भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 34 अंक (1) जून 2026 पृ. 53-62
DOI : 10.56042/bvaap.v34i1.30699

10 मई 2024 के चरम किरीट द्रव्यमान निष्कासन का अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता पर प्रभाव

राहुल कुमार जैन एवं महेन्द्र सिंह

भौतिक विज्ञान विभाग, शासकीय मोतीलाल विज्ञान महाविद्यालय, बरकतउल्लाह विश्वविद्यालय, भोपाल-462003 मध्य प्रदेश (भारत)
[ई-मेलः jainrahulpali1990@gmail.com]

सारांशः चरम किरीट द्रव्यमान निष्कासन (the extreme coronal maes ejection-CME) की घटना 10 मई 2024 के दिन (zero epoch day) 23:54:06 UT पर SOHO LASCO CORONAGRAPH (C_3) द्वारा दर्ज हुई। CME की घटना के अगले दिन विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) का मान (-412nT) (चरम भू-चुंबकीय तूफान) और अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) में भी कमी (-6.037%) दर्ज की गई। इस शोध पत्र में हमने अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (Cosmic ray intensity -CRI), किरीट द्रव्यमान निश्कासन (the extreme coronal mass ejection-CME), प्रोटॉन तापमान (Proton temperature-Tp), प्रोटॉन घनत्व (Proton density-Np), अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (BzGSM), और विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (Disturb storm time index-DST), का 05-05-2024 से 20-05-2024 तक की क्री विश्लेषण (chrec analysis) कार्यविधि द्वारा अध्ययन किया। (CRI) का डेटा ऑउलु (Oulu) न्यूट्रॉन मॉनीटर स्टेशन (http://cr0.izmiran.ru) से लिया गया हैं। CME Speed का डेटा (cdaw.gsfc.nasa.gov/CME List) से लिया गया हैं। (Tp, Np, BzGSM, DST) का डेटा (omniweb.gsfc.nasa.gov) से लिया गया हैं। (BxGSE, ByGSE, BzGSE) का डेटा इसरो (ISRO) के आदित्य-L1(pradan1.issdc.gov.in) से लिया गया है। NOAA सक्रिय क्षेत्र AR13664 का डेटा (sdo.gsfc.nasa.gov) से लिया गया है। 05-05-2024 से 20-05-2024 की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), (CME speed, Tp) के साथ नकारात्मक सहसंबंध और (Np, BzGSM, DST) के साथ सकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं।

मुख्य शब्दः अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), किरीट द्रव्यमान निष्कासन की चाल (CME Speed), प्रोटॉन तापमान (Tp), प्रोटॉन घनत्व (Np), अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र का दक्षिण मुखी घटक (BzGSM), विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST)

Effects of the extreme coronal meas ejection of 10 may 2024 on cosmic rays intensity

Rahul Kumar Jain & Mahendra Singh

Department of physics, govt motilal vigyan mahavidhyalaya, barkatullah vishwavidhyalaya, Bhopal-462003 (Madhya Pradesh)
[Email : jainrahulpali1990@gmail.com]

ABSTRACT

The extrence coronaal maes ejection (CME) events recorded by SOHO LASCO CORONAGRAPH (C_3) on 10 may 2024 (23:54:06 UT). Next day of CME events DST recorded (-412nT) (extreme geo-magnetic storm) and decrease in cosmic rays intensity (-6.037%). In this paper we haave chree analysis of Cosmic rays intensity (CRI), Coronal mass ejection(CME), Proton temperature (Tp), proton density (Np), Southward component of interplanetavy magnetic field Bz (GSM) and disturb storm time index (DST) for the period 05-05-2024 to 20-05-2024. (CRI) data have taken from oulu neutron monitor station (http://cr0.izmiran.ru). (CME speed) data taken from (cdaw.gsfc.nasa.gov/CME List) (Tp, Np, BzGSM, DST) data have been taken from (omniweb.gsfc.nasa.gov). GSE component of interplanetary magnetic field (BxGSE, ByGSE, BzGSE) data have been taken from ISRO aditya-L1(prodan1.Issdc.gov.in). NOAA active region (AR13664) data have been taken from (sdo.gsfc.nsa.gov). (CRI) shows negative correlation with (CME speed, Tp) and positive correlation with (Np, BzGSM, DST) for the period 05-05-2024 to 20-05-2024.

Keywords : Cosmic rays intensity (CRI), Coronal mass ejection speed (CME speed), Proton temperature (Tp), Proton density (Np), Southward component of interplanetary magnetic field (BzGSM), Disturb storm time index (DST).

प्रस्तावना

ब्रह्मांड से पृथ्वी पर आने वाले उच्च ऊर्जा के आवेशित कणों (प्रोटॉन) को अतरिक्ष किरणें (cosmic rays) कहते हैं। सूर्य में विस्फोट होने से प्लाज्मा (plasma) के उत्सर्जित होने की घटना को किरीट द्रव्यमान निष्कासन (coronal maes ejection-CME) कहते हैं।

सौर ज्वाला (Solar flare) के कारण किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) में उत्सर्जित आयनों (प्रोटॉन) का तापमान (Tp) अति उच्च (लाखों केल्विन) तक पहुँच जाता है। सौर ज्वाला से संबद्ध किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) से उत्सर्जित प्लाज्मा (Plasma) के प्रति घन सेमी में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या को प्रोटॉन घनत्व (proton density-Np) कहते हैं। अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के GSM घटक (BxGSE, ByGSE, BzGSE) कहलाते हैं। अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (BzGSM) का प्रभाव पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र पर पड़ता है। सूर्य के किरीट से उत्सर्जित आवेशित कणों के कारण पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन होता है, जिसे भू-चुंबकीय तूफान (Geo-magnetic storm) कहते हैं। भू-चुंबकीय तूफान को विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (Disturb storm time index-DST) द्वारा नैनो टेस्ला(nT) में मापा जाता हैं।

10 मई 2024 को सूर्य के सक्रिय क्षेत्र NOAA AR 13664 से सौर तूफान (Solar storm) की घटना हुई। यह सौर तूफान दो दशकों का सबसे शक्तिशाली था जिससे पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र में विक्षोभ उत्पन्न हुआ। विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) का मान (-412nT) प्रेक्षित किया गया।[1]

किरीट से विशाल मात्रा में प्लाज्मा (~ 1025 जूल-1013 किग्रा) अन्तराग्रहीय माध्यम में निष्कासित होता है। जिसे अन्तराग्रहीय किरीट द्रव्यमान निष्कासन (ICMEs) कहते हैं। सूर्य के किरीट से अन्तराग्रहीय माध्यम में निष्कासित तेज गति (500किलो/से) की CME से संबद्ध उच्च चुंबकीय क्षेत्र में उतार-चढ़ाव होते हैं।[2]

सौर पवन (Solar wind) अतंरिक्ष में फैलने वाला पराध्वनिक सौर प्लाज्मा है। प्रोटॉन तापमान (Tp) और प्रोटॉन घनत्व (Np) सौर पवन के प्राचल (parameter) कहलाते हैं। प्रोटॉन घनत्व (Np) की तुलना में प्रोटॉन तापमान (Tp) का अतंरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) पर अधिक प्रभाव पडता है।[3]

15 फरवरी 2011 की सौर घटना (Solar event) की घटना में, 1 अगस्त 2010 की सौर घटना की अपेक्षा अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) में अधिक कमी दर्ज की गई।[4]

अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता में अचानक कमी होना और उसके बाद धीरे-धीरे सुधार होने की घटना को फॉरबुश कमी (Forbush decreaes) कहते हैं। सूर्य के उत्तरी गोलार्ध में प्रभामंडल किरीट द्रव्यमान निष्कासन (Halo CME) से संबद्ध बी-टाइप और एन-टाईप की सौर ज्वाला (Solav flare) फॉरबुश कमी उत्पन्न करती हैं।[5]

किरीट सूचकांक (coronal index-CI) की अपेक्षा सौर ज्वाला सूचकांक (Solar flare index - SFI) दीर्घकालिक अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) में परिवर्तन के अध्ययन के लिए सर्वोत्तम सौर प्राचल (Solar parameter) हैं। दीर्घकाकालिक अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) में परिवर्तन सौर सक्रियता (Solar activity) में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होता हैं। जिसकी आवधिकता लगभग 11 वर्ष होती हैं।[6]

बी-टाईप की सौर ज्वालाओं से संबंद्ध किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) के दो से तीन दिन बाद भू-चुंबकीय विक्षोभ की अधिकतम संभावना होती है। एन-टाईप की सौर ज्वालाओं (Solar flare) से संबद्ध किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) भी भू-चुंबकीय सक्रियता की सार्थक संभावना दर्शाता हैं। एफ-टाईप की सौर ज्वालाओं से सबद्ध किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) भू-चुंबकीय सक्रियता (Geo-magnetic activity) के साथ कोई मजबूत संबंध नहीं दर्शाता हैं।[7]

सौर न्यूनतम (Solar minimum) की अवधि में विषुवतीय क्षेत्र (Equa torial region) के आस-पास किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CMEs) दिखाई देते हैं, जबकि सौर महत्तम (Solar maximum) की अवधि में किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CMEs) सभी अक्षाँशों (latitudes) पर दिखाई देते हैं। अधिकांश बड़े भू-चुंबकीय तूफान ($DST \leq -200nT$) प्रभामंडल किरीट द्रव्यमान निष्कासन (Halo CME) से संबद्ध होते है। जो स्पष्ट रूप से इंगित करते हैं कि वे (Halo CME) बड़े भू-चुंबकीय तूफानों के उत्पादन का मुख्य कारण हैं।[8]

यह पाया गया है कि प्रयोग में कम से कम छोटे समय अंतरालों (0.02 सेकंड) तक, अंतरिक्ष किरणों का आगमन पूर्ण समय यादृच्छिकता से अपेक्षित नियम का पालन करता हैं, और इसलिए उनका व्यवहार रेडियो एक्टिवता स्त्रोतों से विकिरणों द्वारा दिखाए गए व्यवहार के समान होता है। अंतरिक्ष किरणों के मामले में समय यादृच्छिकता से विचलन का पता लगाने की संभावना पर चर्चा की गई है।[9]

अध्ययन से पता चलता है कि प्रभामंडल किरीट द्रव्यमान निष्कासन (halo CMEs) की घटना के 42 से 48 घटें बाद बड़ी संख्या में तीव्र और दीर्घ भू-चुंबकीय तूफान आते हैं। तीव्र और दीर्घ भू-चुंबकीय तूफानों के शुरू होने से 54 से 60 घंटे पहले की अवधि में आंशिक प्रभामंडल किरीट द्रव्यमान निष्कासन (partial halo CME) की आवृत्ति अधिकतम होती हैं। भू-चुबंकीय तूफान के शुरू होने के 90 घण्टे पहले होने वाले किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) की घटना और भू-चुंबकीय तूफानों की संख्या के बीच सहसंबंध गुणांक 0.881 पाया गया। इससे पता चला कि दोनों प्राचल अत्यधिक सहसंबद्ध हैं। यह अध्ययन अंतरिक्ष-मौसम प्रभावों के लिए उपयोगी हो सकता है।[10]

इस प्रकार यह यथोचित रूप से निश्चित प्रतीत होता है कि सौर ज्वाला के कारण अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता में वृद्धि सूर्य से आने वाले आवेशित कणों के कारण होती है जो किसी ऐसी क्रियाविधि द्वारा त्वरित होते हैं जो ज्वाला से संबंद्ध होती हैं। तीव्रता में शेष परिवर्तन निसंदेह सौर परिवार की चुम्बकीय द्रव गतिकी अवस्था द्वारा सौर परिवार के बाहर से आने वाले अंतरिक्ष किरणों के स्थायी अभिवाह पर आरोपित विक्षोभ हैं। तीव्रता के इन विक्षोभों को प्रभावित करने वाली क्रियाविधि स्पष्ट रूप से समक्ष में नही आई हैं।[11]

सूर्यमंडल (heliosphere) के माध्यम से किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) के प्रक्षेप पथ और आस-पास की सौर पवन (solar wind) के साथ उनकी अंतः क्रिया को समझने से पृथ्वी पर उनके प्रभाव को निर्धारित करने में मदद मिलती हैं। किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) परिवर्तनशील सौर पवन (Solar wind) के साथ अंतः क्रिया करते समय अपने प्रसार की दिशा झुकाव और अन्य गुणों में परिवर्तन के अधीन होते हैं। हमने STEREO पर लगे हीलियो स्फीयर इमेजरी (heliosphere imagery - HI) के दृश्य क्षेत्र (field of view-fov) में अप्रैल 2010 से अगस्त 2018 के दौरान देखे गए 15 पृथ्वी प्रभावी किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) के सूर्यमंडलीय प्रसार की जांच की 15 घटनाओं में से लगभग आधी घटनाओं में 40R0 तक स्व-समरूप प्रसार हुआ। शेष घटनाओं में अक्षांश, देशांतर या झुकाव में परिवर्तन देखा गया।[12]

किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) सौर सक्रियता (solav activity) का प्रमुख संकेतक हैं, विशेष रूप से सूर्यमंडल में क्षणिक घटनाओं के परिणामों के संदर्भ में (CME) की घटना दर सूर्यधब्बों की संख्या (Sun spot number-SSN) के साथ निकट सहसंबंध प्रदर्शित करती है। कैरिंगटन घूर्णन अवधि में (Carrington rotation period) किरीट द्रव्यमान निष्कासन की अवधि औसत चाल (maximum average CME speeds) विक्षोभ तूफान समय सूचकांक(DST) के साथ अच्छा संहसंबंध प्रदर्शित करती है।[13]

सौर चक्र 23 की अवधि में (CME) की घटना मंदाकिनीय अंतरिक्ष किरणों (Galactic cosmic rays- GCR) की तीव्रता में दीर्घकालिक परिवर्तन हुआ। घनात्मक सौर चक्र की अवधि में उच्च अक्षांश पर स्थित (CME) और (GCR) की तीव्रता के बीच एक उच्च सहसंबंध (high correlation) पाया गया। ऋणात्मक सौर चक्र की अवधि में निम्न अंक्षाश पर स्थित (CME) और (GCR) के बीच अच्छा सहसंबंध (a good correlation) पाया गया।[14]

1-2 सितंम्बर 1859 का चुंबकीय तूफान इतिहास में दर्ज सबसे तीव्र चुबकीय तूफान था। 1 सितंबर 1859 के कैरिंगटन सौर ज्वाला (Carrington solav flare) से संबद्ध चुंबकीय मेघ निष्कासन (magnetic cloud ejection-MCE) के कारण पृथ्वी पर विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) = -1760nT का तूफान आया। यह भारत के कोलाबा (मुम्बई), स्थानीय दोपहर चुबंकीय अनुक्रिया H=1600+ 10nT के अनुरूप हैं।

