

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus

مركز آموزش  
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو



## تعیین رابطه بین تعداد لکه های خورشیدی و منشأ خارجی میدان ژئومغناطیسی با استفاده از روش تحلیل همهانگ های کروی



### چکیده :

اندازه میدان ژئومغناطیسی و تغییرات آن یکی از کمیت‌های مهم در ژئوفیزیک محسوب می شود. میدان ژئومغناطیسی متغیر است و دارای دو منشأ داخلی و خارجی است. با استفاده از روش تحلیل همهانگ کروی می‌توان سهم منشأ داخلی و خارجی میدان را از یکدیگر تفکیک کرد. در این مطالعه ابتدا روش تحلیل همهانگ کروی و روابط آن بحث شده است و سپس سهم جریان‌های با منشأ خارجی با استفاده از روش ذکرشده برای رصدخانه ممامبتسو محاسبه شده است. رابطه خطی بین تعداد لکه‌های خورشیدی و سهم جریان های خارجی به دست آمده است. تعداد لکه‌های خورشیدی و جریان‌های با منشأ خارجی (Sq)، هر دو ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های خورشیدی دارند. در نتیجه روش تحلیل همهانگ کروی می‌تواند سهم جریان‌های با منشأ خارجی را محاسبه کند.

کلید واژه ها: تغییرات روزهای آرام (Sq)، روش تحلیل همهانگ‌های کروی، لکه‌های خورشیدی، میدان ژئومغناطیسی

### Abstract:

The Geomagnetic field is an important geophysical parameter. This field varies with time and position in a complicated way. The sources of the magnetic field recorded at the Earth's surface (or geomagnetic field) are located both inside and outside the Earth. When the geomagnetic field is measured at or near the surface of the Earth, a superposition of contributions from several origins is obtained: internal fields produced in the outer core of the Earth; external fields due to currents flowing in the magnetosphere and ionosphere. Contributions of both sources can be separated using Spherical Harmonic Analysis (SHA) method. In this study, Contributions of external sources are calculated for MEMAMBETSU observatory. Relationship between sunspots number (SSN) and external currents is derived as a linear equation. Both of SSN and external current are directly related to solar activity.

Keywords: External current, Geomagnetic field, Spherical Harmonic Analysis, Sunspot number (SSN)



## مقدمه :

یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های کره زمین میدان مغناطیسی آن است. اطلاع از مقدار عددی این کمیت و چگونگی تغییر آن در علوم زمین و ژئوفیزیک از اهمیت بالایی برخوردار است. میدان مغناطیسی زمین دارای دو منشأ متفاوت است، منشأ داخلی ناشی از هسته زمین و منشأ خارجی حاصل از فعالیت‌های خورشید تأثیر می‌پذیرد. به منظور تفکیک این دو منشأ از روش‌های ریاضی استفاده می‌شود. در سال ۱۸۳۸ گوس روش تحلیل هم‌هانگ‌های کروی (SHA)<sup>۱</sup> را به صورت روشی ریاضی ارائه داد. شوستر در سال ۱۸۸۹ از این روش به عنوان روشی نوین در محاسبه تغییرات روزانه میدان مغناطیسی زمین استفاده کرد. چپمن و بارتلز (۱۹۴۰) و ماتسوشیتا (۱۹۶۷) از روش تحلیل هم‌هانگ کروی در محاسبه جریان‌های Sq استفاده کردند. در حال حاضر مدل‌های ریاضی در دوره‌های پنج ساله برای میدان ژئومغناطیسی ارائه می‌شود که مدل IGRF<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. این مدل متشکل از ضرایب گوس تا درجه و مرتبه ۱۰ است.

