

THE IMPACT OF AIR POLLUTION ON TOURISTS' ARRIVAL: EVIDENCE FROM UNWTO MEMBER COUNTRIES

Pichamon KEAKIJ¹ and Watcharapong RATISUKPIMOL²

1 Faculty of Economics, Chulalongkorn University, Thailand; ggampicha@gmail.com

2 Faculty of Economics, Chulalongkorn University, Thailand; Watcharapong.r@Chula.ac.th

ARTICLE HISTORY

Received: 2 June 2023

Revised: 21 June 2023

Published: 3 July 2023

ABSTRACT

Does the current situation of increasing air pollution affect the number of tourists' arrival to the destination country? Evidence from relevant studies, both domestically and internationally, suggests that the increasing air pollution levels in the destination countries affects the tourism demand, depending on different types of air pollution and the specific country. The purpose of this study is to examine the relation and impact of air pollution on the number of tourists' arrival within the member countries of the UNWTO between 1995 to 2019. This study performs Ordinary Least Squares regression analysis by using with Fixed Effects regression in panel data by country, by year. The result reveals that the intensity of PM2.5, Nitrous oxide (N₂O) emissions, and inflation rate adversely affect the international tourists' arrival. On the other hand, the average gross domestic product per capita and trade openness are factors that significantly have a positive correlation with the number of tourists arrival to the destination countries. Moreover, other forms of governance of the country have significantly higher impact on the tourist arrivals compared to the countries with Liberal democracy.

Keywords: Air Pollution, Tourist arrivals, UNWTO, Panel data

CITATION INFORMATION: Keakij, P., & Ratisukpimol, W. (2023). The Impact of Air Pollution on Tourists' Arrival: Evidence from UNWTO Member Countries. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 1(7), 6

ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว: หลักฐานจากกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การการท่องเที่ยวโลกแห่ง สหประชาชาติ UNWTO

พิชามณูชु์ เกื้อกิจ¹ และ วัชรพงศ์ รติสุขพิมล²

1 คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; ggampicha@gmail.com

2 คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; Watcharapong.r@Chula.ac.th

บทคัดย่อ

สถานการณ์มลภาวะทางอากาศที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันส่งผลต่อปริมาณนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังประเทศปลายทางหรือไม่ หลักฐานจากงานศึกษาที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าระดับมลภาวะทางอากาศที่เพิ่มมากขึ้นในประเทศปลายทางส่งผลต่ออุปสงค์ของการท่องเที่ยวในประเทศปลายทางที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของมลภาวะทางอากาศและในแต่ละประเทศ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และผลกระทบของมลภาวะทางอากาศต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาภายในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO ระหว่างปี พ.ศ.2538 ถึงปี พ.ศ. 2562 ผ่านการวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยด้วยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบ Fixed Effects ในข้อมูลแบบพาแนล (Panel data) รายประเทศแบบรายปี ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของ PM2.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรัสออกไซด์ และอัตราเงินเพื่อมีความสัมพันธ์แบบผกผันกันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังประเทศปลายทาง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเฉลี่ยต่อหัวที่เพิ่มขึ้น และการเปิดเสรีทางการค้ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังประเทศปลายทาง และรูปแบบการปกครองในลักษณะอื่นส่งผลต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาภายในประเทศมากกว่ารูปแบบการปกครองแบบประชาธิปไตยแบบเสรีนิยมอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: มลพิษทางอากาศ, จำนวนนักท่องเที่ยว, UNWTO, ข้อมูลแบบพาแนล

ข้อมูลอ้างอิง: พิชามณูชุ์ เกื้อกิจ และ วัชรพงศ์ รติสุขพิมล. (2566). ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยว: หลักฐานจากกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ (UNWTO). *Procedia of Multidisciplinary Research*, 1(7), 6