1-2 सितंम्बर 1859 की सौर ज्वाला ऊर्जा (solav flare energy) और संबंद्ध किरीट द्रव्यमान निष्कासन की चाल (CME speed) दोनों बहुत अधिक प्रेक्षित की गई।

इस लेख में हमने तुलनात्मक उद्देश्यों के लिए 1859 के सौर ज्वाला और अन्य तीव्र सौर ज्वालाओं की तीव्रता पर चर्चा की हैं। यद्यपि यह प्रत्याशित (Expected) नहीं है कि ज्वालाओं की प्रबलता और अन्तरा ग्रहीय किरीट द्रव्यमान निष्कासन (interplanetary CME) की चाल एवं चुंबकीय तीव्रता के बीच कोई गहरा संबंध हो, सबसे तीव्र चुंबकीय तूफान वास्तव में तीव्र सौर ज्वालाओं से संबंद्ध होते हैं, अर्थात् दोनों परिघटनाओं का एक सामान्य कारण हैं सूर्य पर चुंबकीय पुनर्योजन (Recombination/magnetic reconnection)। एक साथ आने वाले पूर्ण (perfect) चुंबकीय तूफान के प्रभाव प्रलयकारी हो सकते हैं।[15]

पुनः सौर धब्बे स्वयं सौर प्रभाव के वास्तविक स्त्रोत नहीं हो सकते हैं, बल्कि केवल लक्षण हैं कि कुछ घटित हो रहा है, पहले ही हो चुका है या बस होने वाला है, जो पृथ्वी पर प्रभाव डालता है।[16]

क्रियाविधि

- **क्री विश्लेषण (chree analysis)**

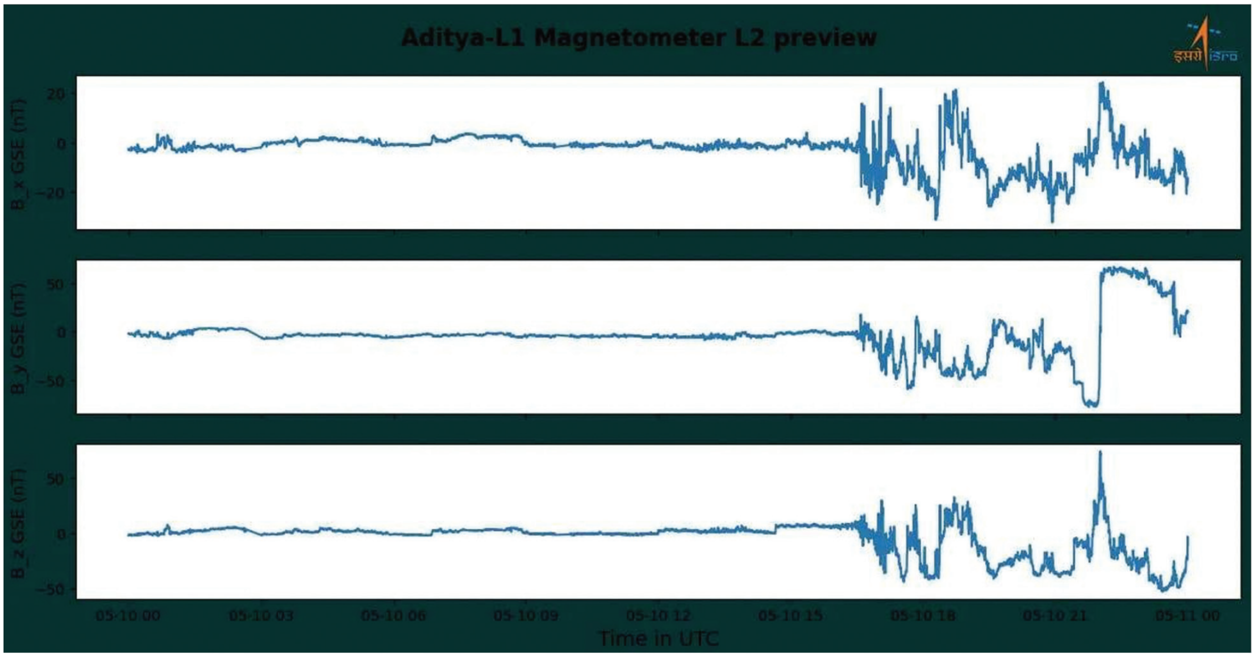
क्री विश्लेषण विधि का उपयोग सर्वप्रथम वैज्ञानिक चार्ल्स क्री (charles chree) ने सौर भौतिकी (Salor phsics) में किसी विशेष घटना जैसे किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) के लिए किया। इसमें घटना के दिन को (Zero epoch day अथवा day of event और onset day) कहते हैं। इसमें घटना के दिन (Zero epoch day) के पाँच दिन पहले (-5, -4, -3, -2, -1) और 10 दिन बाद (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) सभी डेटा का अध्यारोपण (Superposition of all data) कर किसी विशेष घटना (CME) का अध्ययन किया जाता है।

(10/05/2024 Zero epoch day) 18:54:06 (UTC) पर (CME) की घटना हुई।

हमने (CME) की घटना (10-05-2024) के पाँच दिन पहले (05-05-2024) से 10 दिन बाद (20-05-2024) तक अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), (CME speed, Tp, Np, BzGSM, DST) का क्री विश्लेषण (Chree analysis) किया।

- **प्रतिशत विचलन-(percentage deviation)**

अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता में प्रतिशत विचलन (CRI % deviation) के लिए (CRI) के प्रायोगिक मान (ग्प) में से (CRI) का माध्य मान (Xm) घटाते हैं, और फिर (CRI) के माध्य मान (Xm) से भाग देकर 100 से गुणा करते हैं।



चित्र 1 — भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) के आदित्य- L1 के मैग्नेटोमीटर द्वारा अन्तराग्रहीय चुम्बकीय क्षेत्र के GSE घटक (BxGSE, ByGSE, BzGSE) का (CME) की घटना (10-05-2024) के दिन अवलोकन

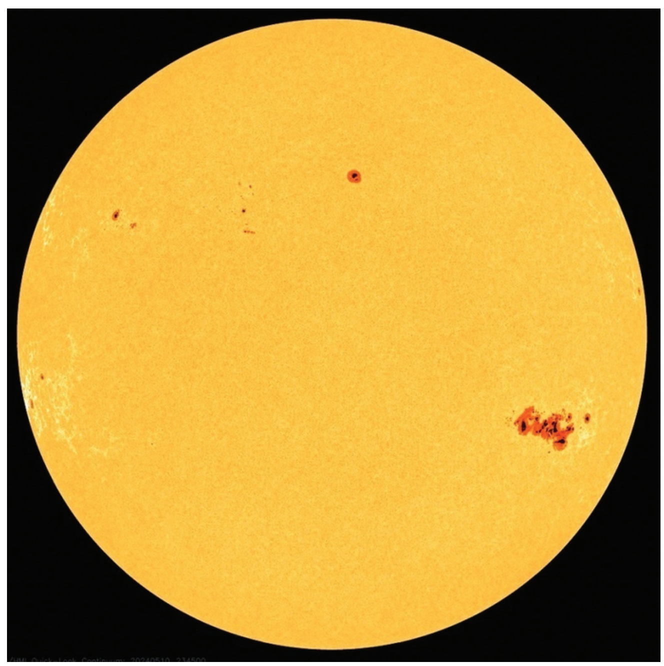
अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता में प्रतिशत विचलन CRI % deviation = $\frac{Xi - Xm}{Xm} X\ 100$

