

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG
NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Nguyễn Văn Toàn

SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH ĐỂ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC
ĐỐT SINH KHỐI ĐẾN NỒNG ĐỘ BỤI $PM_{2.5}$ Ở HÀ NỘI

LUẬN VĂN THẠC SĨ NGÀNH
KỸ THUẬT HOÁ HỌC, VẬT LIỆU, LUYỆN KIM VÀ MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ
CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Nguyễn Văn Toàn

SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH ĐỂ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC
ĐỐT SINH KHỐI ĐẾN NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} Ở HÀ NỘI

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: ENT 8 52 03 20

LUẬN VĂN THẠC SĨ
KỸ THUẬT HOÁ HỌC, VẬT LIỆU, LUYỆN KIM VÀ MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. PHAN QUANG THẮNG

Hà Nội – 2022

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan nội dung đề tài nghiên cứu trong luận văn này là công trình nghiên cứu của tôi dựa trên những tài liệu, số liệu do chính tôi tự tìm hiểu và nghiên cứu. Chính vì vậy, các kết quả nghiên cứu đảm bảo trung thực và khách quan nhất. Đồng thời, kết quả này chưa từng xuất hiện trong bất cứ một nghiên cứu nào. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Hà Nội , ngày tháng năm 2022

Học viên

Nguyễn Văn Toàn

LỜI CẢM ƠN

Luận văn với đề tài “Sử dụng dữ liệu vệ tinh để đánh giá ảnh hưởng của việc đốt sinh khối đến nồng độ bụi Pm_{2.5} ở Hà Nội” được hoàn thành tại Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Để hoàn thành luận văn tốt nghiệp này, bên cạnh sự cố gắng nỗ lực của bản thân, tôi đã nhận được sự động viên và giúp đỡ rất lớn của nhiều cá nhân và tập thể.

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Ban Lãnh đạo Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam, các thầy cô trong khoa Môi trường, các Khoa, Phòng ban chức năng đã đã giảng dạy, truyền đạt kiến thức, tạo điều kiện hướng dẫn tôi hoàn thành chương trình học tập và thực hiện luận văn.

Đặc biệt, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới TS. Phan Quang Thăng và các cán bộ thuộc Phòng Phân tích Độc chất môi trường - Viện Công nghệ môi trường - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, đã tạo điều kiện, tận tình hướng dẫn và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện luận văn.

Cuối cùng tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới gia đình và bạn bè đã động viên và giúp đỡ tôi vượt qua mọi khó khăn trong suốt thời gian qua để hoàn thiện luận văn này.

Với điều kiện thời gian cũng như kinh nghiệm còn hạn chế, luận văn không thể tránh được những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý, đánh giá của thầy cô để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng năm 2022
Học viên

Nguyễn Văn Toàn

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN.....	1
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	iv
DANH MỤC HÌNH	v
DANH MỤC BẢNG.....	v
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.....	3
1.1. TỔNG QUAN VỀ BỤI $PM_{2.5}$ VÀ Ô NHIỄM BỤI Ở HÀ NỘI.....	3
1.2. CÁC NGHIÊN CỨU BỤI $PM_{2.5}$ TRONG NƯỚC VÀ NGOÀI NƯỚC.....	9
1.2.1. Tình hình nghiên cứu bụi $PM_{2.5}$ trong nước	9
1.2.2. Tổng hợp các nghiên cứu về bụi mịn $PM_{2.5}$ trên thế giới	15
1.3. ĐỐT SINH KHỐI ẢNH HƯỞNG ĐẾN NỒNG ĐỘ BỤI $PM_{2.5}$	17
1.4. TỔNG QUAN VỀ SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH.....	20
1.5. MÔ HÌNH HYSPLIT VÀ PSCF.....	23
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	26
2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU	26
2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	28
2.3. DỮ LIỆU HYSPLIT VÀ PSCF	32
2.4. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ARCGIS	33
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	37
3.1. HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$ CỦA THÀNH PHỐ HÀ NỘI.....	37
3.2. PHÁT THẢI $PM_{2.5}$ DO ĐỐT RỜM RẠ	40
3.3. ẢNH HƯỞNG TỪ VIỆC ĐỐT SINH KHỐI KHÁC	42
3.4. XÁC ĐỊNH NGUỒN GỐC GÂY Ô NHIỄM BỤI $PM_{2.5}$	45
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	54
KẾT LUẬN	54
KIẾN NGHỊ	54
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	55
PHỤ LỤC	58