در این مطالعه ابتدا روش تحلیل هم‌هانگ کروی مورد بحث قرار گرفته است و روابط برای محاسبه سهم میدان‌ها با منشأ داخلی و خارجی ارائه شده است. سپس سهم جریان‌ها با منشأ خارجی با استفاده از روش تحلیل هم‌هانگ کروی محاسبه شده است. سهم خارجی میدان مغناطیسی زمین، از خورشید و فعالیت‌های آن سرچشمه می‌گیرد و جریان‌هایی ناشی از تغییرات روزانه آرام میدان ژئومغناطیسی، Sq<sup>۳</sup> نامیده می‌شوند. از آنجایی که فعالیت‌های خورشید در دوره‌های تناوبی تقریباً ۱۱ ساله متغیر است، در نتیجه سهم خارجی میدان زمین نیز باید با این فعالیت‌های خورشیدی همخوانی داشته باشد. به منظور بررسی این هم‌خوانی رابطه بین جریان‌های Sq با تعداد لکه‌های خورشیدی (SSN)، در رصدخانه مامیتسو در بازه زمانی دو دوره فعالیت خورشیدی بررسی شده است.



## بحث :

توابع هم‌هانگ کروی در ژئوفیزیک از اهمیت زیادی برخوردارند، زیرا با استفاده از این توابع می‌توان نمایش تحلیلی از یک تابع مکان را روی یک کره فراهم کرد. در تحلیل هم‌هانگ معمولی تابعی مانند  $f(t)$  را در بازه  $0 \leq t \leq 2\pi$  به صورت ترکیبی از امواج سینوسی نمایش می‌دهند. اگر  $t$  زاویه بین یک شعاع متغیر از یک دایره و شعاع ثابتی از آن دایره در نظر گرفته شود، هر نقطه از محیط دایره را می‌توان با یک  $f(t)$  متناظر کرد. با استفاده از روابط میان مختصات کروی و دکارتی می‌توان هر تابع  $f(\theta, \varphi)$  را به عنوان تابعی از مکان روی یک کره با شعاع  $r$  در نظر گرفت. با استفاده از تحلیل هم‌هانگ کروی معمولی می‌توان این تابع را به صورت یک سری از جملات مثلثاتی  $a_m \cos(m\varphi)$  و  $b_m \sin(m\varphi)$  نمایش داد:

(۱)

وابستگی تابع به مؤلفه  $\theta$  در ضرایب  $a_m$  و  $b_m$  مستتر است.

با بسط ضرایب  $a_m$  و  $b_m$  برحسب توابع لژاندر وابسته  $P_{n,m}(\cos \theta)$  برای مقادیر مختلف  $n$ ، رابطه (۱) به صورت زیر می‌شود:

در مسائل ژئوفیزیک به دفعات با حل معادله لاپلاس و جواب‌های مناسب برای آن مواجه می‌شویم که با اعمال شرایط مرزی مناسب می‌توان مقدار کمیت ژئوفیزیکی را در نقاط مختلف به دست آورد.

در دستگاه مختصات کروی لاپلاسین تابعی مانند  $V$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۲)

با فرض وجود یک ماده مغناطیسی، پتانسیل روی کره زمین را می‌توان با تابعی مانند  $V = f(\square, \varphi)$  نمایش داد. روی کره زمین، نزدیک کره زمین و در نواحی عاری از ماده مغناطیسی  $\nabla^2 V = 0$  است، در نتیجه  $f(\square, \varphi)$  باید یک تابع

همانگ باشد می‌توان آن را به صورت بسط تعریف شده نمایش داد.  $f(\square, \varphi)$  را به بخش‌هایی از  $S_n(\theta, \varphi)$  تقسیم می‌کنند که تغییراتش نسبت به  $r$  به صورت  $r^n$ ،  $r^{-(n+1)}$  یا ترکیبی از هر دو باشد.

اگر تمام ماده مغناطیسی خارج از کره باشد و هیچ منشأ داخلی وجود نداشته باشد، توان‌های منفی  $r$  حذف می‌شوند. اما از آنجایی که منشأ میدان ژئومغناطیسی هم در داخل و هم در خارج از کره زمین است پس  $V$  به صورت ترکیبی از هر دو جمله نوشته می‌شود:

(3)

در رابطه (۳)،  $g_n^{me}$ ،  $h_n^{me}$ ،  $g_n^{mi}$  و  $h_n^{mi}$  را ضرایب گوس می‌نامند.  $e$  و  $i$  به ترتیب مربوط به عبارتهای منشأ خارجی و داخلی می‌شوند.