जहां Xi = चर X का i वां मान

Xm = चर X का माध्य

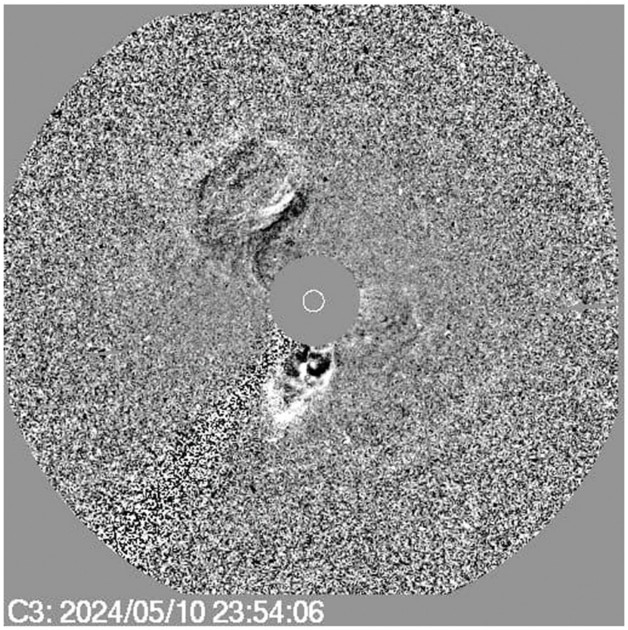
- इस शोध पत्र में हमने अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) का औसत दैनिक मान (Cut off rigidity) = 0.81GV ऑउलु न्यूट्रॉन मॉनीटर स्टेशन Oulu neutron monitor station (http://cr0.izi-miran.ru) से 05-05-2024 से 20-05-2024 तक लिया हैं। CME Speed का डेटा (cdaw.gsfc.nasa.gov/CME list) से लिया गया हैं। Tp, Np, BzGSM, DST का डेटा (omniweb.gsfc.nasa.gov) से लिया गया हैं। अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के GSE घटक (BxGSE, ByGSE, BzGSE) का डेटा इसरो की बेबसाइट (pradan1.issdc.gov.in) से लिया गया है (चित्र-01)। NOAA सक्रिय क्षेत्र AR13664 का डेटा (sdo.gsfc.nasa.gov) से लिया गया हैं (चित्र-02)। किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) की घटना 10 मई 2024 के दिन (Zero epoch day)

23:54:06 UT पर SOHO LASCO CORONAGRAPH (C3) द्वारा दर्ज हुई (चित्र-03)। 05-05-2024 से 20-05-2024 की अवधि में चरों के मध्य सहसंबंध के लिए हमने रनिंग क्रॉस सहसंबंध विधि का उपयोग किया है।[11]



चित्र 2 — सूर्य के संक्रिय क्षेत्र (सूर्य धब्बा) NOAA AR13664 से किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) (10-05-2024)

- इसरो आदित्य एल 1 मैग्नेटोमीटर (ISRO Aditya-L1 Magnetometer) आदित्य एल 1 पर लगा चुंबकत्व मापी (Magnetometer) अंतरिक्ष यान के स्थान पर स्थानीय अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र



चित्र 3 — SOHO/LASCO Coronagraph-3 से किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) की घटना (10-05-2024) को 23:54:06 UT पर दर्ज हुई।

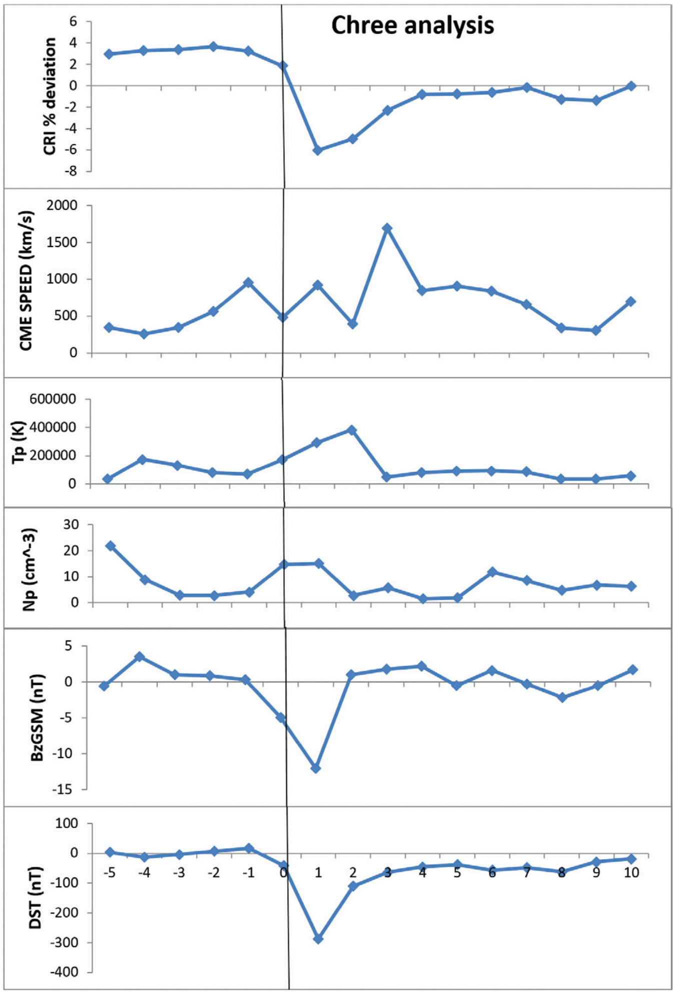
(Interlanetary magnetic field- IMF) का निरंतर माप (Data) प्रदान करता है। पेलोड में दो समान त्रि-अक्षीय फलक्स द्वारा चुंब. कत्वमापी शामिल हैं जो अंतरिक्ष यान से 3 मीटर और 6 मीटर की दूरी पर एक दण्डिका पर स्थापित हैं। 6 मीटर पर स्थित संवेदक (Seensor) को MAG 1 और 3 मीटर पर स्थित संवेदक को MAG 2 नाम दिया गया है। चुंबकत्वमापी IMF के साथ-साथ अंतरिक्षयान क्षेत्र के एक धीमी गति से परिवर्तनीय घटक को भी प्रग्रहण करता है। दोनों संवेदकों के आंकड़ा सेट (data set) का उपयोग अंतरिक्षयान प्रेरित घटक की पहचान करने और उसे माप से अलग करके IMF प्राप्त करने के लिए किया जाता है। स्तर 2 का आंकडा सेट GSE, GSM जैसे विभिन्न मानक तंत्रों में न्यूनतम 10 सेकेण्ड की गति पर प्रदान किया जाता है। ये माप सौर चालित IMF की गतिकी और पृथ्वी के चुंबक मंडल (magnetoshere) पर इसके प्रभाव का अध्ययन करने में उपयोगी हैं।

