

سورة التين

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



وزارت علوم تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

فیزیک- فیزیک نجومی

عنوان:

مطالعه میدان سرعت در سایه لکه خورشیدی با استفاده از

Hinode تصاویر رصدی ماهواره

نگارش:

رضا کریمی

استاد راهنما:

دکتر هاشم حامدی وفا

شهریور ۸۹

بسمه تعالی



دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی
(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب دانشجوی رشته مقطع تحصیلی
بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / تز تحصیلی خود، با
عنوان را تأیید
کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به
هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین
المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا
لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل
در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال
مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا
خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو
امضاء و تاریخ

تقدیم به همسر م

مطالعه میدان سرعت در سایه لکه خورشیدی با استفاده از تصاویر رصدی ماهواره

Hinode

چکیده:

لکه های خورشیدی ساختار های مغناطیسی اند که بر سطح خورشید تاریک ظاهر می شوند. در واقع لکه ها تظاهری از تحول پلاسمای خورشیدی یا فعالیت خورشیدی اند. اگر لکه های خورشیدی را با توان تفکیک بهتر از چند صد کیلومتر مشاهده کنیم، ساختارهای ریزی در سطح آنها خواهیم دید. با ردیابی این ساختار های ریز می توان برخی از خصوصیات فیزیکی آنها را آشکار کرد.

در این پایان نامه ۵ فصل گنجانده شده است. در فصل اول برخی مشاهدات اولیه، تاریخچه رصد و مطالعه لکه های خورشیدی را تا چندین سال اخیر توضیح داده شده است. فصل دوم ماهواره هینوده و ابزارهای رصدی این ماهواره را توضیح داده است. در انتهای فصل دوم ناحیه فعال NOAA ۱۰۹۴۴ که یک لکه خورشیدی است و در این پایان نامه میدانهای سرعت در سایه این لکه به دست آمده، معرفی شده است. فصل سوم ابتدا بعضی روشهای به دست آوردن میدان سرعت را معرفی می کند، سپس با تفکیک خالهای سایه ای از دیگر نقاط سایه با کمک روشی نوین که ترکیبی از روشهای قدیمی تر است، خالها را ردیابی می کند. برای خالهای سایه ای در فصل ۳ نمودار فراوانی شدت، طول عمر، مساحت و دو نوع سرعت به دست آمده است. همچنین در این فصل بردار های سرعت متوسط (بنا به تعریف) روی سایه لکه خورشیدی برای دو نوع خال مرکزی (خالهای بخش مرکزی) و خال محیطی (خالهای روی نوار مرزی) رسم شده و به دست آمده است. در فصل ۴ روش ردیابی همبستگی موضعی توضیح داده شده است.

این شیوه ردیابی بر لکه مورد نظر اعمال و در سایه لکه ۲۷ نقشه جریان های سرعت به دست آمده است. همچنین در این فصل ۲۷ نمودار فرادانی سرعت به دست آمده و نشان از کندی حرکت درون سایه دارد. فصل پنجم نتایج مربوط به دو نوع شیوه به دست آوردن میدان سرعت را بیان می کند. این تحقیق در نهایت نتایج مربوط به حرکت کاتوره ای خالهای سایه ای در بخش های مرکزی سایه را آشکار می کند، و نشان می دهد که در بخش های مرکزی سایه چشمه و چاه برای صعود و سقوط پلاسمای خورشیدی وجود دارد که ناشی از فعالیت لایه های زیرین لکه است.

کلید واژه ها : (۱) لکه خورشیدی (۲) ساختار های ریز (۳) ردیابی همبستگی

تقدیر و تشکر

پس از ستایش خدای مهربان و سپاس از الطاف الهی اش، از استاد راهنمای گرامیم، جناب دکتر هاشم حامدی وفا، به دلیل صبر و شکیبایی که در آموزش و راهنمایی من داشتند تقدیر و تشکر می کنم. امیدوارم همیشه موفق باشند.

از کلیه اساتید محترمی که افتخار شاگردی ایشان را داشتم ممنون و سپاسگزارم. همچنین از کلیه دوستان و همکلاسیهای خوبم که همراهم بودند قدر دانی میکنم. همچنین از کلیه کارکنان دانشکده علوم و گروه فیزیک دانشگاه سپاس گزارم.

