

भारत में तीन लघु अक्षांश केन्द्रों के ऊपर ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण की ओजोन सॉंदे आँकड़ों के द्वारा प्रदर्शित प्रवृत्ति

सुनील कुमार पेशीन, सिध्दार्थ सिंह और डी. के. चक्रवर्ती*

भारत मौसम विज्ञान विभाग, लोदी रोड, नई दिल्ली- ११० ००३, भारत

*पर्यावरण सर्वेक्षण केंद्र, विद्या नगर सोसाइटी २९/२५१, अहमदाबाद- ३८० ०१५, भारत

(प्राप्ति 3 नवम्बर 2014 स्वीकृत 20 फरवरी 2015)

e mail : sunil.peshin@gmail.com

सार – भारत के तीन लघु अक्षांश केन्द्रों के ऊपर ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण की प्रवृत्ति का अध्ययन ओजोन सॉंदे आँकड़ों के द्वारा किया गया है। इस अध्ययन के लिये चयनित केन्द्र दिल्ली (28° N, 77° E), पुणे (18° N, 74° E) और तिरुवनंतपुरम (8° N, 76° E) लगभग एक ही देशांतर पट्टिका (74° - 77°) में अवस्थित हैं परन्तु परस्पर 10° अक्षांश की दूरी पर हैं। इस अध्ययन में 45 वर्ष (1969-2012) के ओजोन सॉंदे आँकड़ों का विश्लेषण किया गया है तथा यह पाया गया कि अलग - अलग ऊंचाई पर ओजोन की प्रवृत्ति तीनों केन्द्रों पर भिन्न - भिन्न है। वायुमंडल में शिखर ओजोन स्तर और शिखर ओजोन स्तर की ऊंचाई प्रतिवर्ष सौर पराबैंगनी-बी विकिरण की परिवर्तशीलता के कारण भिन्न - भिन्न पायी गयी है।

सूचक शब्द – ऊर्ध्वाधर वितरण, सौर गतिविधि, पराबैंगनी विकिरण, वायुमंडल।

ABSTRACT. This study examines the trends in the vertical distribution of ozone over three low latitude stations in India. The stations are Delhi (28° N, 77° E), Pune (18° N, 74° E) and Thiruvananthapuram (8° N, 76° E) lying in the almost same longitude belt (74-77°) but separated by 10° latitude. The balloon ozonesonde data of 45 years (1969 – 2012) have been analyzed. It has been found that ozone trends at different altitudes are different for three stations. The peak value and the altitude of peak value vary from year to year. This is due to solar UV-B variation.

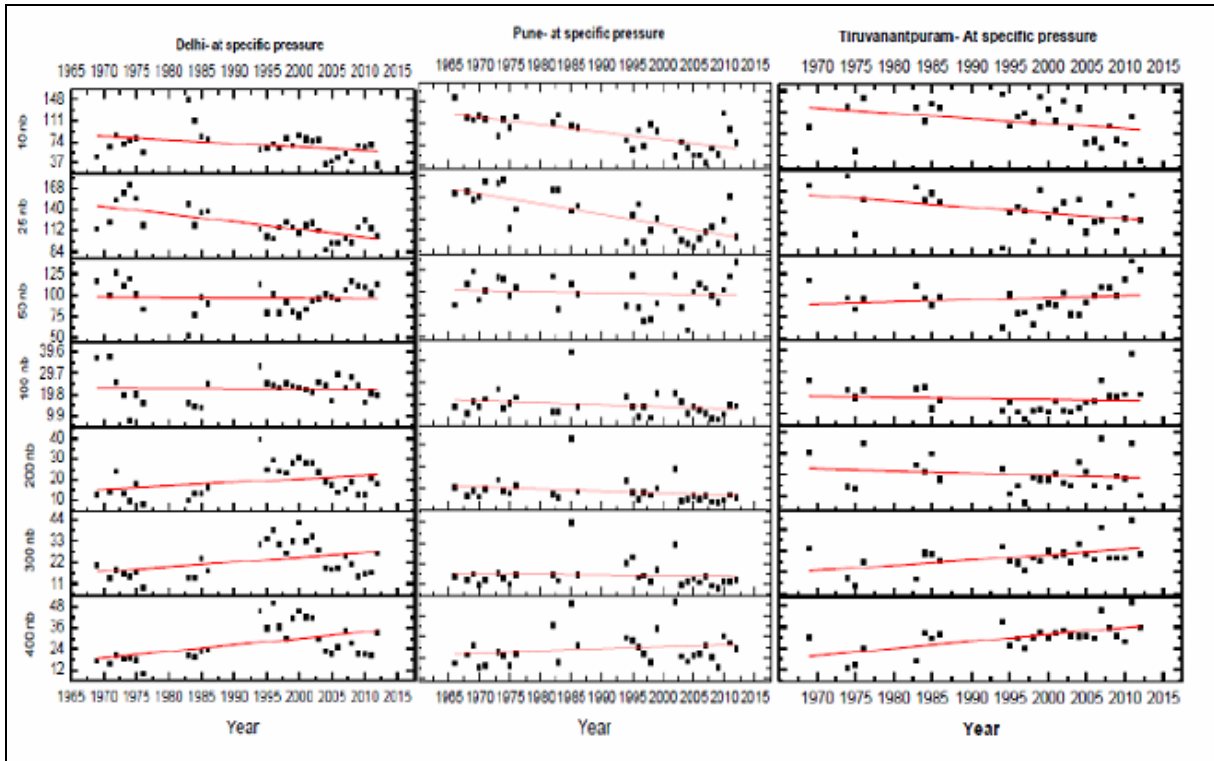
Key words – Vertical distribution, Solar activity, Ultraviolet radiation, Atmosphere.