परिणाम एवं विवेचना

चित्र 4 से स्पष्ट हैं कि किरीट द्रव्यमान निष्कासन (CME) की घटना के दिन (Zero epoch day 10-05-2024) में अंतरिक्ष

rkfydk

Ø-l-	fnu Days	CRI वसनसन	CRI% Deviation	CME Speed km/s	PROTON Temperature	PROTON Density	BzGSM nT	DST nT
1	05—05—2024	5935	2.966	344	36071	21.9	—0.6	3
2	06—05—2024	5952	3.261	257	175303	8.9	3.5	—14
3	07—05—2024	5959	3.383	344	132763	2.8	1.0	—4
4	08—05—2024	5974	3.643	563	81458	2.7	0.9	7
5	09—05—2024	5950	3.226	956	69165	4.0	0.3	18
6	10—05—2024	5871	1.856	480	173182	14.7	—4.9	—41
7	11—05—2024	5416	—6.037	920	291602	15.1	—12.0	—287
8	12—05—2024	5479	—4.944	393	383160	2.7	1.0	—111
9	13—05—2024	5632	—2.290	1690	50055	5.7	1.8	—63
10	14—05—2024	5716	—0.832	845	81458	1.4	2.2	—45
11	15—05—2024	5720	—0.763	906	91548	1.7	—0.5	—38
12	16—05—2024	5727	—0.641	836	93199	11.8	1.6	—56
13	17—05—2024	5755	—0.156	657	85216	8.4	—0.3	—48
14	18—05—2024	5692	—1.249	341	35602	4.7	—2.2	—62
15	19—05—2024	5685	—1.370	306	33858	6.7	—0.5	—29
16	20—05—2024	5762	—0.034	699	58460	6.3	1.7	—19



चित्र 4 — अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), किरीट द्रव्यमान निष्कासन की चाल (CRI), प्रोटॉन तापमान (Tp), प्रोटॉन घनत्व (Np), अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (BzGSM) और विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) का 05-05-2024 से 20-05-2024 तक कि विश्लेषण (Chree analysis)A (CME) की घटना का दिन (Zero epoch day) 10-05-2024 है।

किरणों की तीव्रता में प्रतिशत विचलन (CRI%deviation) का आ.सत दैनिक मान (1.856) रहा। (CME) की घटना (10-05-2024) के (-5,-4,-3,-2, -1) दिन पहले (CRI % deviation) का औसत दैनिक मान क्रमशः (2.966, 3.261, 3.383, 3.643, 3.226) रहा। CME की घटना (10-05-2024) के (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) दिन बाद (CRI % deviation) का औसत दैनिक मान क्रमशः (-6.037, -4.944, -2.290, -0.832, -0.763, -0.641, -0.156, -1.249, -1.370, -0.034) रहा। (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में (CRI % deviotion) का माध्य (Mean) (0.0011875) रहा। CME की घटना (10-05-2024) के 5 दिन पहले (CRI % deviation) का माध्य (3.295) और 10 दिन बाद (-1.831) रहा। (CRI % deviation) का औसत दैनिक मान (CME) की घटना (10-05-2024) के अगले दिन (11-05-2024) मैं न्यूनतम (-6.037) और (08-05-2024) में अधिकतम (3.643) रहा।

CME की घटना के दिन (10-05-2024) में (CME Speed) का औसत दैनिक मान (480) km/s रहा। CME की घटना के (-5, -4, -3, -2, -1) दिन पहले (CME Speed) का औसत दैनिक मान क्रमशः (344,257,344,563,956) km/s रहा। CME की घटना के (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) दिन बाद CME Speed का औसत दैनिक मान क्रमशः (920, 393,1690, 845, 906,836,657,341,306,699) km/s रहा। CME की घटना के 5 दिन पहले CME Speed का माध्य (492.8) km/s रहा। CME की घटना के 10 दिन बाद CME Speed का माध्य (759.3) km/s रहा। (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में CME Speed का माध्य (658.562) km/s रहा। CME Speed का औसत दैनिक मान (13-05-2024) में अधिकतम (1690) km/s और (06-05-2024) में न्यूनतम (257) km/s रहा।

CME की घटना के दिन (10-05-2024) में प्रोटॉन तापमान (proton temperature-Tp) का औसत दैनिक मान (173182)K रहा। CME की घटना के (-5, -4,-3,-2,-1) दिन पहले प्रोटॉन तापमान (Tp) का औसत दैनिक मान क्रमशः (36071, 175303, 13263, 81458, 69165)K रहा । CME की घटना के (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) दिन बाद प्रोटॉन तापमान (Tp) का औसत दैनिक मान क्रमशः (291602, 383160, 50055, 81458, 91548, 93199, 85216, 35602, 33858, 58460) K रहा। CME की घटना के 5 दिन पहले प्रोटॉन तापमान का माध्य (98952) K रहा। CME की घटना के 10 दिन बाद प्रोटॉन तापमान का माध्य (120415.8) K रहा। (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में प्रोटॉन तापमान का माध्य (117006.25) K रहा। प्रोटॉन तापमान का औसत दैनिक मान (12-05-2024) में अधिकतम (383160) K और (19-05-2024) में न्यूनतम (33858 K) रहा।

CME की घटना के दिन (10-05-2024) में प्रोटॉन घनत्व (proton density-Np) का औसत दैनिक मान (average daily value) (14.7) सेमी-3 रहा। (CME) की घटना के (-5,-4,-3,-2,-1) दिन पहले प्रोटॉन घनत्व (Np) का औसत दैनिक मान क्रमशः (21.9,8.9,2.8,2.7,4.0) सेमी^{3} रहा। (CME) की घटना के (1,2,3,4,5,9,6,7,8,9,10) दिन बाद प्रोटॉन घनत्व Np का औसत दैनिक मान क्रमशः (15.1,2.7,5.7,1.4,1.7,11.8,8.4,4.7,6.7,6.3) सेमी^{3} रहा। (CME) की घटना के 5 दिन पहले प्रोटॉन घनत्व Np का माध्य (8.06) सेमी-3 रहा। (CME) की घटना के 10 दिन बाद प्रोटॉन घनत्व Np का माध्य (6.45) सेमी^{3} रहा। (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में प्रोटॉन घनत्व Np का माध्य (7.468) सेमी^{3} रहा। प्रोटॉन

घनत्व Np का औसत दैनिक मान (05-05-2024) में अधिकतम (21.9) सेमी$^{-3}$ और (14-05-2024) में न्यूनतम (1.4) सेमी$^{-3}$ रहा।