تابع جریان ناشی از منشأ خارجی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$J(\varphi) = \sum_{m=1}^4 \sum_{n=m}^{12} (U_n^m \cos m\varphi + V_n^m \sin m\varphi) P_n^m(\theta) \quad (4)$$

در رابطه (۴) برای نمایش جریان داخلی داریم:

(5)

(6)

و برای نمایش جریان خارجی داریم:

(7)

(8)

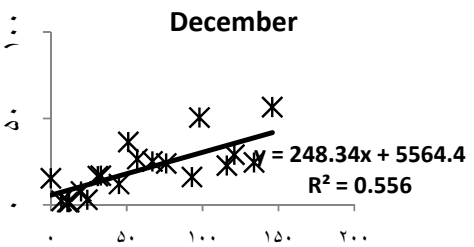
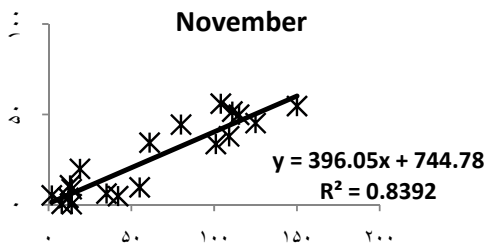
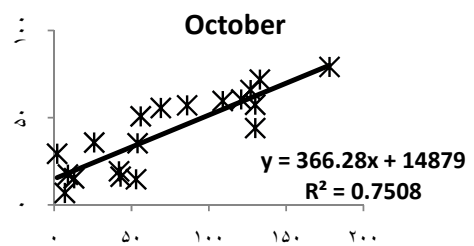
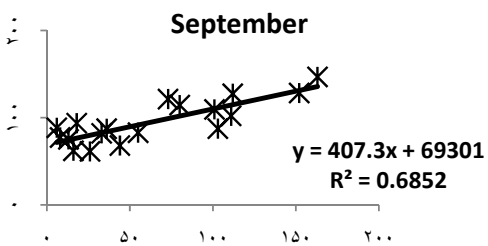
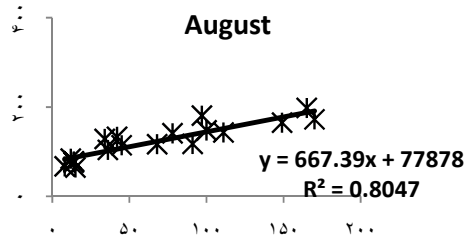
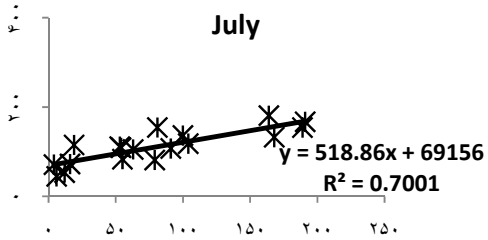
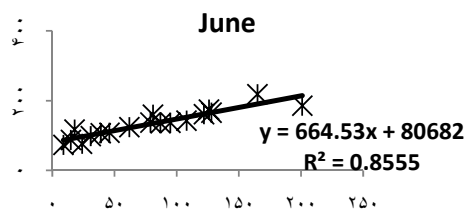
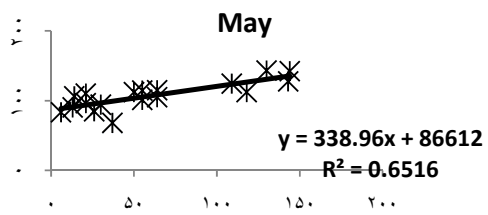
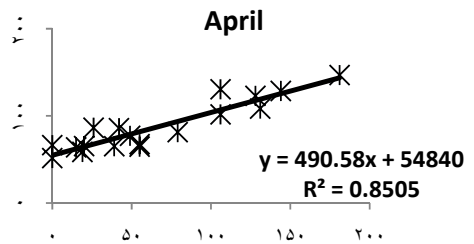
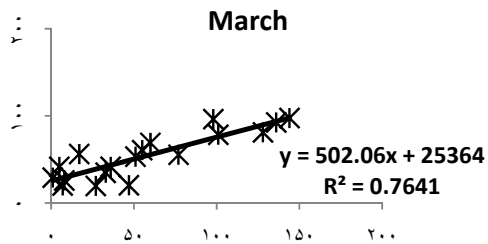
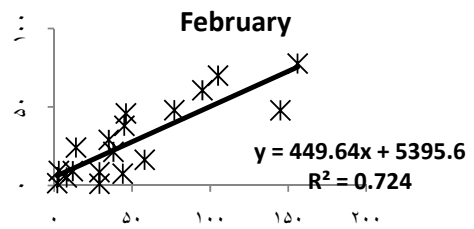
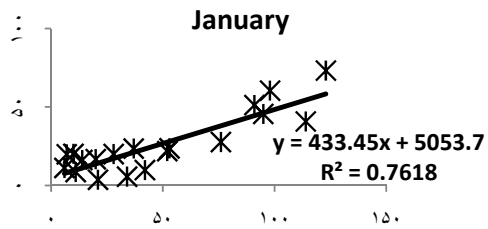
در روابط (۵) تا (۸)،  $k = 5R/2\pi$  و  $R$  شعاع زمین است. ضرایب  $\alpha_n^m$  و  $\beta_n^m$  ضرایب گوس مربوط به منشأ داخلی و ضرایب  $a_n^m$  و  $b_n^m$  ضرایب گوس مربوط به منشأ خارجی هستند. با استفاده از روابط فوق جریان‌های معادل منشأ خارجی برای رصدخانه ممامیتسو محاسبه شده است. مشخصات رصدخانه به صورت جدول زیر است و اطلاعات مورد استفاده مربوط به دو دوره فعالیت خورشیدی از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۰۸ می‌باشد.