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tên tiếng Việt	Tên tiếng Anh hoặc tên khoa học
AQI	Chỉ số chất lượng không khí	Air Quality Index
AQMS	Hệ thống giám sát chất lượng không khí	Air Quality Monitoring System
HYSPLIT	Mô hình Hysplit	
EU	Liên minh châu âu	European Union
PSCF	Mô hình PSCF	
PM	Bụi mịn	Particulate Matter
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam	National Technical Regulation
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam	
TNMT	Tài nguyên Môi trường	
NOAA	Trung tâm Tài nguyên Khí quyển và Đại dương Quốc gia	National Oceanic and Atmospheric Administration
WHO	Tổ chức Y tế Thế giới	Polybrominated diphenyl ethers
ĐSQ	Đại sứ quán	Embassy
NASA	Cơ quan hàng không vũ trụ Hoa Kỳ	National Aeronautics and Space Administration is America's
R-Studio	Phần mềm R-studio	
ArcGIS	Phần mềm ArcGIS	
Cwt	Phần mềm Cwt	

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 So sánh các loại bụi mịn.....	4
Hình 1.2 Ô nhiễm không khí tại Hà Nội.....	6
Hình 1.3 Nồng độ bụi PM _{2.5} tại Hà Nội [14]	10
Hình 1.4 Nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Oanh và các cộng sự về các nguồn góp tỉ lệ nồng độ bụi PM _{2.5} cho Hà Nội	15
Hình 1.5 Hình ảnh người nông dân đốt rơm rạ trực tiếp sau khi thu hoạch	17
Hình 1.6 Hình ảnh về một vụ cháy rừng.....	20
Hình 1.7 Hệ thống quan sát Trái đất (EOS) của NASA kết hợp dữ liệu từ một mạng vệ tinh	21
Hình 1.8 Thiết bị cảm biến vệ tinh MODIS của NASA	23
Hình 2.1 Hình Vệ tinh MERRA-2 được NASA sử dụng để quan trắc không khí trên trái đất.....	28
Hình 2.2 Truy xuất dữ liệu thông tin cháy rừng tại trang web của NASA	29
Hình 2.3 Bảng số liệu cháy rừng thu thập từ trang chủ NASA được xử lý trên phần mềm ArcGIS.....	30
Hình 2.4 Hình Mô hình HYSPLIT phát triển bởi NOAA	32
Hình 2.5 Bộ phần mềm ứng dụng ArcGIS (Nguồn: ESRI)	34
Hình 3.1 So sánh kết quả quan trắc giữa các trạm tại Hà Nội	37
Hình 3.2 Xu hướng nồng độ PM _{2.5} tại Hà Nội trong giai đoạn 2016-2020	38
Hình 3.3 Sự thay đổi theo thời gian nồng độ PM _{2.5} tại Hà Nội	39
Hình 3.4 Dữ liệu cháy rừng theo mùa năm 2019	43
Hình 3.5 Dữ liệu carbon đen tương ứng với thời gian của các vụ cháy rừng theo mùa năm 2019 trong khu vực.....	44
Hình 3.6 Dữ liệu 120 giờ truy xuất sự dịch chuyển của các khối khí đến Hà Nội	46
Hình 3.7 Số khối không khí di chuyển đến Hà Nội truy xuất dữ liệu 5 ngày trước đó	47

Hình 3.8 Kết quả mô hình PSCF xác định nguồn phát thải bụi $pm_{2.5}$ đến Hà Nội	48
Hình 3.9 Số lượng khối không khí đến Hà nội trong thời gian 5 ngày theo từng mùa	49
Hình 3.10 Mô hình PSCF kết hợp cùng với truy xuất nguồn gốc khối không khí đến Hà nội và mùa hè.....	50
Hình 3.11 Kết quả mô hình CWT mô phỏng khối không khí mang theo nồng độ bụi cụ thể	51
Hình 3.12 Xác định nguồn đóng góp bụi mịn bằng mô hình PSCF	52
Hình 3.13 Phân chia phần trăm nồng độ bụi mịn theo bảng số liệu được xử lý thông qua phần mềm R-Studio.....	53