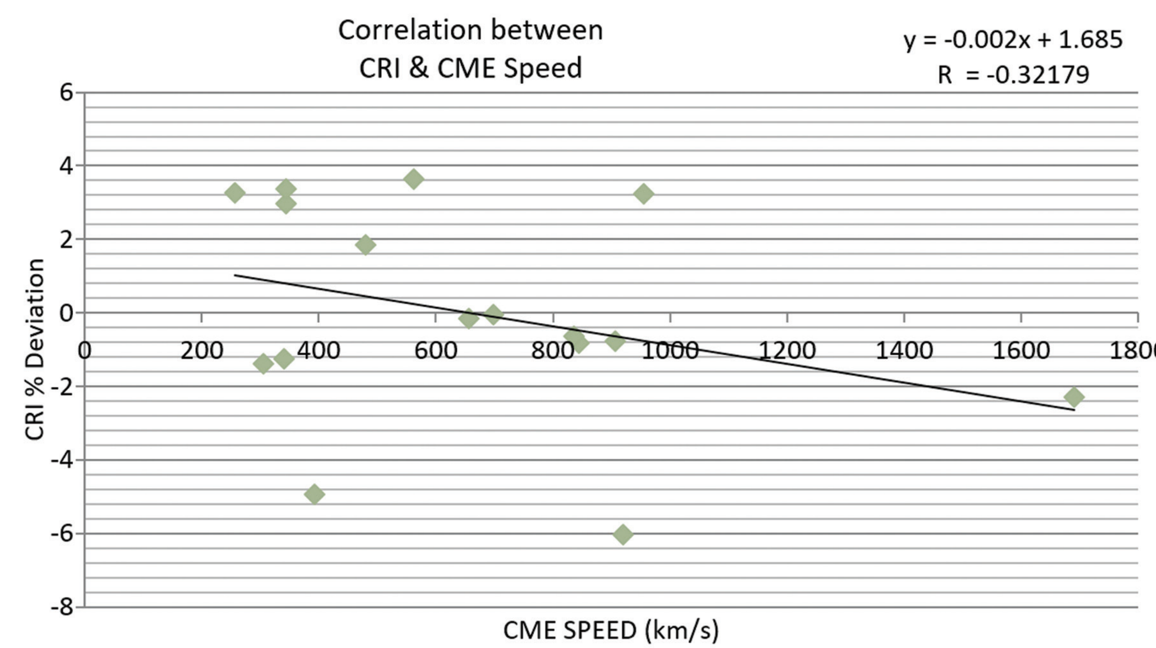
(CME) की घटना के दिन (10-05-2024) में अन्तराग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (Southward component of interplanetary magnetic field-BzGSM) का औसत दैनिक मान (average daily value) (-4.9)nT रहा। (CME) की घटना के (-5,-4,-3,-2,-1) दिन पहले (BzGSM) का औसत मान क्रमशः (-0.6,3.5,1.0,0.9,0.3) nT रहा। (CME) की घटना के (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) दिन (BzGSM) का औसत दैनिक मान क्रमशः (-12.0,1.0,1.8,2.2,-0.5,1.6,-0.3,-2.2,-0.5,1.7) nT रहा। (CME) की घटना के 5 दिन पहले (BzGSM) का माध्य (1.02) nT रहा। (CME) की घटना के 10 दिन बाद (BzGSM) का माध्य (-0.72) nT रहा। (BzGSM) का औसत दैनिक मान (06-05-2024) में अधिकतम (3.5) nT और (11-05-2024) में न्यूनतम (-12.0) nT रहा।

(CME) की घटना के दिन (10-05-2024) में विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) का औसत दैनिक मान (-41) nT रहा।

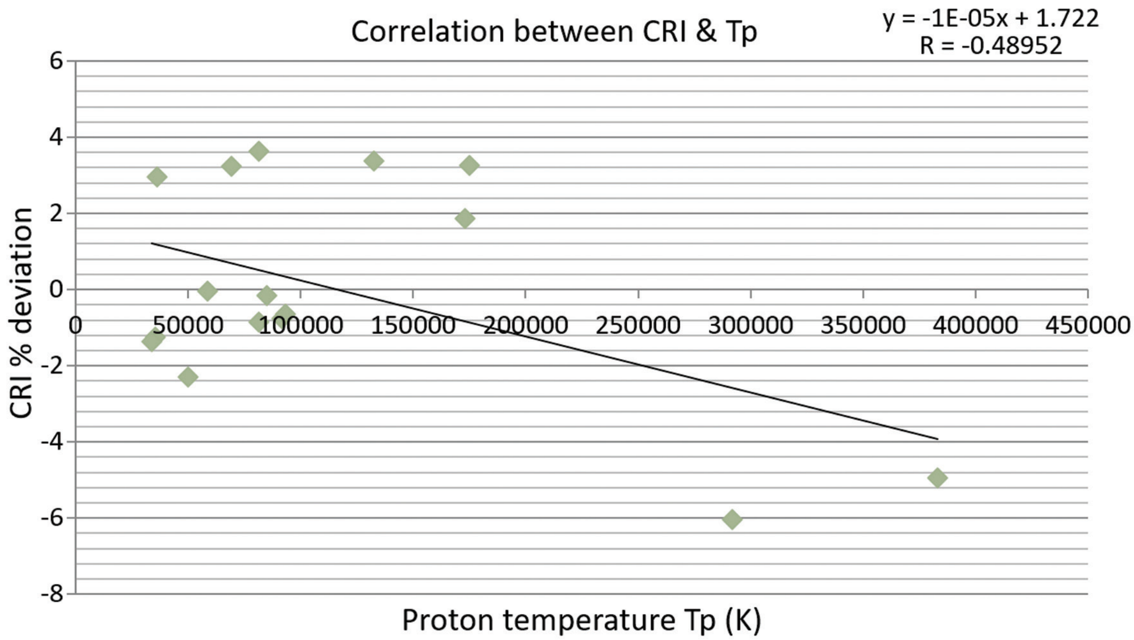
(CME) की घटना के (-05,-4,-3,-2,-1) दिन पहले (DST) का औसत दैनिक मान क्रमशः (3,-14,-4,7,18) nT रहा। (CME) की घटना के (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) दिन बाद DST का औसत दैनिक मान क्रमशः (-287,-111,-63,-45,-38,-56,-48,-62,-29, -19) nT रहा। (CME) की घटना के 5 दिन पहले (DST) का माध्य रहा। (CME) की घटना के 10 दिन बाद (DST) का माध्य (-75.8) nT रहा। DST का औसत दैनिक मान (09-05-2024) में अधिकतम (18) nT और (11-05-2024) में न्यूनतम (-287) nT रहा।

अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), किरीट द्रव्यमान निश्कासन की चाल (CME), प्रोटॉन तापमान (Tp), प्रोटॉन घनत्व (Np), अन्तरा, ग्रहीय चुंबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (BzGSM) और विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) के मध्य (05-05-2024) से (20-05-2024) तक सहसंबंधात्मक अध्ययन करने के बाद निम्नलिखित निष्कर्ष प्राप्त हुए।

