

# فهرست مطالب:

مقدمه.....	۱
فصل اول: بررسی منابع.....	۴
۱-۱: پیشینه تاریخی.....	۵
۱-۱-۱: فعالیت خورشیدی.....	۵
۱-۱-۱-۱: لک‌های خورشیدی.....	۵
۱-۱-۱-۲: چرخه فعالیت خورشیدی.....	۸
۱-۱-۱-۳: شراره‌های خورشیدی.....	۹
۱-۱-۱-۴: باد خورشیدی.....	۱۱
۱-۱-۱-۵: توده‌ی پرتاب شده‌ی کرونایی.....	۱۲
۱-۱-۱-۶: شار رادیویی خورشید.....	۱۴
۱-۱-۲: مگنتوسفر.....	۱۵
۱-۱-۲-۱: ساختار مگنتوسفر.....	۱۷

- ۱۹.....یونسفر ۱-۱-۳
- ۲۱.....طوفان های ژئومغناطیسی ۱-۱-۴
- ۲۳.....اندیس های ژئومغناطیسی ۱-۱-۵
- ۲۳..... ۱-۱-۵-۱ اندیس ژئومغناطیسی Dst
- ۲۴..... ۱-۱-۵-۲ اندیس ژئومغناطیسی K
- ۲۵..... ۱-۱-۵-۳ اندیس ژئومغناطیسی a
- ۲۶..... ۱-۱-۵-۴ اندیس ژئومغناطیسی A
- ۲۶..... ۱-۱-۵-۵ اندیس های شبکه ای Ap و ap, Kp
- ۲۷..... ۱-۱-۶ پیش بینی چرخه های فعالیت خورشیدی
- ۲۷..... ۱-۱-۶-۱ روش پیشرو
- ۲۷..... ۱-۱-۶-۲ روش شبکه عصبی مصنوعی
- ۲۸..... ۱-۱-۶-۳ ساختار شبکه های مصنوعی
- ۲۹..... ۱-۱-۶-۴ آموزش شبکه عصبی مصنوعی
- ۳۰..... ۱-۱-۶-۵ الگوریتم پس - انتشار خطا