#### جدول شماره ۲. مشخصات رصدخانه مورد استفاده

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام رصدخانه	کد بین‌المللی رصدخانه
۴۳.۹	۱۴۴.۲	MEMAMBETSU	MMB

نمودارهای رابطه بین SSN و جریان‌های مربوط به سهم خارجی میدان ژئومغناطیسی در بازه زمانی دو دوره فعالیت خورشیدی، به طور جداگانه برای هر ماه رسم شده است.

J(A/m<sup>2</sup>)×10<sup>3</sup>



SSN



## نتیجه گیری :

مقدار SSN و جریان‌های Sq هر دو با تغییرات خورشیدی ارتباط مستقیم دارند. بررسی نمودارها در ۲ دوره فعالیت خورشیدی نشان می‌دهد که رابطه خطی بین مقدار SSN و جریان‌های Sq وجود دارد. جریان‌ها از روش تحلیل هم‌هنگ کروی محاسبه شده است، در نتیجه روش تحلیل هم‌هنگ کروی می‌تواند به خوبی سهم میدان ژئومغناطیسی با منشأ خارجی را محاسبه کند.



## References:

- Campbell, W, H., 1989, An Introduction to Quiet Geomagnetic Field: Journal of Pure and Applied Geophysics (PAGEOPH), 131, 315-326
- Chapman, S., Bartels, J., 1940, Geomagnetism (Volume II) : Published by The University Press, OXFORD, Reprinted in Great Britain
- Campbell, W., 1997, Introduction to Geomagnetic Field : Published by The Press Syndicate of The University of Cambridge , Printed in the United States of America
- Takeda, M., 2002, The correlation between the variation in ionospheric conductivity and that of the geomagnetic Sq field: Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 64, 1617-1621
- Yamazaki, Y., Yumoto, K., Cardinal, M. G., 2011, An Empirical Model of The Quiet Daily Geomagnetic Field Variation: Journal of Geophysical Research 116, A10312

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL  
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus



آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو