‌های خورشیدی..... ۲۱
- ۲-۱-۲ مدل‌های آماری لکه‌های خورشیدی..... ۲۲
- ۲-۱-۲-۱ توصیف آماری..... ۲۲
- ۲-۱-۲-۲ میانگین‌گیری..... ۲۳
- ۲-۲ آنالیز موجک..... ۲۴
- ۲-۲-۱ مقدمه..... ۲۴
- ۲-۲-۲ آنالیز فوریه..... ۲۷
- ۲-۲-۳ تبدیل فوریه زمان کوتاه..... ۳۲
- ۲-۲-۴ آنالیز چندمقیاس..... ۳۶
- ۲-۲-۵ توابع پایه..... ۳۷
- ۲-۲-۶ موجک‌ها..... ۳۷
- ۲-۲-۷ تبدیل موجک پیوسته..... ۳۹
- ۲-۲-۸ گسسته‌سازی تبدیل موجک..... ۴۷
- ۲-۲-۹ فیلتر بانک‌ها..... ۴۹
- ۲-۲-۱۰ الگوریتم فیلتر کردن..... ۵۰

- ۱۱-۲-۲ بسته های موجک..... ۵۲
- ۳-۲ حذف نویز با استفاده از تبدیل موجک..... ۵۴
- ۱-۳-۲ فیلتر آستانه سخت..... ۵۵
- ۲-۳-۲ فیلتر آستانه نرم..... ۵۵

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۱-۳ تغییرات تعداد لک های خورشیدی..... ۵۹
- ۲-۳ پیش بینی چرخه فعالیت خورشیدی ۲۴ ام..... ۵۹
- ۱-۲-۳ روش پیشرو..... ۶۰
- ۲-۲-۳ روش شبکه عصبی مصنوعی..... ۶۲
- ۳-۲-۳ مقایسه روش شبکه عصبی مصنوعی با روش پیشرو..... ۶۳
- ۳-۳ مشخصات آماری چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۶۴
- ۱-۳-۳ میانگین چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۶۴
- ۲-۳-۳ روز های بدون لک..... ۶۵
- ۳-۳-۳ پریود چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۶۸
- ۴-۳-۳ دامنه چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۶۹
- ۵-۳-۳ ارتباط دامنه چرخه فعالیت خورشیدی با تعداد لک ها در مینیمم خورشیدی..... ۷۰
- ۶-۳-۳ ارتباط دامنه چرخه فعالیت خورشیدی با زمان شاخه صعودی..... ۷۰
- ۷-۳-۳ ارتباط دامنه و پریود چرخه های فعالیت خورشیدی..... ۷۱
- ۸-۳-۳ ارتباط چرخه خورشیدی با میدان مغناطیسی خورشید..... ۷۴
- ۴-۳ نویز زدایی از داده های ماهانه..... ۷۶

۷۹.....	۳-۵ آنالیز سری زمانی لک های خورشیدی.....
۸۳.....	۳-۶ تغییرات شار رادیویی خورشید.....
۸۵.....	۳-۷ آنالیز سری زمانی شار رادیویی ۱۰/۷ سانتی متری خورشید.....
۸۶.....	نتیجه گیری.....
۸۷.....	پیشنهادات.....
۸۸.....	منابع.....
۹۲.....	پیوست ۱.....

فهرست شکل ها

۳.....	شکل ۱-۱.....
۷.....	شکل ۱-۲.....
۹.....	شکل ۱-۳.....
۱۳.....	شکل ۱-۴.....
۱۴.....	شکل ۱-۵.....
۲۳.....	شکل ۲-۱.....
۲۴.....	شکل ۲-۲.....
۲۵.....	شکل ۲-۳.....
۲۹.....	شکل ۲-۴.....
۳۰.....	شکل ۲-۵.....
۳۱.....	شکل ۲-۶.....
۳۴.....	شکل ۲-۷.....