فصل دوم: مبانی و روش‌ها ..... ۳۱

۲-۱: روش‌های تئوری ..... ۳۲

۲-۱-۱: نحوه تعیین خواص CME ها ..... ۳۲

۲-۱-۱-۱: مدت زمان حرکت CME ..... ۳۵

۲-۱-۱-۲: سرعت ..... ۳۶

۲-۱-۲: انواع CME ها ..... ۳۷

۲-۱-۲-۱: سرعت ..... ۳۷

۲-۱-۲-۲: پهنای زاویه‌ای ..... ۴۲

۲-۱-۳: CME ها اله‌ای ..... ۴۴

۲-۱-۳-۱: تعیین سرعت ..... ۴۵

۲-۱-۴: توضیح و شرح خلاصه‌ای از کاتالوگ CME ..... ۴۸

۲-۱-۵: تاثیرات پدیده‌های خورشیدی بر یونسفر زمین ..... ۵۱

۲-۱-۵-۱: نحوه‌ی تغییرات لایه‌های مختلف یونسفر ..... ۵۱

۲-۱-۶: فرکانس بحرانی لایه‌ی F<sub>2</sub> یونسفر ..... ۵۳

- ۷-۱-۲: بررسی اندیس های ژئومغناطیسی..... ۵۵
- ۸-۱-۲: مدل توصیف آماری داده ها..... ۵۷
- ۸-۱-۲-۱: میانگین گیری..... ۵۹
- ۹-۱-۲: مدل ریاضی شبکه عصبی مصنوعی..... ۶۰
- ۹-۱-۲-۱: پرسپترون چند لایه..... ۶۱
- ۹-۲-۲-۱: الگوریتم پس انتشار خطا..... ۶۲
- ۱۰-۱-۲: کاربرد شبکه‌ی عصبی مصنوعی در CME ها..... ۶۵
- فصل سوم: نتایج و بحث..... ۶۷
- ۱-۳: تجزیه و تحلیل داده ها..... ۶۸
- ۱-۳-۱: تغییرات سالیانه‌ی تعداد CME ها در دو دوره‌ی چرخه فعالیت خورشید..... ۶۸
- ۱-۳-۲: همبستگی میانگین سرعت و پهنای زاویه ای CME ها..... ۷۱
- ۱-۳-۳: تغییرات سالیانه‌ی تعداد Halo CME ها..... ۷۳
- ۱-۳-۴: تغییرات سرعت Halo CME ها..... ۷۵
- ۱-۳-۵: تغییرات سالیانه‌ی تعداد CME های لبه همراه با زبانه ها..... ۷۷

۳-۱-۶: تغییرات سالیانه ی تعداد CME های لبه همراه با زبانه ها در دو نیمکره

۸۰.....شمال و جنوب خورشید

۳-۱-۷: تغییرات تعداد سالیانه ی شراره های خورشیدی.....۸۱

۳-۱-۸: تغییرات تعداد سالیانه ی شراره های خورشیدی در نیمکره شمال

۸۳.....و جنوب خورشید

۳-۱-۹: مقایسه ی منحنی تغییرات تعداد CME ها و شراره های خورشید.....۸۶

۳-۲: پارامترهای فعالیت خورشیدی.....۸۸

۳-۲-۱: تغییرات تعداد لک های خورشیدی.....۸۸

۳-۲-۱-۱: منحنی های مربوط به تغییرات تعداد لک های خورشیدی.....۸۹

۳-۲-۲: تغییرات شار رادیویی خورشید.....۹۰

۳-۲-۲-۱: منحنی های مربوط به تغییرات شار رادیویی خورشید.....۹۱

۳-۲-۳: تغییرات اندیس ژئومغناطیسی aa.....۹۳

۳-۲-۳-۱: منحنی های مربوط به تغییرات اندیس ژئومغناطیسی aa.....۹۴

۳-۲-۴: تغییرات اندیس های ژئومغناطیسی Kp.....۹۶

۳-۲-۴-۱: منحنی های مربوط به تغییرات اندیس های ژئومغناطیسی Kp.....۹۶

۳-۲-۵: تغییرات اندیس ژئومغناطیسی Dst.....۹۷

- ۳-۲-۵-۱: طوفان های ژئومغناطیسی بسیار بزرگ همراه با تغییرات Dst..... ۹۸
- ۳-۲-۵-۲: منحنی های مربوط به تغییرات اندیس ژئومغناطیسی Dst..... ۹۹
- ۳-۳: شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۰۰
- ۳-۳-۱: طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی پیشخور در نرم افزار Matlab..... ۱۰۰
- ۳-۳-۱-۱: تعریف شبکه..... ۱۰۰
- ۳-۳-۱-۲: معماری شبکه..... ۱۰۰
- ۳-۳-۱-۳: مقادیر وزن ها و بایاس ها..... ۱۰۱
- ۳-۳-۱-۴: الگوریتم آموزش شبکه..... ۱۰۲
- ۳-۳-۲: پیش بینی تعداد لک های خورشیدی..... ۱۰۶
- ۳-۳-۲-۱: منحنی های مربوط به پیش بینی تعداد لک های خورشیدی..... ۱۰۷
- ۳-۳-۳: پیش بینی تعداد CME ها..... ۱۰۸
- ۳-۳-۳-۱: منحنی مربوط به پیش بینی تعداد CME ها..... ۱۰۸
- ۳-۳-۴: پیش بینی میزان شار رادیویی خورشید..... ۱۰۹
- ۳-۳-۴-۱: منحنی های مربوط به پیش بینی میزان شار رادیویی خورشید..... ۱۱۰
- ۳-۳-۵: پیش بینی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی aa..... ۱۱۱
- ۳-۳-۵-۱: منحنی های مربوط به پیش بینی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی aa..... ۱۱۲
- ۳-۳-۶: پیش بینی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی Kp..... ۱۱۳