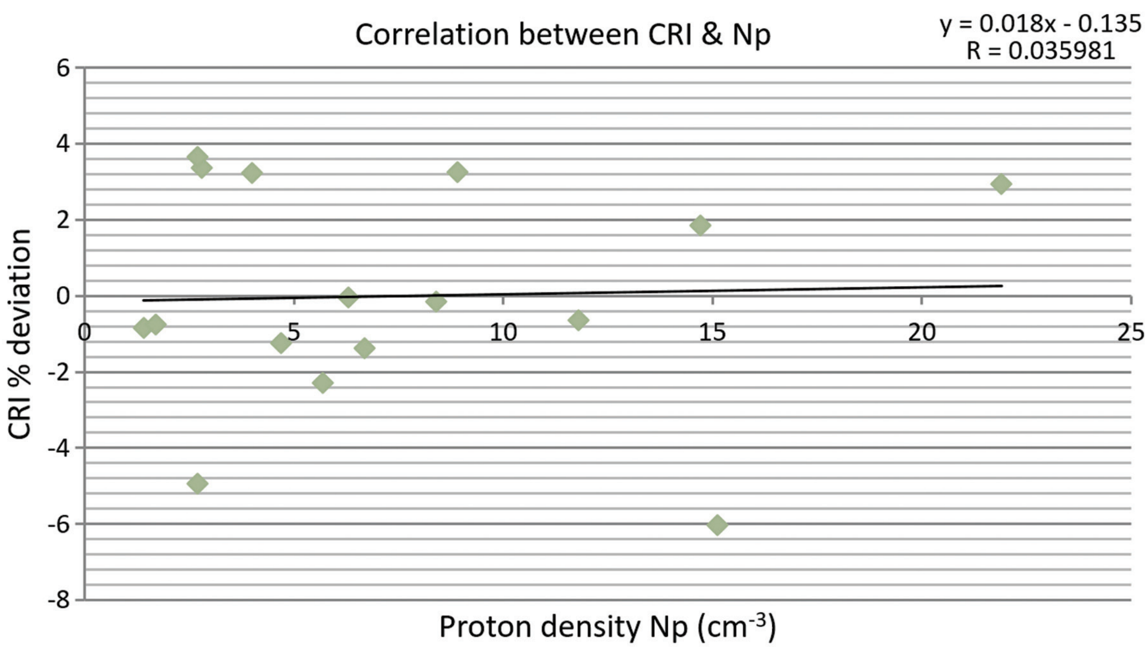
- (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), किरीट द्रव्यमान निष्कासन की चाल (CME), के साथ निम्न नकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं (चित्र 2)। (CRI) और (CME) के मध्य सहसंबंध गुणांक (R= -0.32179)
- (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), प्रोटॉन तापमान (Tp), के साथ निम्न नकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं (चित्र 3)। (CRI) और (Tp) के मध्य सहसंबंध गुणांक (R= -0.48952)
- (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), प्रोटॉन घनत्व (Np), के साथ निम्न सकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं (चित्र 4)। (CRI) और (Np) के मध्य सहसंबंध गुणांक (R= 0.035981)
- (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), अन्तराग्रहीय चुबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी



चित्र 5 — 05-05-2024 से 20-05-2024 की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) और किरीट द्रव्यमान निष्कासन की चाल (CME Speed) के मध्य सहसंबंध



चित्र 6 — (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), और प्रोटॉन तापमान (Tp) के मध्य सहसंबंध।



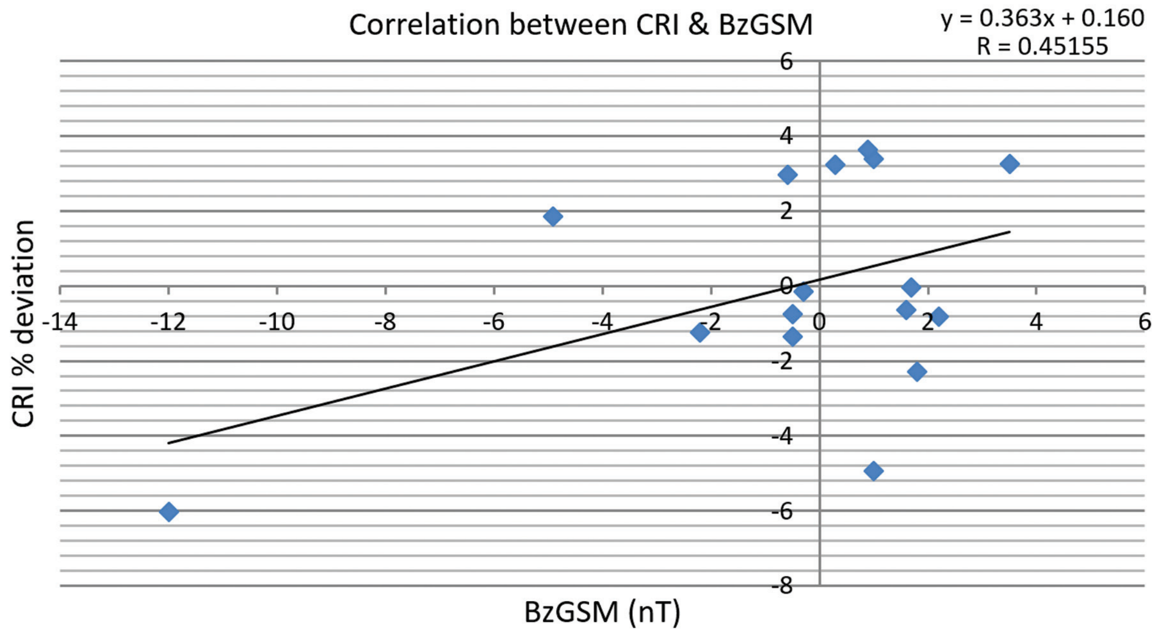
चित्र 7 — (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) और प्रोटॉन घनत्व (Np) के मध्य सहसंबंध।

घटक (BzGSM) के साथ निम्न सकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं (चित्र 5)। (CRI) और (BzGSM) के मध्य सहसंबंध गुणांक (R= 0.45155)

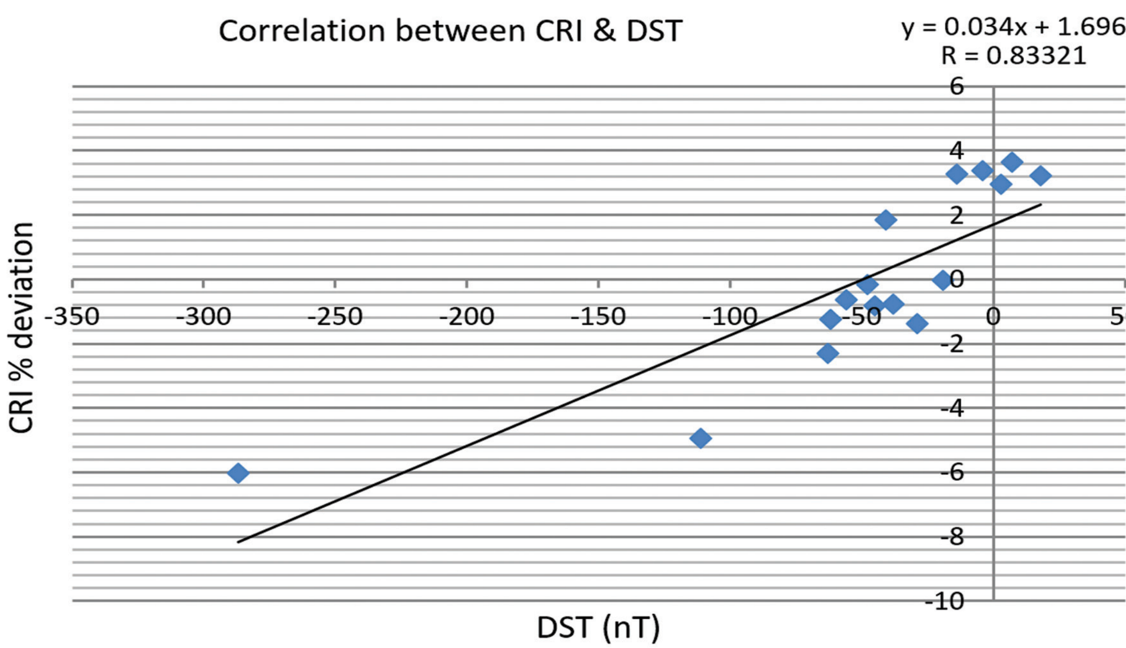
- (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI), विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) के साथ उच्च सकारात्मक सहसंबंध प्रदर्शित करती हैं (चित्र 6)। (CRI) और (DST) के मध्य सहसंबंध गुणांक (R= 0.83321)

संदर्भ

1. क्रूपेरोवा ओकसाना, क्रूपर ब्राटिसलेव, सेजेबो एडम, लेरिओ डेविड, नीव्स- चिनचिला टेरेसा, मार्टीनेज ओलिवेरोस, जुआन कार्लोस,



चित्र 8 — (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) और अन्तराग्रहीय चुबकीय क्षेत्र के दक्षिणमुखी घटक (BzGSM) के मध्य सहसंबंध।



चित्र 9 — (05-05-2024) से (20-05-2024) की अवधि में अंतरिक्ष किरणों की तीव्रता (CRI) और विक्षोभ तूफान समय सूचकांक (DST) के मध्य सहसंबंध।

2024, ''अनवीलिंग द इंटरप्लेनेटरी सोलर रेडियों बर्स्ट ऑफ द 2024 मदर्स डे सोलर स्टोर्म'', द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लेटर, खंड- 970% L13, पृष्ट सं. 1-7.