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1 Giá trị AQI đánh giá mức độ ảnh hưởng theo từng khoảng giá trị	9
Bảng 2 Dữ liệu PM _{2.5} theo từng giờ được thu thập trực tiếp từ trạm quan trắc online tại Đại sứ quán Mỹ.	26
Bảng 3 Kiểm kê lượng phát thải PM _{2.5} năm 2019 của Hà Nội	41

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, vấn đề ô nhiễm không khí đặc biệt là bụi mịn $PM_{2.5}$ đang trở thành vấn đề môi trường lớn ở Việt Nam và các nước đang phát triển khác như Ấn Độ, Trung Quốc. Chỉ số về chất lượng không khí tại Việt Nam AQI (Air Quality Index) được công bố bởi Bộ tài nguyên và môi trường, ngoài ra còn có Đại sứ quán Mỹ tại Việt Nam, Pam air và tổ chức Airvisual. Người dân có thể truy cập vào các trang web để biết chất lượng không khí nơi mình đang sinh sống. Qua đó cho thấy vấn đề ô nhiễm không khí đặc biệt là bụi ngày càng được cả xã hội và các nhà quản lý quan tâm.

Bụi mịn có đường kính nhỏ hơn $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$) trong không khí ngày càng thu hút sự quan tâm của các nhà khoa học và cơ quan quản lý. $PM_{2.5}$ gây giảm tầm nhìn và đã được chứng minh là nguyên nhân gây ra một số bệnh liên quan hệ hô hấp, Alzheimer [1], tiểu đường tuýp 2 [2] và các bệnh liên quan đến phổi [3, 4]. Nguồn gốc của bụi $PM_{2.5}$ có thể được phát sinh từ phát thải trực tiếp hoặc sinh ra do ô nhiễm thứ cấp. Thành phần hóa học trong bụi $PM_{2.5}$ gồm các cation, anion, kim loại, hợp chất hữu cơ.... Trong số đó, bụi do đốt sinh khối như rơm rạ sau thu hoạch, củi và rơm rạ dùng làm chất đốt phục vụ nấu ăn ở vùng nông thôn và cháy rừng đã được chứng minh là đóng góp quan trọng làm tăng nồng độ bụi mịn trong không khí [5-7].

Năm 2019 khi Hà Nội chưa phải chịu ảnh hưởng của đại dịch COVID-19 xuất hiện tới 12 lần hiện tượng sương mù quang hoá thể hiện bởi sự ô nhiễm không khí nặng nề. Nồng độ bụi mịn trong năm 2019 tại Hà Nội luôn đứng trong top những thành phố cao nhất trên thế giới [8]. Pamair hay tổ chức Air Visual đã cảnh báo chỉ số AQI trực tuyến trên các nền tảng như ứng dụng di động và website một số ngày đạt mức nguy hại > 300 . Các nghiên cứu về bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam tập trung vào nồng độ trong không khí, đặc tính thành phần hóa học của bụi, nguyên nhân và nguồn gốc phát thải. Nghiên cứu về đóng góp làm tăng nồng độ bụi do đốt sinh khối đặc biệt là đốt rơm rạ và kiểm kê nguồn phát thải dựa trên số liệu vệ tinh đã được nhóm PGS Hoàng Anh Lê công bố [5, 9]. Tuy nhiên, một số dữ liệu cần đề cập đến khi đánh giá ảnh hưởng do đốt sinh khối làm gia tăng nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ như cháy rừng, nồng độ carbon đen trong không khí. Ứng dụng các mô hình nguồn tiếp nhận để đánh giá nguồn phát thải là cần thiết trong nghiên cứu về ô nhiễm bụi. Trong những năm gần đây các vệ tinh được phóng lên vũ trụ

nhằm quan trắc môi trường và giám sát sự biến đổi nồng độ các chất ô nhiễm trong đó phải kể đến như NASA hay NOAA của Mỹ. Các dữ liệu này được công bố một phần giúp các nhà khoa học trên thế giới có cơ sở dữ liệu để nghiên cứu về chất lượng không khí trên phạm vi toàn cầu, vì vấn đề ô nhiễm không khí không thể giải quyết được trong phạm vi một địa phương hay một quốc gia. Chính vì vậy, nghiên cứu **“Sử dụng dữ liệu vệ tinh để đánh giá ảnh hưởng của việc đốt sinh khối đến nồng độ bụi PM_{2.5} ở Hà Nội”** được thực hiện với nội dung nghiên cứu chính như sau:

+ Xác định hiện trạng, phân bố theo thời gian và mùa ô nhiễm bụi mịn PM_{2.5} tại Hà nội năm 2019.