٣٥.....	شکل ٢-٨.....
٣٧.....	شکل ٢-٩.....
٤١.....	شکل ٢-١٠.....
٤٢.....	شکل ٢-١١.....
٤٣.....	شکل ٢-١٢.....
٤٥.....	شکل ٢-١٣.....
٤٦.....	شکل ٢-١٤.....
٤٦.....	شکل ٢-١٥.....
٤٩.....	شکل ٢-١٦.....
٥٠.....	شکل ٢-١٧.....
٥١.....	شکل ٢-١٨.....
٥٣.....	شکل ٢-١٩.....
٥٦.....	شکل ٢-٢٠.....
٥٧.....	شکل ٢-٢١.....
٥٩.....	شکل ٣-١.....
٦١.....	شکل ٣-٢.....
٦٢.....	شکل ٣-٣.....
٦٣.....	شکل ٣-٤.....
٦٤.....	شکل ٣-٥.....
٦٥.....	شکل ٣-٦.....
٦٦.....	شکل ٣-٧.....
٦٧.....	شکل ٣-٨.....

٦٨.....	شکل ٩-٣.....
٦٩.....	شکل ١٠-٣.....
٧٠.....	شکل ١١-٣.....
٧١.....	شکل ١٢-٣.....
٧٢.....	شکل ١٣-٣.....
٧٣.....	شکل ١٤-٣.....
٧٤.....	شکل ١٥-٣.....
٧٥.....	شکل ١٦-٣.....
٧٦.....	شکل ١٧-٣.....
٧٨.....	شکل ١٨-٣.....
٧٨.....	شکل ١٩-٣.....
٨٠.....	شکل ٢٠-٣.....
٨٠.....	شکل ٢١-٣.....
٨١.....	شکل ٢٢-٣.....
٨٢.....	شکل ٢٣-٣.....
٨٣.....	شکل ٢٤-٣.....
٨٤.....	شکل ٢٥-٣.....
٨٤.....	شکل ٢٦-٣.....
٨٤.....	شکل ٢٧-٣.....

مقدمہ

مقدمه

اصطلاح فعالیت خورشیدی عموماً به لک های خورشیدی، شار رادیویی ۱۰/۷ سانتی متر و اندیس های ژئومغناطیسی مربوط می شود. فعالیت خورشیدی، تأثیر فراوانی بر فضای منظومه شمسی دارد که تأثیر آن بر شرایط جوی و آب و هوای زمین نیز کاملاً محسوس و آشکار است. کاهش فعالیت خورشید و ظاهر شدن تعداد لکه های خورشیدی کم، منجر به سرد شدن زمین و بالعکس، فعالیت بالاتر از حد متوسط خورشید در طی یک چرخه خورشیدی، منجر به گرم تر شدن زمین می شود. سری زمانی لک های خورشیدی یک سیگنال پیچیده است و شامل اطلاعات بسیار زیادی از فعالیت خورشید است. به دلیل پیچیدگی و وسیع بودن محدوده بسامدی این سیگنال مطالعه آن به سادگی امکان پذیر نیست.

توابع موجک به لحاظ ویژگی هائی که دارند ابزار مناسبی برای مطالعه سیگنال ها به حساب می آیند. در تئوری موجک با استفاده از تبدیلاتی که تبدیلات موجک نامیده می شوند، تابع موج (سیگنال) بر حسب توابع پایه موجک بسط داده می شود و به اجزائی با بسامد های مختلف تجزیه می شود. این تبدیلات به دلیل خاصیت چند مقیاسی که دارند، امکان مطالعه هر یک از اجزای سیگنال را فراهم می کنند و به این ترتیب می توان به اطلاعات مفیدی از سیگنال دست یافت.