1. प्रस्तावना

वायुमंडल में भिन्न - भिन्न ऊंचाई पर ओजोन की भूमिका अलग है। समताप-मंडलीय ओजोन, वायुमंडल में, उष्ण संरचना को नियंत्रित करता है, वहीं क्षोभ-मंडलीय ओजोन वैश्विक तापमान वृद्धि और जलवायु परिवर्तन को प्रभावित करता है। जलवायु परिवर्तन और वैश्विक तापमान वृद्धि के भविष्य के स्तर की किसी भी भविष्यवाणी के लिए ओजोन की ऊर्ध्वाधर वितरण संरचना का सही ज्ञान होना आवश्यक है। लेकिन एक लंबे समय से ज्यादातर अध्ययन सम्पूर्ण ओजोन की प्रवृत्ति पर किया जा रहा है (देखें चक्रवर्ती *et al.*,

1998; WMO, 1999, 2003, 2007, 20011; IPCC, 2013, और वहाँ सूचित संदर्भ)। लेकिन ऊर्ध्वाधर ओजोन के वितरण पर अध्ययन कम ही है (लोगान, 1994; लोगान *et al.*, 1999)। यद्यपि इस विषय पर एक समीक्षा लेख, शायद, पहली बार 1999 (Randel *et al.*, 1999) में प्रकाशित हुआ था लेकिन ज्यादा ध्यान पिछले एक दशक के दौरान इस विषय का अध्ययन करने पर नहीं दिया गया।

Ogino *et al.* (2013) में उत्तरी उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्र के ऊपर ओजोन वितरण का अध्ययन, हनोई में एकत्रित ओजोन सॉंदे आँकड़ों के द्वारा किया गया है।



चित्र. 1. वर्ष 1969-2012 में दिल्ली, पुणे और तिरुवनंतपुरम में विभिन्न ऊंचाईयों (hPa) पर ओजोन सांद्रता (in nb) की प्रवृत्ति

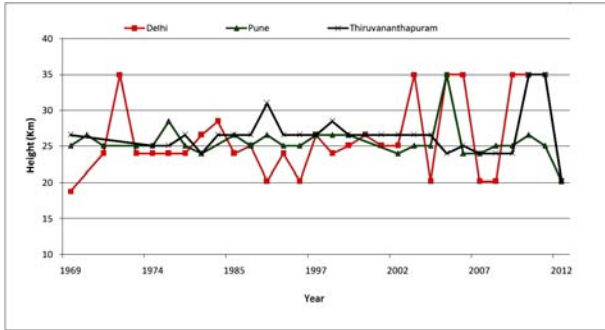
वर्तमान समय में कई शोधपत्र (जैसे Kyrola *et al.* 2013) एसीपी के एक विशेष अंक में प्रकाशित किए गए। लेकिन लघु अक्षांश क्षेत्र पर अध्ययन अभी भी विरल है। इस अध्ययन में, हमने पिछले 45 वर्षों के दौरान लिये ओजोन सॉदे आँकड़ों के अवलोकन का उपयोग कर तीन लघु अक्षांश भारतीय केन्द्रों के ऊपर क्षोभ मंडल और समताप मंडल की अलग-अलग ऊंचाई पर ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण की प्रवृत्ति का अध्ययन किया है।