۱۱۳.....Kp منحنی مربوط به پیش بینی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی ۳-۳-۶-۱

۱۱۴.....Dst منحنی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی ۳-۳-۷

۱۱۵.....Dst منحنی مربوط به پیش بینی تغییرات اندیس ژئومغناطیسی ۳-۳-۶-۱

۱۱۶.....نتایج

۱۱۸.....پیشنهادات

۱۱۹.....منابع

# فہرست اشکال:

شکل (۱-۱) ..... ۶

شکل (۱-۲) ..... ۹

شکل (۱-۳) ..... ۱۳

شکل (۱-۴) ..... ۱۴

شکل (۱-۵) ..... ۱۵

شکل (۱-۶) ..... ۱۸

شکل (۱-۷) ..... ۲۰

شکل (۱-۸) ..... ۲۲

شکل (۱-۹) ..... ۲۴

شکل (۱-۱۰) ..... ۲۶

شکل (۲-۱) ..... ۳۳

شکل (۲-۲) ..... ۳۴

شکل (۲-۳) ..... ۳۶

شکل (۲-۴) ..... ۴۰



٤٢.....	شکل (٢-٥)
٤٣.....	شکل (٢-٦)
٤٤.....	شکل (٢-٧)
٤٥.....	شکل (٢-٨)
٤٨.....	شکل (٢-٩)
٥١.....	شکل (٢-١٠)
٥٢.....	شکل (٢-١١)
٥٢.....	شکل (٢-١٢)
٥٣.....	شکل (٢-١٣)
٥٤.....	شکل (٢-١٤)
٥٥.....	شکل (٢-١٥)
٥٦.....	شکل (٢-١٦)
٥٧.....	شکل (٢-١٧)
٥٨.....	شکل (٢-١٨)
٥٩.....	شکل (٢-١٩)
٦٠.....	شکل (٢-٢٠)

- شکل (۲-۲۱) ..... ۶۲
- شکل (۲-۲۲) ..... ۶۵
- شکل (۳-۱) ..... ۶۹
- شکل (۳-۲) ..... ۷۰
- شکل (۳-۳) ..... ۷۲
- شکل (۳-۴) ..... ۷۲
- شکل (۳-۵) ..... ۷۳
- شکل (۳-۶) ..... ۷۴
- شکل (۳-۷) ..... ۷۴
- شکل (۳-۸) ..... ۷۵
- شکل (۳-۹) ..... ۷۶
- شکل (۳-۱۰) ..... ۷۷
- شکل (۳-۱۱) ..... ۷۸
- شکل (۳-۱۲) ..... ۷۸
- شکل (۳-۱۳) ..... ۷۹
- شکل (۳-۱۴) ..... ۷۹

٨٠.....	شکل (٣-١٥)
٨١.....	شکل (٣-١٦)
٨٢.....	شکل (٣-١٧)
٨٢.....	شکل (٣-١٨)
٨٤.....	شکل (٣-١٩)
٨٤.....	شکل (٣-٢٠)
٨٥.....	شکل (٣-٢١)
٨٥.....	شکل (٣-٢٢)
٨٦.....	شکل (٣-٢٣)
٨٧.....	شکل (٣-٢٤)
٨٩.....	شکل (٣-٢٥)
٨٩.....	شکل (٣-٢٦)
٩١.....	شکل (٣-٢٧)
٩١.....	شکل (٣-٢٨)
٩٢.....	شکل (٣-٢٩)
٩٤.....	شکل (٣-٣٠)

- ۹۴..... شکل (۳-۳۱)
- ۹۵..... شکل (۳-۳۲)
- ۹۶..... شکل (۳-۳۳)
- ۹۷..... شکل (۳-۳۴)
- ۹۹..... شکل (۳-۳۵)
- ۹۹..... شکل (۳-۳۶)
- ۱۰۲..... شکل (۳-۳۷)
- ۱۰۷..... شکل (۳-۳۸)
- ۱۰۸..... شکل (۳-۳۹)
- ۱۱۰..... شکل (۳-۴۰)
- ۱۱۲..... شکل (۳-۴۱)
- ۱۱۳..... شکل (۳-۴۲)
- ۱۱۵..... شکل (۳-۴۳)