บทนำ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นภาคเศรษฐกิจที่เติบโตเร็วที่สุดภาคหนึ่งของโลก ส่งผลให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ โดยมีมูลค่าอุตสาหกรรม 1 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี (Sajjad et al., 2014) จึงกลายเป็นภาคอุตสาหกรรมที่เป็นรายได้หลักที่สำคัญของหลายประเทศ และเป็นภาคส่วนที่ช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้กับเกือบทุกประเทศทั่วโลกให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นผ่านธุรกิจร้านอาหาร โรงแรม การคมนาคมขนส่ง และธุรกิจอื่น ๆ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับประเทศกำลังพัฒนาในหลายประเทศ โดยหลายประเทศต้องการให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นตัวดึงดูดเงินตราจากต่างประเทศเข้ามาในประเทศของตน และยังเป็นส่วนช่วยในการกระจายรายได้ให้คนในภูมิภาคของตนมีงานทำและมีรายได้อีกด้วย ทำให้ทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญของการท่องเที่ยวโดยปราศจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการก่อตั้ง “องค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ” หรือ United Nations World Tourism Organization (UNWTO) ซึ่งช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนและมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมการท่องเที่ยวเพื่อบรรลุเป้าหมายแผนการพัฒนายั่งยืนขององค์การสหประชาชาติทั้ง 17 ประการ (Sustainable Development Goals: SDGs) โดยในปัจจุบันมีประเทศสมาชิกทั้งหมด 160 ประเทศ ในขณะที่ทั่วโลกหลายประเทศทั่วโลกประสบกับปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศเพิ่มมากขึ้น ปัญหามลภาวะทางอากาศจัดเป็นปัญหาที่สำคัญอันดับต้น ๆ ที่ส่งผลให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ทั้งในตัวเมืองและในชนบทมีปัญหาด้านสุขภาพหรือเสียชีวิตก่อนวัยอันควรได้ จากรายงานการศึกษาทางสถิติขององค์การอนามัยโลก หรือ World Health Organization (WHO) ในปี ค.ศ. 2016 พบว่ามีประชากรที่มีปัญหาด้านสุขภาพหรือเสียชีวิตก่อนวัยอันควรที่เกิดจากปัญหาหมอกควันทางอากาศ สูงถึง 4.2 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งนับว่าเป็นมลพิษที่สร้างความเสียหายสูงสุดเมื่อเทียบกับมลพิษประเภทอื่น ๆ (WHO, 2021) มลพิษทางอากาศไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อภาพรวมทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในปีที่มีหมอกควันหรือฝุ่นละอองมากกว่าปกติ ส่งผลให้รายได้จากภาคการท่องเที่ยวในประเทศที่มีปัญหาเหล่านี้ลดลงอย่างกะทันหัน เมื่อใดก็ตามที่มีปัญหาหมอกควันเพิ่มขึ้น จำนวนนักท่องเที่ยวก็มีโอกาสลดลงด้วย ส่งผลให้การจ้างงานลดลง คนจำนวนมากเกิดการว่างงานเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจได้ในวงกว้าง

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่การเติมช่องว่างของงานศึกษาในอดีต จึงเกิดเป็นคำถามงานวิจัยที่ว่า ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาหมอกควันทางอากาศส่งผลกระทบต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาท่องเที่ยวในกลุ่มประเทศสมาชิก องค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ UNWTO หรือไม่ มีทิศทางเป็นอย่างไร โดยทำการศึกษาผลกระทบของมลภาวะทางอากาศ (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า PM2.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และก๊าซมีเทน) ต่อจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาภายในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ.1995 ถึงปี ค.ศ. 2019

การทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ มลภาวะทางอากาศส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยว และปัจจัยนอกเหนือจากมลภาวะทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยว โดยในกลุ่มแรกพบว่าผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่เกี่ยวข้องกับหมอกควัน นั้นทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลงร้อยละ 3.75 และเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในประเทศบรูไน (Anaman & Looi, 2000) เช่นเดียวกับในประเทศไต้หวันจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมชมจุดชมวิวที่สำคัญลดลงในวันที่สภาพอากาศไม่ดี เนื่องจากมลภาวะทำให้นักท่องเที่ยวต้องการทำกิจกรรมกลางแจ้งลดน้อยลง (Chen et al., 2017) รวมทั้งในประเทศจีนมลภาวะจากหมอกควันทำให้เกิดความสูญเสียในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของจีนในแง่ของฤดูกาลและภูมิภาค ซึ่งมลภาวะจากหมอกควันในฤดูใบไม้ร่วงและฤดูหนาวนั้นรุนแรงกว่าในฤดูร้อน (Hao et al., 2021) นอกจากนี้เมื่อคุณภาพอากาศของที่พักอาศัยของนักท่องเที่ยวต่ำลง จะทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวขาออกมีเพิ่มมากขึ้น (Wang et al., 2018)