2. आधार-सामग्री

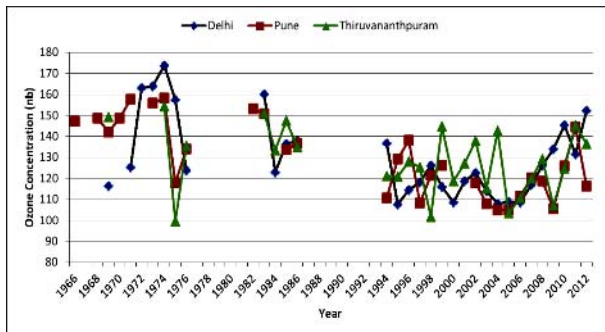
उपर्युक्त के अध्ययन के लिए, एक लंबी अवधि के आँकड़ों की जरूरत है। भारत मौसम विज्ञान विभाग, भारत के विभिन्न स्थानों पर ओजोन सॉदे द्वारा ओजोन (O_3) के ऊर्ध्वाधर वितरण की वायुमंडलीय सांद्रता का मापन कर रहा है। हमने 1969 - 2012 के दिल्ली, पुणे और तिरुवनंतपुरम के ओजोन सॉदे आँकड़ों को अध्ययन के लिए चयनित किया है।

3. परिणाम

चित्र 1 ओजोन सांद्रता (एचपीए) की प्रवृत्ति वर्ष 1969 - 2012 में अलग-अलग ऊंचाई (एचपीए) पर तीन स्थानों के लिए दर्शाता है। अलग - अलग ऊंचाई पर ओजोन की प्रवृत्ति तीनों केन्द्रों पर अलग - अलग है। दिल्ली में 10 और 25 एचपीए के स्तर पर ओजोन की एक घटती हुई प्रवृत्ति है, 50 और 100 एचपीए स्तरों पर लगभग कोई प्रवृत्ति नहीं है और 200, 300 और 400 एचपीए स्तरों पर समय के साथ एक बढ़ती हुई प्रवृत्ति है। पुणे में 200, 100, 25 और 10 एचपीए के स्तर पर एक घटती हुई प्रवृत्ति है, 300 और 50 एचपीए स्तरों पर, कोई प्रवृत्ति नहीं है, और 400 एचपीए स्तर पर एक बढ़ती हुई प्रवृत्ति समय के साथ है। तिरुवनंतपुरम के लिए 200, 25 और 10 एचपीए स्तरों पर एक घटती हुई प्रवृत्ति, 400, 300 और 50 एचपीए



चित्र. 2. वर्ष 1969 - 2012 में दिल्ली, पुणे और तिरुवनंतपुरम में शिखर ओजोन मूल्य (POV) की ऊंचाई



चित्र. 3. वर्ष 1969 - 2012 में दिल्ली, पुणे और तिरुवनंतपुरम में शिखर ओजोन मूल्य (POV)

स्तरों पर एक बढ़ती हुई प्रवृत्ति, और 100 एचपीए स्तर पर कोई प्रवृत्ति समय के साथ नहीं है। इन गुणों को तालिका 1 में सारणीबद्ध रूप में दिखाया गया है। साधारणतया यह आशा की जाती है कि tropopause के नीचे ओजोन सांद्रता के घटते रुझान और tropopause से ऊपर एक बढ़ती हुई प्रवृत्ति हो जायेगी लेकिन इस सब स्थानों पर यह प्रवृत्ति नहीं पायी गयी है। Tropopause लगभग 100 एचपीए की ऊंचाई पर स्थित है। चित्र 1 दर्शाता है कि इस ऊंचाई पर दिल्ली और तिरुवनंतपुरम में ओजोन सांद्रता में कोई प्रवृत्ति नहीं है लेकिन पुणे में एक घटती हुई प्रवृत्ति है।