# فہرست جداول:

۱۰.....	جدول (۱-۱)
۱۱.....	جدول (۱-۲)
۲۵.....	جدول (۱-۳)
۴۹.....	جدول (۲-۱)
۵۰.....	جدول (۲-۲)
۶۹.....	جدول (۳-۱)
۹۸.....	جدول (۳-۲)
۱۰۷.....	جدول (۳-۳)
۱۰۹.....	جدول (۳-۴)
۱۱۱.....	جدول (۳-۵)
۱۱۲.....	جدول (۳-۶)
۱۱۴.....	جدول (۳-۷)
۱۱۵.....	جدول (۳-۸)

مقدمہ

فضای بین خورشید و ستارگان شامل گازهای یونیده و خنثی، میدان‌های مغناطیسی و ذرات باردار می‌باشد. تجمع لک‌ها بر روی سطح خورشید باعث بروز پدیده‌هایی می‌شود که از آن جمله می‌توان به شراره‌های خورشیدی<sup>۱</sup> و توده‌های پرتاب شده‌ی کرونایی<sup>۲</sup> و ذرات پر انرژی خورشیدی<sup>۳</sup> نام برد. از آنجاییکه این پدیده‌ها همراه باد خورشیدی<sup>۴</sup> به فضای بین سیاره‌ای<sup>۵</sup> وارد می‌شوند، ممکن است در موارد بخصوصی باعث بروز خطراتی بر روی کره‌ی زمین شوند. این پدیده‌ها نقش کلیدی در آب و هوای فضایی را بر عهده دارند و می‌توانند باعث خسارات جبران ناپذیری بر روی ماهواره‌ها و ارتباطات زمینی<sup>۶</sup> و به طور کلی شرایط اقتصادی و اجتماعی بر روی کره‌ی زمین شوند. از این رو تحقیق بر روی آن‌ها بسیار اهمیت دارد.

این پایان‌نامه در سه فصل تنظیم شده است. در فصل اول به صورت خلاصه پیشینه موضوع مطالعه شده است. در فصل دوم تمامی مفاهیم پایه‌ای که در راستای پایان‌نامه قرار دارند از جمله، روش‌های تئوری، منابع و داده‌های رصدی، تحلیل داده‌ها، نتایج حاصل از داده‌های مختلف به طور مختصر بیان شده و تا حد امکان اثبات و یا ارجاع داده شده است. در فصل سوم با استفاده از مفاهیم فصل دوم اهداف پایان‌نامه بررسی شده است.

- 
1. Solar Flares
  2. Coronal Mass Ejection
  3. Solar Energetic Particles
  4. Solar Wind
  5. Interplanetary Space
  6. Earth Communication

ما در این پایان نامه سعی داریم رفتار این پدیده‌ها را بررسی کنیم و از لحاظ آماری در طی دو چرخه از فعالیت خورشیدی (چرخه‌ی ۲۳ و ۲۴) نحوه و میزان رخ دادن این پدیده‌ها و اثرات آن را بر روی مگنتوسفر<sup>۷</sup> و یونسفر<sup>۸</sup> زمین توضیح دهیم. همچنین پارامترهای مربوط به این پدیده‌ها از جمله سرعت خطی<sup>۹</sup>، پهنای زاویه‌ای<sup>۱۰</sup> و موقعیت زاویه‌ای<sup>۱۱</sup> این پدیده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. طوفان‌های ژئومغناطیسی<sup>۱۲</sup> ایجاد شده توسط این پدیده‌ها باعث تضعیف میدان مغناطیسی زمین می‌شوند، میزان این تضعیف نیز در این پایان‌نامه مورد توجه بوده است.

نمودار پارامترهای اصلی فیزیکی CME ها نظیر سرعت خطی و پهنای زاویه‌ای و موقعیت زاویه‌ای رسم و بحث شده است. نمودار همبستگی این پارامترها با تعداد این پدیده‌ها و عوامل محیطی دیگر رسم و بحث شده است.