ซึ่งฝุ่นละออง PM2.5 มีผลกระทบในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อนักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและนักท่องเที่ยวขาเข้า (Xu et al., 2019) ในขณะที่เกี่ยวกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ผ่านอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมก่อสร้างมีผลกระทบที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยวในประเทศไทยเป็นอย่างมากซึ่งจะส่งผลต่อเศรษฐกิจภายในประเทศไทยได้ (Jermsittiparsert, 2019) และการเติบโตของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และฝุ่นละออง PM2.5 ส่งผลเสียต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติ รวมถึงผลกระทบจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปัญหาอย่างมากในประเทศที่พัฒนาแล้ว ในขณะที่ผลกระทบของการปล่อยฝุ่นละออง PM2.5 ส่งผลกระทบอย่างมากสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา (Churchill et al., 2022) นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นของ PM2.5 ที่เพิ่มขึ้นในสถานที่ท่องเที่ยวใดก็ตาม ทำให้คะแนนประสบการณ์ด้านการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวลดลง (Yang et al., 2022) เกิดจากมลพิษทางอากาศส่งผลให้คนเจ็บป่วยมากขึ้นทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังและส่งผลให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรซึ่งจะแสดงให้เห็นในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางถึงรายได้ต่ำ (Guindi et al., 2018) ในส่วนของกลุ่มที่ 2 ยังมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลกระทบต่อภาคการท่องเที่ยวเช่นกัน สภาพภูมิอากาศก็นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญโดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า โดยปกติแล้วนักท่องเที่ยวกลุ่ม OECD ทั่วโลกชอบอุณหภูมิโดยเฉลี่ยที่ 21 องศาเซลเซียส เป็นปัจจัยในการเลือกจุดหมายปลายทางที่จะไปในช่วงวันหยุด (Lise & Tol, 2002) ในขณะที่สภาพอากาศที่มีฝนตกจะส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจและความตั้งใจจะกลับเยือนอีกของนักท่องเที่ยว (Kim et al., 2017) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของประชากรและรายได้ต่อหัวของประชากรส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงด้านการท่องเที่ยวทั้งในระยะกลางและระยะยาว (Hamilton et al., 2005) อีกทั้งการเข้าถึงระบบขนส่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการท่องเที่ยวขาเข้า เนื่องจากการขนส่งทำให้นักท่องเที่ยวต่างชาติสามารถเข้าถึงสถานที่ท่องเที่ยวได้ง่ายขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของอาชญากรรมได้กีดกันการเข้ามาท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวต่างชาติและมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับการท่องเที่ยวขาเข้าทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (Zhang et al., 2019) ซึ่งการโจมตีของผู้ก่อการร้ายหรือความไม่มั่นคงทางการเมือง ทำให้เกิดความตระหนักต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวและทำให้ชื่อเสียงของสถานที่ท่องเที่ยววันนั้น ๆ มีผลกระทบด้านลบอย่างร้ายแรงทางด้านภาพลักษณ์และความน่าดึงดูดใจ (Araña & León, 2008)

สมมติฐานการวิจัย

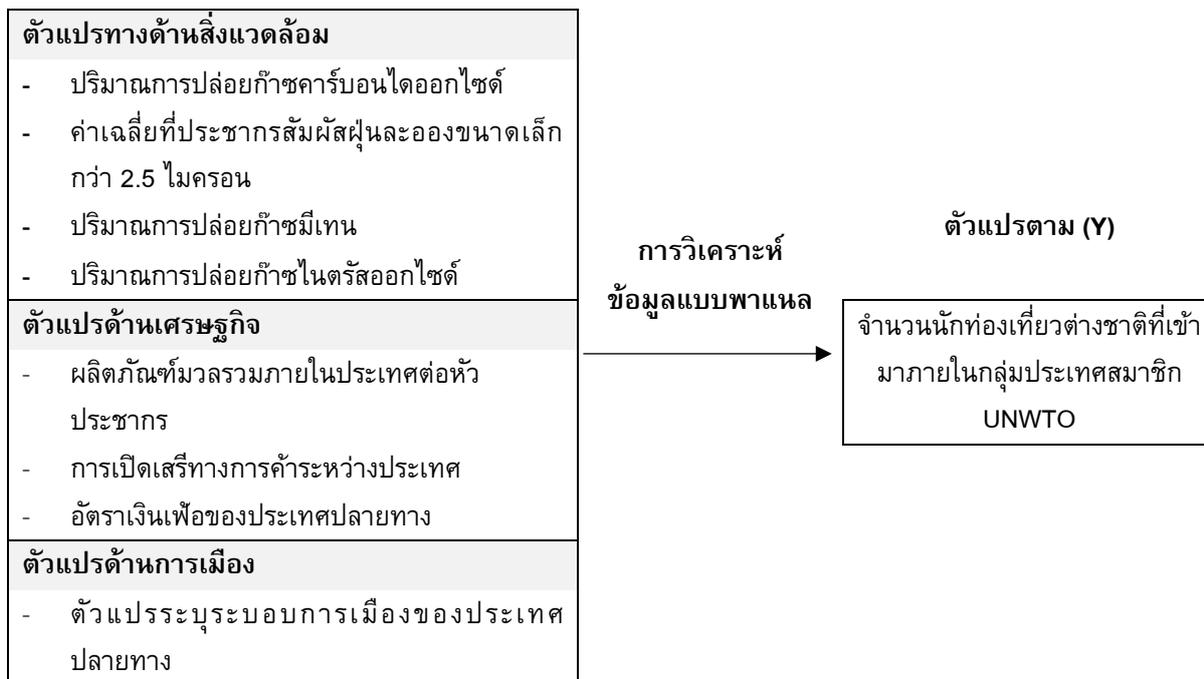
- 1) ปัจจัยทางด้านมลภาวะ มีผลทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวภายในปลุ่มประเทศสมาชิกองค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติลดลง หากปัจจัยทางด้านมลภาวะเพิ่มสูงขึ้น
- 2) ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ หากอัตราเงินเฟ้อของประเทศปลายทางเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาลดลง ในขณะที่การเปิดเสรีทางการค้าระหว่างประเทศทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเฉลี่ยต่อหัวประชากรของประเทศปลายทางที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงความเติบโตของประเทศซึ่งทำให้มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเพิ่มมากขึ้น
- 3) ปัจจัยทางด้านการเมือง มีผลทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังประเทศปลายทางเพิ่มมากขึ้นหากประเทศนั้นมีสถานการณ์ทางการเมืองที่มั่นคง