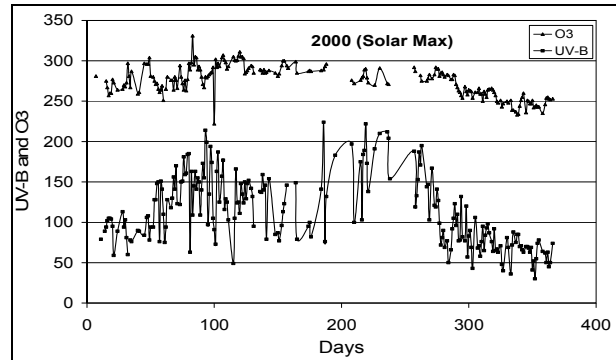
ओजोन सांद्रता वायुमंडल में ऊंचाई के साथ परिवर्तित होती रहती है। यह समताप मंडल में किसी एक ऊंचाई पर अधिकतम होती है। चित्र 2 तीन स्थानों पर विभिन्न वर्षों में शिखर ओजोन मूल्यों (POV) को दर्शाता है। चित्र 2 के अवलोकन से ज्ञात होता है कि POV प्रतिवर्ष बदलता रहता है। इसकी ऊंचाई परिवर्तन में कोई निश्चित ऋतु प्रवृत्ति नहीं है; यह 18 किमी ~ 30 किमी के बीच परिवर्तित होता है।

तालिका 1

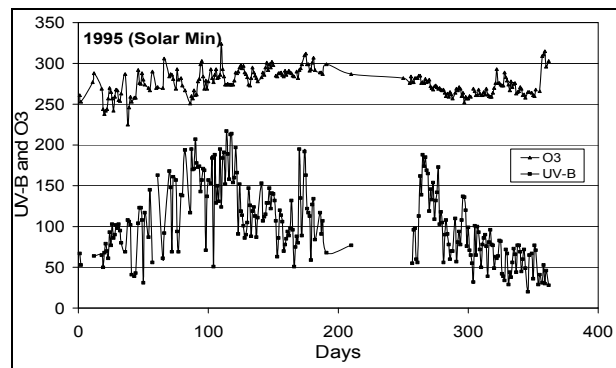
ऊंचाई व वायु दाबमान के साथ ओजोन सांद्रता की प्रवृत्ति

ऊंचाई (km)	वायु दाबमान (एचपीए)	स्थान एवम् प्रवृत्ति		
		दिल्ली	पुणे	तिरुवनंतपुरम
7.2	400	ब	ब	ब
9.1	300	ब	क	ब
11.8	200	ब	घ	घ
16.2	100	क	घ	क
20.6	50	क	क	ब
25.1	25	घ	घ	घ
31.2	10	घ	घ	घ

‘घ’ घटती हुई प्रवृत्ति, ‘क’ कोई प्रवृत्ति नहीं और ‘ब’ बढ़ती हुई प्रवृत्ति प्रदर्शित करता है



चित्र. 4(a). पृथ्वी सतह पर ओजोन मूल्यों के साथ सौर पराबैंगनी-बी विकिरण प्रवाह (सौर अधिकतम अवधि, वर्ष 2000)



चित्र. 4 (b). पृथ्वी सतह पर ओजोन मूल्यों के साथ सौर पराबैंगनी-बी विकिरण प्रवाह (सौर न्यूनतम अवधि, वर्ष 1995)

चित्र 3 वर्ष 1969 से 2012 तक शिखर ओजोन मूल्यों (POV) के एक वक्र को दर्शाता है। चित्र 3 के अवलोकन से ज्ञात होता है कि वर्ष 1969 से 1979 तक POV प्रवृत्ति तीन स्थानों के लिए अलग है। वर्ष 1979 के बाद लगभग वर्ष 2003 - 2007 तक, POV प्रतिवर्ष घटता है, तत्पश्चात POV की प्रवृत्ति तीन स्टेशनों के लिए फिर से अलग पायी गयी है।

ओजोन के शिखर मूल्य और इसकी ऊंचाई में वार्षिक परिवर्तन सौर पराबैंगनी-बी विकिरण के प्रवाह की परिवर्तशीलता की वजह से है। इस बयान के समर्थन में हम दो चित्र 4 ए, 4 बी प्रस्तुत कर रहे हैं। इन दोनों चित्रों में हमने, दिल्ली के लिए, सौर न्यूनतम और सौर अधिकतम अवधि के लिए सम्पूर्ण ओजोन मूल्यों और सान्निध्य पराबैंगनी-बी विकिरण मूल्यों को दर्शाया गया है। दोनों चित्र दर्शाते हैं कि दोनों मापदंडों की परिवर्तनशीलता समान है।