در این پایان نامه در ابتدا توضیح مختصری در مورد لک های خورشیدی و فعالیت خورشید داده خواهد شد و سپس در فصل دوم به اصول و مبانی تبدیلات فوریه، تبدیل فوریه زمان کوتاه و تبدیلات موجک مطرح می شود و در ادامه فرآیند پردازش سیگنال و مراحل مختلف آن مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

سپس با در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی چرخه فعالیت خورشیدی، رابطه آن با تغییرات طولانی مدت مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. در این راستا پریودهای زمانی چرخه لک های خورشیدی در چرخه های گذشته تا حال و آینده و نحوه تغییرات آنها بررسی می شود.

فصل اول:

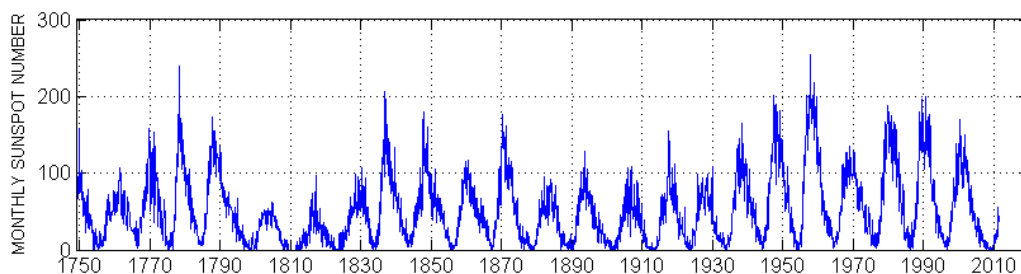
بررسی منابع

۱-۱ فعالیت خورشیدی

اصطلاح فعالیت خورشیدی عموماً به لک های خورشیدی ۱، شار رادیویی ۱۰/۷ سانتی متر ۲ و اندیس های ژئومغناطیسی ۳ مربوط می شود [۲۵]. زبانه ها ۴ نیز اغلب با لک های خورشیدی در ارتباط هستند. اما انواعی از فعالیت خورشیدی وجود دارند که مستقیماً با لک های خورشیدی مرتبط نیستند از جمله ظهور تیوپ های شار مغناطیسی و تغییرات میدان های مغناطیسی کلی خورشید.

۱-۱-۱ لک های خورشیدی

لک های خورشیدی نواحی تاریکی در فوتوسفر هستند، با میدان های مغناطیسی قوی و دمای پائین که از نواحی مرکزی تاریکی به نام سایه ۵ و نواحی روشن تری به نام نیم سایه ۶ تشکیل شده اند [۱]. تغییرات تعداد لک های خورشیدی از سال ۱۷۴۹ در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



(شکل ۱-۱): تغییرات تعداد لک های خورشیدی

- 1 Sunspot
- 2 10.7 cm radio flux
- 3 Geomagnetic Indices
- 4 Prominence
- 5 Umbra
- 6 Panumbra

ولی اینها تغییرات تعداد واقعی لک ها نیستند، بلکه عددی است که بوسیله ولف^۷ معرفی شده است و به صورت زیر تعریف می شود:

$$R_z = k(10g + f) \quad (1-1)$$

که g تعداد لک های گروهی، f تعداد لک های منفرد و k ضریب تصحیح رصد خانه که برای هر رصدخانه با توجه به اندازه تلسکوپ، شرایط جوی و جدیت نسبی رصد کننده در شمارش لک ها، متفاوت است. مثلاً اگر یک لک در روی سطح خورشید دیده شود، f و g هر دو مساوی یک هستند و اگر k ضریب تصحیح رصدخانه هم مساوی یک باشد بنابراین عدد لک های خورشیدی (R_z)، برابر با ۱۱ خواهد بود.