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษานี้ทำการประเมินความสัมพันธ์และผลกระทบของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวภายในประเทศปลายทางกับสถานการณ์มลภาวะทางอากาศ ด้วยการใช้แนวคิดทฤษฎี 5A ของ Dickman (1996) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ที่ทำให้การท่องเที่ยวสามารถเกิดขึ้นได้ องค์ประกอบที่สำคัญของแนวคิดนี้ประกอบด้วย 1) สิ่งดึงดูดใจ (Attractions) 2) กิจกรรม (Activities) 3) การเข้าถึง (Accessibility) 4) สิ่งอำนวยความสะดวก (Amenities) 5) ที่พัก (Accommodation) แม้ว่าแนวคิดนี้จะใช้ในการบอกถึงองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการท่องเที่ยวเป็นหลัก แต่ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม และสามารถนำมาอธิบายผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาได้อีกด้วย และยังได้ใช้ทฤษฎีอุปสงค์ของการท่องเที่ยว (Tourism Demand) ซึ่งตามการศึกษาของ ชลดา แสนคำเรือง และ กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ (2556) แสดงให้เห็นว่า อุปสงค์ของการท่องเที่ยว คือ ปริมาณความ

ต้องการในการซื้อสินค้าและบริการที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว และการเลือกเดินทางไปท่องเที่ยวที่นั่นต้องมีอำนาจในการซื้อและมีความเต็มใจที่จะจ่ายสินค้าและบริการ โดยการท่องเที่ยวนับเป็นสินค้าฟุ่มเฟือยที่มีความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้ของนักท่องเที่ยวมากกว่าหนึ่งซึ่งค่าความยืดหยุ่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา สถานการณ์ทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ เปลี่ยนแปลงตามนโยบาย และปัจจัยที่สำคัญอื่นๆ โดยสามารถนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องและตัวแปรควบคุมที่สำคัญสำหรับการศึกษา และทฤษฎีที่สำคัญอีกทฤษฎีหนึ่งคือ ทฤษฎีปัจจัยผลักดันและดึงดูด (Push-Pull theory) ของ Dann (1977) เป็นทฤษฎีที่ทำให้สามารถเข้าใจถึงพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวมากขึ้น เป็นการบอกถึงแรงจูงใจและการผลักดันของปัจจัยที่สำคัญต่างๆที่ส่งผลทำให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจในการออกเดินทางไปยังสถานที่ปลายทาง โดยจากการศึกษาปัจจัยที่ผลักดัน และปัจจัยดึงดูดนักท่องเที่ยวมายังสถานที่ที่กำหนดมีความแตกต่างกัน โดยที่ ปัจจัยดึงดูด (Pull factors) คือ ปัจจัยที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มายังสถานที่จุดหมายปลายทาง (เช่น แสงแดด ทะเล สภาพอากาศ ฯลฯ) ในขณะที่ ปัจจัยผลักดัน (Push factors) คือ ปัจจัยที่เกิดขึ้นกับตัวนักท่องเที่ยวเอง ซึ่งเป็นตัวแปรหลักที่ทำให้เกิดแรงจูงใจกับนักท่องเที่ยว (เช่น การหลบหนี ความคิดถึง ฯลฯ) ดังนั้นทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้คนเดินทางเพราะพวกเขา ถูก “ผลักดัน” จากปัจจัยภายใน และถูก “ดึงดูด” จากปัจจัยภายนอก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัจจัยเหล่านี้เป็นตัวอธิบายว่า แต่ละบุคคลถูกผลักดันโดยตัวแปรที่สร้างแรงบันดาลใจให้ตัดสินใจเดินทางอย่างไร และพวกเขาถูกดึงดูดโดยองค์ประกอบของพื้นที่ปลายทางอย่างไร (Uysal & Hagan, 1993) ดังนั้น ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาจึงประกอบด้วย 3 ส่วน ดังภาพที่ 1 คือ 1) ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม แสดงถึงชนิดมลภาวะทางอากาศและปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศ 2) ตัวแปรด้านเศรษฐกิจ และ 3) ตัวแปรด้านการเมือง แสดงถึงระบอบการปกครองในแต่ละประเทศ

ตัวแปรอิสระ (X)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ประเภท Panel data ประกอบด้วย ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series) แบบรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 ถึงปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้น 25 ปี ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-section) คือ ข้อมูลประเทศสมาชิกขององค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ (UNWTO) จำนวนทั้งหมด 160 ประเทศ โดยจากศึกษานี้จะทำการศึกษาคือ ทดสอบความสัมพันธ์และผลกระทบของมลภาวะทางอากาศและปัจจัยควบคุมอื่นที่มีอิทธิพลต่อจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศปลายทางทั้ง 160 ประเทศ

การศึกษานี้มีลักษณะเป็น Panel Data ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากทั้ง ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-sectional Data) ซึ่งเป็นข้อมูลรายประเทศ และข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-Series Data) เป็นข้อมูลรายปี โดยมีรูปแบบสมการเป็นแบบ

$$\text{แบบจำลอง lin-log คือ } TA_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln CO_{2it} + \beta_2 \ln PM_{2.5it} + \beta_3 \ln CH_{4it} + \beta_4 \ln N_2O_{it} + \beta_5 \ln GDP_{PCit} + \beta_6 TO_{it} +$$

$$\beta_7 INF_{it} + \beta_8 POLI_{it} + \epsilon_{it}$$

โดยที่ TA_{it} คือ จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

CO_{2it} คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

$PM_{2.5it}$ คือ ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ของประชาชนในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

CH_{4it} คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

N_2O_{it} คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ในกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

GDP_{PCit} คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเฉลี่ยต่อหัวประชากรในประเทศสมาชิก UNWTO

TO_{it} คือ การเปิดเสรีทางการค้าระหว่างประเทศของกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

INF_{it} คือ อัตราเงินเฟ้อของกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO

$POLI_{it}$ คือ ตัวแปรระบุระบอบการเมืองของแต่ละประเทศสมาชิก UNWTO

ϵ_{it} คือ พจน์คลาดเคลื่อน

โดยข้อมูลที่มีลักษณะดังที่กล่าวไปนั้นจำเป็นต้องวิเคราะห์ด้วยวิธี Panel Data Analysis มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วย Panel Unit Root Test

ก่อนที่จะนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ ในขั้นตอนแรกต้องทดสอบความนิ่งของข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีความนิ่งหรือมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ โดยในการศึกษานี้ได้ทดสอบโดยวิธีการ Fisher-Type โดยใช้ Augmented Dickey-Fuller Test (ADF)

2) การประมาณค่าสมการระหว่างวิธีการ Fixed Effects และ Random Effects โดยการทดสอบ Hausman (Hausman Test)

เนื่องจากการศึกษานี้มีรูปแบบ Panel data ซึ่งเป็นการศึกษาที่ใช้ข้อมูลรายปีและรายประเทศจำนวนมากจึงช่วยลดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และลดความเอนเอียง (Unbias) ของผลการวิเคราะห์ได้เหมาะสมมากที่สุด ดังนั้นสมการ Panel data จึงมีวิธีการเฉพาะในการประมาณสมการให้ลดโอกาสเกิดปัญหาเหล่านี้ นั่นคือ การประมาณค่าโดยวิธี Random Effects และ Fixed Effects ด้วยการทดสอบด้วยวิธีการ Hausman test เพื่อเปรียบเทียบว่าควรเลือกใช้การประมาณค่าแบบ Random Effects หรือการประมาณค่าแบบ Fixed Effects ซึ่งจากการประมาณค่าด้วยวิธีการ Hausman test แล้วพบว่า การประมาณค่าแบบ Fixed effect เหมาะสมที่สุด

3) การตรวจสอบปัญหาทางเศรษฐมิติ

3.1) การตรวจสอบปัญหาความไม่คงที่ของค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (Heteroskedasticity)

3.2) การตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อน (Autocorrelation)

3.3) การตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity)

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบความหนึ่งของข้อมูลด้วยวิธี Fisher type โดยใช้ ADF พบว่า ค่าสถิติของตัวแปรจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติ (TA) ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($\ln\text{CO}_2$) ค่าเฉลี่ยการสัมผัสความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนต่อปีของประชากรทั้งหมดทั้งในเขตเมืองและชนบท ($\ln\text{PM}_{2.5}$) ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ($\ln\text{CH}_4$) ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ($\ln\text{N}_2\text{O}$) ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวประชากร ($\ln\text{GDPPCAP}$) การเปิดเสรีทางการค้าระหว่างประเทศ (TO) อัตราเงินเฟ้อ (INF) และ ตัวแปรระบุขอบเขตการเมืองของแต่ละประเทศ (POLI) อยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ข้อมูลตัวแปรที่นำมาทำการทดสอบความหนึ่งด้วยวิธีพาแนลยูนิทรูที่มีลักษณะความหนึ่งของข้อมูลที่ระดับ I(0)) หมายความว่า ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้

ผลการทดสอบ Hausman Test เพื่อหาแบบจำลองในการประมาณค่าที่เหมาะสมระหว่างแบบจำลอง Fixed Effect กับแบบจำลอง Random Effect พบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่นำมาใช้ในการประมาณค่าคือ แบบจำลอง Fixed Effect เนื่องจากเมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่า ค่า Coefficient (β) ของทั้ง 2 แบบจำลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าค่าความน่าจะเป็นมีค่าน้อยกว่า 0.05 ทำให้ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ดังนั้นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดคือ Fixed Effects Regression

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศต่อจำนวนนักท่องเที่ยว แสดงในตารางที่ 1 พบว่า

ค่าเฉลี่ยการสัมผัสความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนของประชากรทั้งในเขตเมืองและชนบท ($\ln\text{PM}_{2.5}$) มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงผกผันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 11.41 ล้านคนในระดับนัยสำคัญ 0.01 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ($\ln\text{N}_2\text{O}$) มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงผกผันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 3.272 ล้านคนในระดับนัยสำคัญ 0.1 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวประชากร ($\ln\text{GDPPCAP}$) มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงในทางเดียวกันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 3.471 ล้านคนในระดับนัยสำคัญ 0.01 การเปิดเสรีทางการค้าระหว่างประเทศ (TO) มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงในทางเดียวกันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 0.0191 ล้านคนในระดับนัยสำคัญ 0.1 อัตราเงินเฟ้อ (INF) ทิศทางการเปลี่ยนแปลงผกผันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 0.00468 ล้านคนในระดับนัยสำคัญ 0.05 และประเทศที่ทำการปกครองด้วยระบอบอัตตาริปไตยแบบปิด ระบอบอัตตาริปไตยแบบเลือกตั้ง และระบอบประชาธิปไตยแบบเลือกตั้ง มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังกลุ่มประเทศสมาชิก UNWTO เท่ากับ 4.993, 3.252, และ 2.679 ล้านคนตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05, 0.05 ตามลำดับเมื่อเทียบกับประเทศที่ปกครองโดยประชาธิปไตยแบบเสรีนิยม

ตารางที่ 1 ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์และผลกระทบระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง Fixed Effect

ตัวแปรตาม (TA)	การประมาณค่าด้วยวิธี Fixed Effect regression	
	Coefficient	Robust Standard error
$\ln\text{CO}_2$	0.710	0.939
$\ln\text{PM}_{2.5}$	-11.41***	4.096
$\ln\text{CH}_4$	0.923	1.444
$\ln\text{N}_2\text{O}$	-3.272*	1.785
$\ln\text{GDPPCAP}$	3.471***	0.925
TO	0.0191*	0.0112
INF	-0.00468**	0.00220

ตัวแปรตาม (TA)	การประมาณค่าด้วยวิธี Fixed Effect regression	
	Coefficient	Robust Standard error
poli_ca	4.993***	1.794
poli_ea	3.252**	1.575
poli_ed	2.679**	1.188
Constant	33.59*	17.64
Observations	3,005	
Number of countries	142	

ที่มา : ผู้วิจัย

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ ***, **, * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ

ผลการตรวจสอบปัญหาทางเศรษฐมิติ แบ่งเป็นทั้งหมด 3 ปัญหาคือ

- 1) การตรวจสอบปัญหาความไม่คงที่ของค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (Heteroskedasticity) จากผลการตรวจสอบ พบว่าการตรวจสอบได้ผลลัพธ์ออกมาได้ค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.05 นั่นคือสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า ข้อมูลไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หมายความว่า ข้อมูลที่ใช้ศึกษามีปัญหา Heteroskedasticity
- 2) ผลการตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อน (Autocorrelation) หรือ Serial Correlation โดยใช้ Woodridge Test พบว่า ได้ค่าความน่าจะเป็นมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีปัญหา Autocorrelation ดังนั้นการประมาณค่าแบบจำลองจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการที่แตกต่างออกไป นั่นคือแบบจำลองจะใช้การประมาณค่าแบบ Fixed Effects Regression และต้องทำ Robust cluster variance เพื่อแก้ปัญหา Heteroskedasticity และปัญหา Autocorrelation ปัญหาสุดท้ายคือ
- 3) ผลการตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) โดยการหา Correlation matrix พบว่า โดยรวมข้อมูลไม่มีปัญหาตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์กันมากเท่าใดนัก เนื่องจากค่า Correlation ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.7 มีเพียงตัวแปร CO₂ กับตัวแปร GDPPCAP ที่มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่า 0.7 แต่ถือว่ามีค่าความสัมพันธ์ไม่สูงเท่าใดนัก ในขณะที่ตัวแปร CH₄ กับตัวแปร N₂O มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่า 0.7 เช่นกัน เนื่องมาจากตัวแปรสองตัวนี้มีเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ของอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งหากถูกปล่อยในปริมาณที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสภาพอากาศของโลกได้ ซึ่งนับว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญทั้งคู่ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็พบว่า นำตัวแปรทั้งสองตัวนี้มาใช้ในการศึกษาเช่นกัน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้ต้องการศึกษาถึงปัญหาผลกระทบทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาในกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ (UNWTO) โดยศึกษาจากข้อมูลประเทศสมาชิกจำนวน 160 ประเทศทั้งหมด 25 ปี สำหรับผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ด้านสิ่งแวดล้อม การสัมผัสความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (N₂O) สะท้อนถึงความตระหนักด้านปัญหาทางสุขภาพของนักท่องเที่ยวที่เกิดจากมลภาวะทางอากาศ ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในทิศทางตรงข้ามกัน 2) ด้านเศรษฐกิจ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวประชากรของประเทศปลายทาง (GDP per capita) สะท้อนถึงระดับการพัฒนาของประเทศ และการเปิดเสรีทางการค้าระหว่างประเทศ (TO) สะท้อนถึงระดับการเปิดรับนักท่องเที่ยวที่เข้ามามากขึ้น ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในทิศทางเดียวกัน (ผลลัพธ์ของ GDP per capita สอดคล้องกับงานศึกษาของ Dong et al. (2019) และ Churchill et al. (2022)) และอัตราเงินเฟ้อ (INF) สะท้อนถึงอำนาจการซื้อสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลกระทบต่อจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในทิศทางตรงข้ามกัน และ

3) ด้านการเมือง ประเทศที่มีรูปแบบการปกครองในลักษณะอิตาเลียปไตยแบบปิด (poli_ca) อิตาเลียปไตยแบบเลือกตั้ง (poli_ea) ประชาธิปไตยแบบเลือกตั้ง (poli_ed) ส่งผลให้มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามามากกว่ารูปแบบการปกครองในลักษณะประชาธิปไตยแบบเสรีนิยม (poli_id) จากผลการศึกษาปัญหามลภาวะทางอากาศที่ส่งผลต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาในกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ (UNWTO) ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย ดังนี้ รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่อาจกระตุ้นการมาเยือนของนักท่องเที่ยวในแต่ละประเทศ ซึ่งจากผลกระทบเชิงลบของการปล่อย PM2.5 และ N2O แสดงถึงความสำคัญที่ภาครัฐควรกำหนดนโยบายในการช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 และควบคุมปริมาณการปล่อย N2O ในอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและดึงดูดนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามามากขึ้น และจากผลในเชิงบวกของ GDP per capita ทำให้เห็นว่าควรมีมาตรการในการเพิ่มระดับรายได้ของประชากรในแต่ละประเทศเพื่อให้ GDP per capita ของประเทศเพิ่มขึ้นเพื่อสะท้อนถึงการเติบโตของแต่ละประเทศซึ่งเป็นตัวดึงดูดจำนวนนักท่องเที่ยว อีกทั้ง ธนาคารกลางของแต่ละประเทศควรมีมาตรการในการดึงระดับเงินเฟ้อของประเทศไม่ให้มากเกินไปจนเกิดข้อเสียเปรียบระหว่างประเทศ และเพื่อไม่ทำให้ระดับราคาสินค้าภายในประเทศสูงเกินไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษารุ่นนี้ได้นำข้อมูลรายปีทั้งหมด 25 ปี และรายประเทศทั้งหมด 160 ประเทศ ดังนั้น

- 1) ควรมีการติดตามสถานการณ์การลงนามของประเทศสมาชิก หากมีการปรับเปลี่ยนในอนาคต เพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ที่แท้จริงของกลุ่มประเทศนี้
- 2) ในอนาคตสามารถเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นลักษณะอื่นๆ เพิ่มเติม อาทิ รายไตรมาส รายเดือน เป็นต้น
- 3) แต่ละประเทศมีปัจจัยทางด้านภูมิภาค สังคม เศรษฐกิจ หรือการเมืองที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก ดังนั้นควรเพิ่มตัวแปรควบคุมในการศึกษาเพื่อที่จะสามารถมองเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและที่สำคัญควรมีการเพิ่มตัวแปรทางด้านสุขภาพเพื่อที่จะสามารถเห็นผลกระทบได้อย่างละเอียดและชัดเจนมากขึ้น
- 4) นอกจากนี้ควรเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงนามสนธิสัญญาที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และด้านมลภาวะทางอากาศ เพื่อให้ผลการศึกษามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชลดา แสนคำเรือง ; กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ. (2556). ปัจจัยที่ผลต่ออุปสงค์การท่องเที่ยว: กรณีศึกษา การท่องเที่ยวในจังหวัดเลย. *วารสารการเงิน การลงทุน การตลาด และการบริหารธุรกิจ*, 3(4).
<http://thaiejournal.com/journal/2556volumes4/15.pdf>.
- Anaman, K. A., & Looi, C. N. (2000). Economic impact of haze-related air pollution on the tourism industry in Brunei Darussalam. *Economic Analysis and Policy*, 30, 133-144.
- Araña, J. E., & León, C. J. (2008). The impact of terrorism on tourism demand. *Annals of Tourism Research*, 35(2), 299-315.
- Chen, C.-M., Lin, Y.-L., & Hsu, C.-L. (2017). Does air pollution drive away tourists? A case study of the Sun Moon Lake National Scenic Area, Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 53, 398-402.
- Churchill, S. A., Pan, L., & Paramati, S. R. (2022). Air pollution and tourism: Evidence from G20 countries. *Journal of Travel Research*, 61(2), 223-234.
- Dann, G. M. (1977). Anomie, ego-enhancement and tourism. *Annals of Tourism Research*, 4(4), 184-194.

- Dickman, C. R. (1996). *Overview of the impacts of feral cats on Australian native fauna*. Australian Nature Conservation Agency Canberra.
- Dong, D., Xu, X., Yu, H., & Zhao, Y. (2019). The impact of air pollution on domestic tourism in China: a spatial econometric analysis. *Sustainability*, *11*(15), 4148.
- Guindi, M. N., Flaherty, G. T., & Byrne, M. (2018). Every breath you take: how does air pollution affect the international traveller?. *Journal of Travel Medicine*, *25*(1), tay021.
- Hamilton, J. M., Maddison, D. J., & Tol, R. S. (2005). Climate change and international tourism: a simulation study. *Global environmental change*, *15*(3), 253-266.
- Hao, Y., Niu, X., & Wang, J. (2021). Impacts of haze pollution on China's tourism industry: A system of economic loss analysis. *Journal of environmental management*, *295*, 113051.
- Jemsittiparsert, K. (2019). *Behavior of tourism industry under the situation of environmental threats and carbon emission: Time series analysis from Thailand*. 670216917.
- Kim, S., Park, J. H., Lee, D. K., Son, Y.-h., Yoon, H., Kim, S., & Yun, H. J. (2017). The impacts of weather on tourist satisfaction and revisit intention: a study of South Korean domestic tourism. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, *22*(9), 895-908.
- Lise, W., & Tol, R. S. (2002). Impact of climate on tourist demand. *Climatic change*, *55*(4), 429-449.
- Sajjad, F., Noreen, U., & Zaman, K. (2014). Climate change and air pollution jointly creating nightmare for tourism industry. *Environmental Science and Pollution Research*, *21*(21), 12403-12418.
- Uysal, M., & Hagan, L. A. R. (1993). Motivation of pleasure travel and tourism. *Encyclopedia of hospitality and tourism*, *21*(1), 798-810.
- Wang, L., Fang, B., & Law, R. (2018). Effect of air quality in the place of origin on outbound tourism demand: Disposable income as a moderator. *Tourism Management*, *68*, 152-161.
- WHO. (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide: executive summary*.
- Xu, X., Dong, D., Wang, Y., & Wang, S. (2019). The Impacts of Different Air Pollutants on Domestic and Inbound Tourism in China. *International journal of environmental research and public health*, *16*(24), 5127.
- Yang, Y., Zhang, X., & Fu, Y. (2022). Foreign tourists' experiences under air pollution: Evidence from big data. *Tourism Management*, *88*, 104423.
- Zhang, Y., Khan, S. A. R., Kumar, A., Golpîra, H., & Sharif, A. (2019). Is tourism really affected by logistical operations and environmental degradation? An empirical study from the perspective of Thailand. *Journal of cleaner production*, *227*, 158-166.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2023 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).