فهرست مطالب

فصل اول

- ۱..... لکه های خورشیدی و ساختارهای ریز آنها
- ۴ (۱-۱) خصوصیات عمومی و کلی لکه های خورشیدی
- ۴ (۱-۱-۱) مکان، تولد و تحول لکه ها
- ۶ (۲-۱-۱) ابعاد، میدان مغناطیسی، درخشندگی و دمای لکه ها
- ۷ (۳-۱-۱) افت ویلسون
- ۸ (۲-۱) ساختارهای ریز لکه ها
- ۹ (۱-۲-۱) خالهای سایه ای
- ۱۲ (۲-۲-۱) هسته سایه، زمینه پخشی، هسته تاریک
- ۱۳ (۳-۲-۱) پل های درخشان

فصل دوم

- ۱۷ ماهواره هینوده و ابزار های رصدی آن
- ۱۹ (۱-۲) ابزارهای رصدی هینوده
- ۲۰ (۱-۱-۲) تلسکوپ اپتیکی خورشیدی (SOT)
- ۲۳ (۲-۱-۲) بسته صفحه کانونی (FPP).....
- ۲۶ (۲-۲) دادهای رصدی ماهواره Hinode
- ۲۷ (۳-۲) تصویرگر گستره طیفی پهن (BFI).....

فصل سوم

- ۳۱.....میدانهای سرعت در لکه ها با روش ردیابی مشخصه ها
- ۳۳ (۱-۳) مشخص کردن سطح سایه و یک نوار مرزی.....
- ۳۴ (۲-۳) روش های تفکیک مشخصه های درخشان سایه.....
- ۳۴ (۱-۲-۳) قطعه‌بندی به روش «گسترش مرز».....
- ۳۵ (۲-۲-۳) قطعه‌بندی به روش تعیین محل «تغییر تقعر» تابع درخشندگی.....
- ۳۶ (۳-۲-۳) روش ترکیبی جدید قطعه بندی تصاویر.....
- ۳۸ (۳-۳) ملاحظات ردیابی ساختارهای ریز و مشخصه‌های درخشان سایه.....
- ۳۹ (۴-۳) الگوریتم ردیابی خال‌های سایه‌ای.....
- ۴۴ (۵-۳) محاسبه تندی متوسط و سرعت متوسط خالهای سایه‌ای.....
- ۴۴ (۱-۵-۳) تندی متوسط خالهای سایه‌ای.....
- ۴۷ (۲-۵-۳) سرعت متوسط خالهای سایه‌ای.....
- ۵۱ (۳-۵-۳) جابجایی های خالهای سایه‌ای.....

فصل چهارم

- ۵۳.....اندازه گیری میدان سرعت سطحی با روش ردیابی همبستگی موضعی
- ۵۴ (۱-۳) ردیابی همبستگی موضعی (LCT).....
- ۵۹ (۲-۴) ردیابی الگوهای شدت در سطح سایه لکه خورشیدی با LCT.....
- ۶۰ (۱-۲-۴) انتخاب پارمترهای ردیابی.....

۴-۲-۲) نمایش نقشه های سرعت روی سایه لکه خورشیدی ۶۱

فصل پنجم

نتیجه گیری ۷۵

۵-۱) روش ردیابی مشخصه های درخشان ۷۶

۵-۲) روش ردیابی همبستگی موضعی ۷۷

فهرست جدولها

جدول ۱-۲. مشخصات تصویرگر گستره طیفی پهن ۲۸

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱. عکس از دو لکه خورشیدی ۲
- شکل ۱-۲. وجود میدان مغناطیسی در لکه ها ۳
- شکل ۱-۳. نمودار طرح پروانه ای ۵
- شکل ۱-۴. ساختار های ریز یک لکه خورشیدی ۹
- شکل ۱-۵. لکه خورشیدی NOAA ۱۰۶۳۴، انواع پلهای درخشان ۱۵
- شکل ۱-۶. نمونه از تحولات پل درخشان ۱۵
- شکل ۱-۲. ماهواره Hinode ۱۸
- شکل ۲-۲. نمایشی از ابزارهای رصدی هینوده ۲۰
- شکل ۲-۳. طرح واره تلسکوپ نوری خورشیدی هینوده ۲۱
- شکل ۲-۴. اجزای داخلی تلسکوپ نوری ۲۲
- شکل ۲-۵. سطح خارجی تلسکوپ اپتیکی خورشیدی ۲۳
- شکل ۲-۶. نمایشی از بسته صفحه کانونی ۲۵
- شکل ۲-۷. چگونگی رصد ابزاری هینوده ۲۵