لک های خورشیدی مرتبط با میدان های مغناطیسی قوی هستند و تمایل به گروه شدن با دیگر لک های خورشیدی که دارای ساختار مغناطیسی مشابه هستند، می باشند. فعالیت خورشیدی با تغییرات ساختار تاجی نیز در ارتباط است و اعتقاد بر این است که لک های خورشیدی بر روی تاج اثر می گذارند. شارش جریانات به خارج از استوا در طول خورشید گرفتگی هنگامی که تعداد کمی لک خورشیدی وجود دارد، در تاج قابل مشاهده اند. در صورتیکه در طول بیشینه لک های خورشیدی، تاج ظاهر همسانگردی دارد و تقریباً دایره ای است. پرتاب ماده از تاج خورشیدی^۸ نیز معمولاً در طول دوره بیشینه لک های خورشیدی دیده می شوند [۱].

7 Wolf

8 Coronal Mass Ejection (CME)

در سال ۱۸۵۵، هنگامی که ولف، مدیر رصدخانه جدیدالتاسیس زوریخ شد، شروع به جمع آوری داده های لک خورشیدی به صورت روزانه کرد و به خاطر اینکه از شکاف و وقفه در ثبت داده ها به علت بدی هوا و خرابی دستگاه ها جلوگیری کند از کمک رصدخانه های دیگر در نقاط مختلف جهان استفاده کرد. این برنامه تا به امروز ادامه داشته و بیش از ۳۰ رصدخانه در این برنامه شرکت داشته اند. داده ها در مرکز آنالیز داده های خورشیدی در بلژیک ۹ (SIDC) و همچنین در سازمان ملی اقیانوس شناسی آمریکا ۱۰ (NOAA) جدول بندی می شوند.

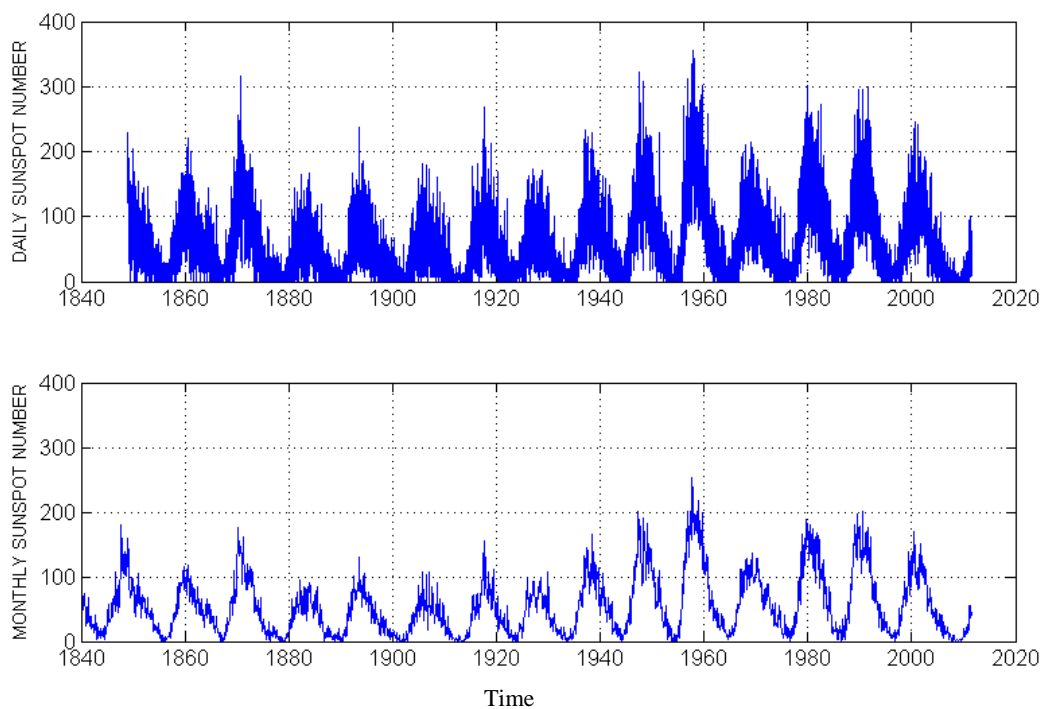
پیشرفت صنعت عکاسی در قرن ۱۹، اجازه داد سطح خورشید با دقت و جزئیات بیشتری بررسی شود. اولین عکس از سطح خورشید به وسیله فیزو ۱۱ و فوکو ۱۲ در سال ۱۸۴۵ در رصدخانه پاریس گرفته شد که چندین لک خورشیدی را نشان می داد. رصدخانه گرینویچ عکس برداری از سطح خورشید را از سالهای ۱۸۷۴ تا ۱۹۷۶ به صورت روزانه فراهم کرد و این فرآیند در رصدخانه دبرسن ۱۳ در مجارستان تا به امروز ادامه داشته است با استفاده از این سری عکس ها، محاسبه مساحت اشغال شده در سطح خورشید بوسیله لک های خورشیدی در هر روز امکانپذیر شد و بدین ترتیب مطالعه جزئیات فعالیت خورشیدی فراهم شد.