سپس با در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی چرخه فعالیت خورشیدی<sup>۱۳</sup>، رابطه آن با تغییرات طولانی مدت مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. در این راستا پریودهای زمانی چرخه لک‌های خورشیدی و اندیس‌های ژئومغناطیسی در چرخه‌های گذشته تا حال و آینده و نحوه تغییرات آنها بررسی می‌شوند.

- 
7. Magnetosphere
  8. Ionosphere
  9. Linear Speed
  10. Angular Width
  11. Position Angle
  12. Geomagnetic storms
  13. Solar cycles



فصل اول

بررسی منابع

## ۱-۱: پیشینه تاریخی

### ۱-۱-۱: فعالیت خورشیدی

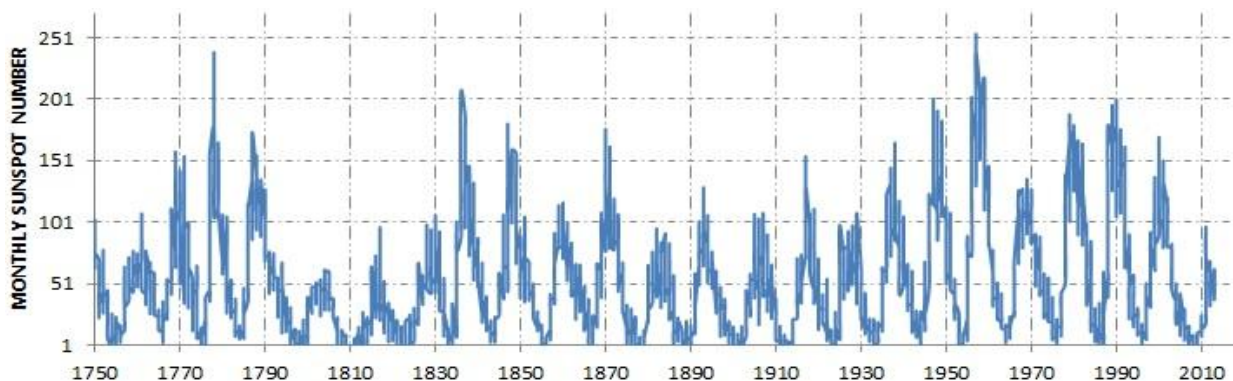
فعالیت خورشیدی به تمام پدیده‌هایی که در سطح یا درون خورشید رخ می‌دهد، مربوط می‌شود که از آن دسته می‌توان به لکه‌های خورشیدی<sup>۱</sup>، چرخه‌ی فعالیت خورشیدی<sup>۲</sup>، شراره‌های خورشیدی<sup>۳</sup>، باد خورشیدی<sup>۴</sup>، توده‌های پرتاب شده‌ی تاجی<sup>۵</sup>، شار رادیویی ۱۰/۷ سانتی‌متر<sup>۶</sup> و اندیس‌های ژئومغناطیسی<sup>۷</sup> اشاره کرد [۱]. تحت تاثیر فعالیت مغناطیسی شدید خورشید، لکه‌های خورشید میزبان پدیده‌های ثانویه مانند حلقه‌های تاجی<sup>۸</sup> (زبان‌ها) و پدیده‌های اتصال مجدد<sup>۹</sup> می‌باشند. اما انواعی از فعالیت خورشیدی وجود دارند که مستقیماً با لکه‌های خورشیدی مرتبط نیستند که از آن جمله می‌توان به ظهور تیوپ‌های شار مغناطیسی<sup>۱۰</sup> و تغییرات میدان‌های مغناطیسی کلی خورشید اشاره کرد.

### ۱-۱-۱-۱: لکه‌های خورشیدی

لکه‌های خورشیدی نواحی تاریکی در فوتوسفر هستند، با میدان‌های مغناطیسی قوی و دمای پائین که از نواحی مرکزی تاریکی به نام سایه، نواحی نیمه روشن‌تری به نام نیم‌سایه و نقاط روشن واقع در سایه به نام خال‌های سایه‌ای تشکیل شده است [۲].