- شکل ۲-۸. تفکیک ابزارهای ماهواره هینوده ۲۶
- شکل ۳-۱. جریانات و میدانهای سرعت سطح خورشید ۳۲
- شکل ۳-۲. تصویر شدت میانگین لکه NOAA ۱۰۹۴۴ و ماسک دو دویی لکه ۳۳
- شکل ۳-۳. نوار مرزی سایه لکه خورشیدی ۳۳
- شکل ۳-۴. قطعه بندی تصویر با روش ترکیبی ۳۸
- شکل ۳-۵. نمودار فراوانی شدت‌ها ۱۸۰۱ خال سایه ای ۴۱
- شکل ۳-۶. نمودار فراوانی ابعاد و مساحت ۱۸۰۱ خال سایه ای ۴۱
- شکل ۳-۷. نمودار فراوانی شدت ۱۰۹ خال مرکزی و ۹۵ خال محیطی ۴۲
- شکل ۳-۸. نمودار فراوانی طول عمر ۱۰۹ خال مرکزی و ۹۵ خال محیطی ۴۳
- شکل ۳-۹. نمودار فراوانی مساحت ۱۰۹ خال مرکزی و ۹۵ خال محیطی ۴۴
- شکل ۳-۱۰. نمودار فراوانی تندی های لحظه ای ۴۵
- شکل ۳-۱۱. نمودار فراوانی تندی های لحظه ای ۳۷۶ خالهای مرکزی و ۱۷۷ خالهای محیطی ۴۶

- شکل ۳-۱۲ (الف) متوسط تندی لحظه‌ای ۱۰۹ خالهای مرکزی و ۹۵ خالهای محیطی ۴۷
- شکل ۳-۱۳. محاسبه سرعت متوسط یک خال سایه ای، مولفه x آن ۴۸
- شکل ۳-۱۴. فراوانی سرعت متوسط سرعت متوسط ۱۰۹ خال مرکزی و ۹۵ خال- محیطی ۴۸
- شکل ۳-۱۵. بردارهای سرعت متوسط ۹۵ خال سایه ای محیطی ۴۹
- شکل ۳-۱۶. بردارهای سرعت متوسط ۱۰۹ خال سایه ای مرکزی ۵۰
- شکل ۳-۱۷. نمودار پراکندی تندی متوسط و سرعت متوسط ۵۰
- شکل ۳-۱۸. فراوانی مسافت طی شده خالها ۵۱
- شکل ۳-۱۹. فراوانی جابجایی خالها ۵۲
- شکل ۴-۱. نمونه‌ای طرح واره از روش LCT ۵۵
- شکل ۴-۲. جابجایی خانه و الگوهای شدت در تصاویر متوالی ۵۷
- شکل ۴-۳. تصویر شدت میانگین لکه ماسک دودویی برای LCT ۶۱
- شکل ۴-۴. ۳ نقشه میدان سرعت افقی ۶۳
- شکل ۴-۵. ۳ نقشه میدان سرعت افقی ۶۴

- شکل ۴-۶. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۶۵
- شکل ۴-۷. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۶۶
- شکل ۴-۸. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۶۷
- شکل ۴-۹. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۶۸
- شکل ۴-۱۰. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۶۹
- شکل ۴-۱۱. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۷۰
- شکل ۴-۱۲. ۳ نقشه میدان سرعت افقی..... ۷۱
- شکل ۴-۱۳. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۴..... ۷۲
- شکل ۴-۱۴. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۵..... ۷۲
- شکل ۴-۱۵. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۶..... ۷۲
- شکل ۴-۱۶. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۷..... ۷۳
- شکل ۴-۱۷. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۸..... ۷۳
- شکل ۴-۱۸. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۹..... ۷۳
- شکل ۴-۱۹. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۱۰..... ۷۳
- شکل ۴-۲۰. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۱۱..... ۷۴

شکل ۴-۲۱. نمودار فراوانی سرعت های ۳ نقشه سرعت شکل ۴-۱۲..... ۷۴

فصل اول

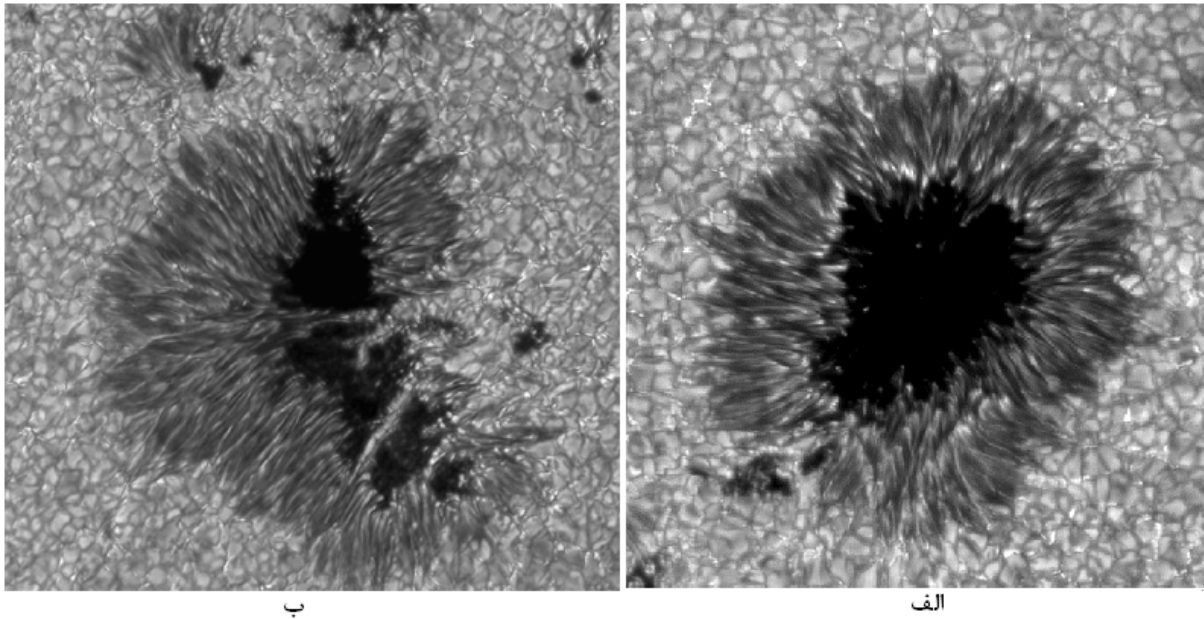
لکه های خورشیدی و ساختارهای ریز آنها

لکه های خورشیدی^۱ ساختارهایی مغناطیسی اند که در سطح خورشید تاریک ظاهر می شوند. هر لکه خورشیدی با هسته تاریک، سایه، هاله یا نوار های نورانی کمتر تاریک به نام نیم سایه مشخص می شود. وجود نیم سایه لکه خورشیدی را از لک های^۲ کوچکتر معمولی تمیز می دهد. تصویرهایی از لکه های خورشیدی در گستره طیفی G-band با طول موج 4305 \AA در شکل ۱-۱ نمایش داده شده. با چشم غیر مسلح نیز در مناطق مختلف بعضی لکه های خورشیدی را می توان مشاهده کرد [۱, ۲, ۳, ۴].

از حدود ۲۰۰۰ سال پیش، در چین باستان جزئیات ناکاملی از لکه های خورشیدی ثبت شده است. با این حال کشف دوباره لکه های خورشیدی به وسیله گالیله، اشمیدر و دیگران در حدود سال ۱۶۱۱ با کمک تلسکوپ های ابتدایی اختراع شده، موجب شروع مطالعه سیستمی لکه های خورشیدی در دنیای غرب شد و طلوعی پیشرو در تحقیقات داخلی و خصوصیات فیزیکی خورشید بود.

^۱ sunspot

^۲ pores



شکل ۱-۱. تصاویر با اختلاف گستره طیفی 10 \AA در خط مرکزی 4305 \AA (g-band) ثبت شده است. الف) لکه خورشیدی منظم تر و ساده تر (ب) لکه خورشیدی پیچیده تر. بخش تاریک لکه خورشیدی سایه است و قسمتهایی به صورت خطوط شعاعی نیم سایه. المان های روشن و احاطه کننده مرزهای تاریک، گرانولهای همرفتی هستند، تصویر از مرجع [۱].

کشف افت ویلسون در ۱۷۶۹ میلادی (بخش ۱-۱-۳) دو تغییر عمده در تصویر ساختارهای داخلی خورشید به طور موقت ایجاد کرد. تا قبل از اینکه سایه تاریک لکه خورشید چاله ای عمیق فرض شود مدت زیادی فرض بر سرد و تاریک بودن باطنی داخل خورشید بود و درخشنده گی شید سپهر مجزا از لکه خورشیدی فرض می شد. بهتر شدن درک ما از طبیعت لکه های خورشیدی از سال ۱۹۰۸ آغاز شد وقتی که جورج الری هلی^۳ اولین اندازه گیری میدان مغناطیسی در لکه های خورشیدی را انجام داد [۵, ۶, ۷, ۸]. از اینرو به طور قاطع محرز شد که ریشه اصلی به وجود آمدن پدیده لکه خورشید میدانهای مغناطیسی است (شکل ۱-۲).

بازنگری ساختار فیزیکی لکه های خورشیدی با تصاویر مبهم و توان تفکیک پایین به وسیله افرادی مانند برای و لاگهد^۴ در سال ۱۹۶۴ انجام شد [۴].

^۳ George Ellery Hale

^۴ Bray and Lough head