9 Solar Influences Data Analysis Center
10 National Oceanic and Atmospheric Administration
11 Fizeau
12 Foucault
13 Debrecen

۱-۱-۱-۱ گروه لک های خورشیدی

لک های خورشیدی اغلب به صورت گروهی ظاهر می شوند، به طوری که لک های منفرد دارای ساختار های مغناطیسی یکسان می باشند. برخی از لک ها منتسب به لک های پیشرو ۱۴ و برخی منتسب به لک های تعقیب کننده هستند.

لک های خورشیدی به سرعت رشد می کنند اما به آرامی واپاشی می کنند، بنابراین بیشتر عمرشان را در فاز واپاشی می گذرانند. آهنگ واپاشی سایه و نیم سایه متفاوت است، به طوریکه آهنگ واپاشی سایه ثابت باقی می ماند و آهنگ واپاشی نیم سایه متغیر است. در بسیاری موارد، نواحی سایه قبل از نیم سایه ناپدید می شوند. بنابراین در مرحله نهایی لک های خورشیدی اغلب فقط دارای ساختار نیمسایه هستند. لک های خورشیدی اغلب تمایل به ظاهر شدن در ناحیه لک ۱۵ (کمر بند باریکی مابین $35^{\circ} \pm$ از استوا) دارند البته برخی اوقات لک های خورشیدی در 75° نیز دیده می شوند. میانگین عرض جغرافیای به فاز چرخه بستگی دارد، به این صورت که در شروع چرخه ظهور لک ها در بالاترین عرض جغرافیایی (30°) اتفاق می افتد و در اواخر چرخه، لک ها در پایین ترین عرض جغرافیایی ($8^{\circ} \approx$) دیده می شوند. طبیعت چرخه خورشیدی در دو نیمکره اندکی متفاوت است. به طور نمونه، بیشینه در نیمکره شمالی قبل از نیمکره جنوبی اتفاق می افتد و لک های خورشیدی بیشتری در نیمکره جنوبی دیده می شوند. همچنین تعداد متوسط ماهانه لک های خورشیدی یک منحنی هموار است، در صورتی که تعداد روزانه لک های خورشیدی تغییرات بسیار بزرگی را نشان می دهند (شکل ۱-۲) [۱].



(شکل ۲-۱): تغییرات تعداد لک های خورشیدی به صورت روزانه و ماهانه

۱-۱-۱-۲ شدت و دمای لک های خورشیدی

اولین بار هیل ۱۶ بر اساس مطالعه طیف فوتوسفر کشف کرد که لک های خورشیدی سردتر از بقیه قسمت های فوتوسفر هستند. شدت خط طیفی لک های خورشیدی کمتر از بقیه قسمت های فوتوسفر بوده و مطالعات آزمایشگاهی آشکار کرد که شدت خط وابسته به دماست. لک های خورشیدی با دمای ۳۸۰۰ درجه کلوین از فوتوسفر (با دمای ۵۸۰۰ درجه کلوین) سردترند و اندازه قطر لک ها به بزرگی ۵۰۰۰۰ کیلومتر است.