2. कुमार संदीप, श्रीवास्तव नन्दिता, गोपालस्वामी नट, दाश आशुतोष, 2024, ''ऑन द इन्फलुएन्स ऑफ द सोलर विंड ऑन द प्रोपेगेशन ऑफ अर्थ- इम्पेक्टिंग कोरोनल मास इजेक्शन्स'', द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, खंड- 977:57, पृष्ठ संख्या- 1-10.

3. वरवडे के. देवेन्द्र, जोथे के. मुकेश, सिंह महेन्द्र, श्रीवास्तव के. पंकज, 2022, स्टडी ऑफ लोग टर्म टाइम बेस्ड रिलेशनशिप बिटवीन कोरोनल मास इजेक्शन एण्ड जियोमेग्नेटिक

स्टोर्म'', न्यूरोक्वाण्टोलॉजी, खंड-20, अंक-19, पृष्ठ सं. 3670-3678.

4. परसाई के. शिरीश, जोथे के मुकेश, सिह मेहन्द्र, श्रीवास्तव के.पंकज, 2019, स्टडी ऑफ कोरिलेषन बिटवीन सोलर विंड प्लाज्मा- फील्ड पेरामीटर्स एण्ड कॉस्मिक रेज इंटेसिटी वेरिएशन'', जर्नल ऑफ इमर्जिंग टेक्नोलॉजीज एण्ड इनोवेटिव रिसर्च, खंड-6, अंक-5, पृष्ठ सं. 143-148.

5. गोपालस्वामी एन., 2018, कोरोनल मास इजेक्शन एज ए न्यू इंडीकेटर ऑफ द एक्टिव सन'', प्रोसीडिग्स ऑफ द इंटरनेशनल एस्ट्रोनॉमिकल यूनियन, खंड-13 (एस340), पृष्ठ सं. 95-100.

6. जैन अमिता, श्रीवास्तव के. पंकज, सिंह महेन्द्र, जोथे के. मुकेश, 2016 इफेक्ट ऑफ कोरोनल मास इजेक्शन ऑन कॉस्मिक रे इंटेसिटी एण्ड जियोमेग्नेटिक इंडाइसेज फॉर द पीरियड ऑफ 1996-2013'', इंटरनेशनल जर्नल ऑफ साइंस, एन्वॉयरॉन्मेट एण्ड टेक्नोलॉजी, खंड-5, नंबर-4, पृष्ठ सं. 1820-1827.

7. चौधरी. बी, जोथे एम. के., सिंह एम., श्रीवास्तव पी. के., 2014, ''ए कमपेरेटिव स्टडी ऑफ हीलियों-लेटिटयूडीनल डिस्ट्रीब्युशन ऑफ B- टाइप एण्ड N-टाइप H α- सोलर फलेयर्स इन एसोसिएशन विद कोरोनल मास इजेक्शन ऑर फॉरवश डिक्रीसेज'', इंटरनेशनल जर्नल ऑफ साइंस, एन्वॉयरॉन्मेट एण्ड टेक्नोलॉजी, खंड-3, नंबर-5, पृष्ठ सं. 1810-1816.

8. जोथे के. मुकेश, श्रीवास्तव के. पंकज, 2011, ''इफेक्टस ऑफ रीसेन्ट सोलर इवेन्टस ऑन कॉस्मिक रेज एण्ड अर्थस् जियो मेग्नेटिक फील्ड'', इंडियन जर्नल ऑफ रेडियो-स्पेस फिजिक्स, खंड-40, पृष्ठ सं. 179-182.

9. लारा एलिजेन्ड्रो, केबेलेरो- लोपेज रोगिलिओ, 2008, ''इफेक्टस ऑफ कोरोनल मास इजेक्शन ऑन द लोंग टर्म कॉस्मिक रे मोडुलेशन'', प्रोसीडिंग्स ऑफ द 30जी इंटरनेशनल कॉस्मिक रे कॉन्फ्रेस, खंड-1 (SH), पृष्ठ सं. 299-302.

10. मिश्रा ए.पी., त्रिपाठी आर., 2006, ''केरेक्टरइस्टिक फीचर्स ऑफ कोरोनल मास इजेक्शन्स एण्ड देयर इफेक्ट ऑन जियो मेग्नेटोस्फीयर'', आइएलडब्लुएस वर्कशॉप गोआ.

11. मिश्रा वी.के., तिवारी डी. पी., 2005, ''सर्च ऑफ एप्रोप्रिएट सोलर इंडेक्स फॉर लोंग-टर्म कॉस्मिक रे वेरिएशनल स्टडीज'', 29 जी इंटरनेशनल कॉस्मिक रे कॉन्फ्रेस पुणें, खंड-2, पृष्ठ सं. 163-166.

12. सुरूतानी बी. टी., गोन्जालेज डब्लु.डी., लेखिना जी.एस., एलेक्स एस., 2003, ''द एक्सट्रीम मेग्नेटिक स्टोर्म ऑफ 1-2 सिंतम्बर 1859'', जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च, खंड-108, नंबर- ।7, पृष्ठ सं. 1268.

13. श्रीवास्तव पी. के., सिंह जी.एन., 2002, ''इन्लुएन्स ऑफ कोरोनल मास इजेक्शन ऑन जियोमेग्नेटिक एक्टिविटी डयूरिंग 1988-1993'', अर्थ, मून एण्ड प्लानेटस, खंड-91, पृष्ठ सं. .1-8.

14. फॉरबुश एस.ई., 1957, ''सोलर इन्लुएनसेज ऑन कॉस्मिक रेज'', जियोफिजिक्स, खंड-43, पृष्ठ सं. 28-41,.

15. साराभाई वी, 1942, ''द टाइम डिस्ट्रीब्युशन ऑफ कॉस्मिक रेज'', डिपार्टमेट ऑफ फिजिक्स, इंडियन इस्टीटयूट ऑफ साइंस, बेंगलोर, पृष्ठ सं. 89-104.

16. क्री सी., 1912, ''समफिनोमिना ऑफ सन स्पॉट्स एण्ड ऑफ टेरेस्ट्रियल मेग्नेटिज्म एट क्यू ऑब्जरबेटरी '', रोयल सोसायिटी पब्लिशिंग डॉट ओर्ग, पृष्ठ सं. 75-116.

17. सीएसटीटी डॉट एजुकेशन डॉट गवर्नमेंट डॉट इन, वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार.

18. विकिपीडिया द फ्री एनसाइक्लोपीडिया.