1. Sunspot
2. Solar Cycle Activity
3. Solar Flares
4. Solar Wind
5. Coronal Mass Ejection
6. 10.7 cm radio flux
7. Geomagnetic indices
8. Prominence
9. Reconnection
10. Magnetic Flux Tubes

تغییرات تعداد لکه‌های خورشیدی از سال ۱۷۴۹ در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



(شکل ۱-۱): تغییرات تعداد لکه‌های خورشیدی

ولی اینها تغییرات تعداد واقعی لکه‌ها نیستند، بلکه عددی است که بوسیله ولف<sup>۱</sup> معرفی شده است و به

صورت زیر تعریف می‌شود:

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

که  $g$  تعداد لکه‌های گروهی،  $f$  تعداد لکه‌های منفرد و  $k$  ضریب تصحیح رصدخانه که برای هر

رصدخانه با توجه به اندازه تلسکوپ، شرایط جوی و جدیت نسبی رصد کننده در شمارش لکه‌ها،

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 لکه‌های خورشیدی ( $R_z$ )، برابر با ۱۱

خواهد بود.

لکه‌های خورشیدی معمولاً به صورت جفت ظاهر می‌شوند که دارای قطب‌های مغناطیسی مخالف

همدیگر هستند.

آنها با میدان‌های قوی مغناطیسی مرتبط بوده و با دیگر لکه‌های خورشیدی که دارای ساختارهای مغناطیسی مشابه هستند تشکیل گروه می‌دهند. اعتقاد بر این است که لکه‌های خورشیدی از طریق فعالیت های خورشیدی بر روی تغییرات ساختار تاجی تاثیر می‌گذارند. شارش جریان‌ات پلاسما و خطوط میدان مغناطیسی در طول خورشید گرفتگی در تاج قابل مشاهده‌اند. بطوری‌که در طول بیشینه فعالیت خورشیدی، تاج ظاهر همسانگردی دارد و تقریباً دایره‌ای است و پرتاب ماده از سطح خورشید نیز بیشتر دیده می‌شود [۲]. در سال ۱۸۵۵، هنگامی که ولف، مدیر رصدخانه جدیدالتاسیس زوریخ شد، شروع به جمع آوری داده‌های لکه خورشیدی به صورت روزانه کرد و به خاطر اینکه از شکاف و وقفه در ثبت داده‌ها به علت بدی هوا و خرابی دستگاه‌ها جلوگیری کند از کمک رصدخانه‌های دیگر در نقاط مختلف جهان استفاده کرد. این برنامه تا به امروز ادامه داشته و بیش از ۳۰ رصدخانه در این برنامه شرکت داشته‌اند. داده‌ها در مرکز آنالیز داده‌های خورشیدی در بلژیک<sup>۱</sup> (SIDC) و همچنین در سازمان ملی اقیانوس-شناسی آمریکا<sup>۲</sup> (NOAA) جدول‌بندی می‌شوند. 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<sup>۳</sup> و فوکو<sup>۴</sup> در سال ۱۸۴۵ در رصدخانه پاریس گرفته شد که چندین لکه خورشیدی را نشان می‌داد. رصدخانه گرینویچ عکس‌برداری از سطح خورشید را از سال‌های ۱۸۷۴ تا ۱۹۷۶ به صورت روزانه فراهم کرد و این فرآیند در رصدخانه دبرسن<sup>۵</sup> در مجارستان تا به امروز ادامه داشته است با استفاده از این سری عکس‌ها، محاسبه مساحت اشغال شده در سطح خورشید بوسیله لکه‌های خورشیدی در هر روز امکانپذیر شد و بدین ترتیب مطالعه جزئیات فعالیت خورشیدی فراهم شد.

1. Solar Influences Data Analysis Center
2. National Oceanic and Atmospheric Administration
3. Fizeau
4. Foucault
5. Debrecen