4. निष्कर्ष

भारत के तीन लघु अक्षांश केन्द्रों दिल्ली (28°N, 77°E), पुणे (18°N, 74°E) और तिरुवनंतपुरम (8°N, 76°E) के ऊपर ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण की प्रवृत्ति का अध्ययन, 45 वर्ष (1969-2012) के ओजोन सॉन्डे आँकड़ों के द्वारा किया गया है। इस अध्ययन में यह पाया गया कि अलग - अलग ऊंचाई पर ओजोन की प्रवृत्ति तीनों केन्द्रों पर अलग - अलग है। शिखर ओजोन मूल्य और इसकी ऊंचाई प्रतिवर्ष भिन्न - भिन्न पायी गयी है जिसका कारण सौर पराबैंगनी-बी विकिरण की परिवर्तनशीलता के कारण है।

आभार

हम इस पांडुलिपि की तैयारी में मदद के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग और कुमारी ममता खंडेलवाल को धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

- चक्रवर्ती, डी. के., पेशीन, एस. के., पंड्या, के. वी. और शाह, एन. सी., 1998, "भारतीय क्षेत्र के ऊपर ओजोन स्तंभ की लंबी अवधि के रुझान", *जे. जिओपिस. रिस.*, **103**, 19245-19249.
- आईपीसीसी, 2013, "जलवायु परिवर्तन पर अंतरराष्ट्रीय पैनेल", पांचवीं आकलन रिपोर्ट. <http://www.ipcc.ch/>.
- Kyrola, ई., लेन., एम., Sofieva, वी., Tamminen, जे., Paivarinta, एस. एम., Tukiainen, एस., Zawodny, जे. और थॉमसन, एल., 2013, "संयुक्त SAGEII- GOMOS ओजोन प्रोफाइल डेटा ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण के 1984-2011 और प्रवृत्ति विश्लेषण के लिए निर्धारित किया है", *Atmos. रसायन. मानसिक.*, **13**, 10645-10658.
- Logan, J.A., 1994. "ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण में रुझान: ozonesonde डेटा के विश्लेषण से", *जे. Geophys. रिस.*, **99**, 25553-25585.
- Logan, J. A., et. al., 1999. "ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण में रुझान: ozonesonde डेटा के दो विश्लेषण", *जे. Geophys. की तुलना. रिस.*, **104**, 26373-26399.
- Ogino, एस.-Y., फुजिवारा, एम., Shiotani, एम., Hasebe, एफ., मात्सुमोतो, जे., होआंग, थत, गुयेन, TTT, 2013, "उत्तरी उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्र पर ओजोन विविधताओं ozonesonde से पता चला हनोई में टिप्पणियों", *जे. Geophys. रिस. Atmos.*, **118**, 3245-3257, Doi: 10.1002 / jgrd.50348.
- Randel, W. J., Stolarski, R. S., Cunnold, डी. एम., लोगान, जावेद, Newchurch, एम. जे. और Zawodny, जे. एम., 1999, "ओजोन के ऊर्ध्वाधर वितरण में रुझान", *विज्ञान*, **285**, 1689-1692.
- डब्ल्यूएमओ, 1999, "ओजोन रिक्तीकरण के वैज्ञानिक आकलन: 1998", वैश्विक ओजोन अनुसंधान और निगरानी परियोजना रिपोर्ट नं 44, जिनेवा, स्विट्जरलैंड.
- डब्ल्यूएमओ, 2003, "ओजोन रिक्तीकरण के वैज्ञानिक आकलन: 1998", वैश्विक ओजोन अनुसंधान और निगरानी परियोजना रिपोर्ट नं 47, जिनेवा, स्विट्जरलैंड.
- डब्ल्यूएमओ, 2007, "ओजोन रिक्तीकरण के वैज्ञानिक आकलन: 1998", वैश्विक ओजोन अनुसंधान और निगरानी परियोजना रिपोर्ट नं 50, जिनेवा, स्विट्जरलैंड.
- डब्ल्यूएमओ, 2011, "ओजोन रिक्तीकरण के वैज्ञानिक आकलन: 1998", वैश्विक ओजोन अनुसंधान और निगरानी परियोजना रिपोर्ट नं 52, जिनेवा, स्विट्जरलैंड.