+ Xác định sự ảnh hưởng của quá trình đốt sinh khối làm gia tăng nồng độ bụi mịn PM_{2.5} thông qua dữ liệu cháy rừng, đốt rơm rạ, carbon đen.

+ Sử dụng nguồn tiếp nhận PSCF và Hysplit xác định nguồn gốc gây ô nhiễm bụi cho Hà Nội.

Để có được các kết quả trong quá trình nghiên cứu đề tài này đã thu thập các nguồn dữ liệu đáng tin cậy và vận dụng các ứng dụng cụ thể để tính toán, mô phỏng theo dạng bản đồ ô nhiễm nhằm có cái nhìn khách quan hơn về bụi PM_{2.5}.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. TỔNG QUAN VỀ BỤI $PM_{2.5}$ VÀ Ô NHIỄM BỤI $PM_{2.5}$ TẠI HÀ NỘI

1.1.1 BỤI $PM_{2.5}$

“Bụi lơ lửng” (PM) là hỗn hợp các hạt rắn và lỏng có kích thước rất nhỏ lơ lửng trong không khí. Có 2 loại kích cỡ của PM trong môi trường không khí xung quanh hiện đang được nghiên cứu nhiều là PM_{10} (bụi có đường kính động học nhỏ hơn hoặc bằng $10\ \mu m$) và $PM_{2.5}$ (bụi có đường kính động học nhỏ hơn hoặc bằng $2,5\ \mu m$). $PM_{2.5}$ nhỏ hơn (gọi là bụi mịn) và nằm trong tập hợp con của PM_{10} , có thể lưu lại trong không khí trong thời gian dài và bay xa hàng trăm km. Các hạt thô, hoặc các phần tử của PM_{10} lớn hơn $2,5\ \mu m$, không tồn tại trong không khí lâu và ảnh hưởng của chúng thường bị hạn chế bởi chúng có xu hướng lắng xuống bề mặt xuôi theo chiều gió từ các nguồn phát thải. Các hạt thô lớn hơn không bay được dễ dàng qua khu vực đô thị hoặc các khu vực rộng vì chúng quá lớn để lơ lửng trong không khí và có xu hướng bị loại bỏ dễ dàng khi tiếp xúc với bề mặt. Nói tóm lại, khi kích thước hạt tăng, lượng thời gian các hạt tồn tại trong không khí giảm.

Bụi trong không khí có thể được chia theo nguồn phát sinh gồm (1) nguồn tự nhiên và nguồn nhân tạo hoặc (2) nguồn sơ cấp và nguồn thứ cấp. PM_{10} , $PM_{2.5}$ có thể phát thải trực tiếp vào trong môi trường không khí (được gọi là bụi PM sơ cấp) hoặc được hình thành từ các dạng hỗn hợp khí của ôxit sunfua (SO_4^{2-}), ôxit nitơ (NO_3^-), amoni (NH_4^+) và các hợp chất hữu cơ bay hơi không chứa metan (NHVOC) (được gọi là bụi PM thứ cấp). Cả hai loại này đều có thể được hình thành từ nguồn tự nhiên và do con người. (Norhayati Mohd Tahir et al. 2013).



Hình 1.1 So sánh các loại bụi mịn

1.1.2 Ô NHIỄM BỤI $\text{PM}_{2.5}$ TẠI HÀ NỘI

Trước đây, khi nói đến ô nhiễm không khí, chúng ta chỉ thường nghĩ đến các quốc gia đang phát triển và có dân số đông như Trung Quốc, Ấn Độ... Thế nhưng, hiện nay, những quốc gia phát triển, nhất là tại các khu đô thị lớn đều là nạn nhân của ô nhiễm không khí. Theo dữ liệu mới nhất của WHO, 97% thành phố ở các nước có thu nhập thấp và thu nhập trung bình với hơn 100.000 dân không đáp ứng các tiêu chuẩn về không khí của WHO. Với các nước có thu nhập cao, tỷ lệ giảm xuống 49%. Theo Tổ chức Giám sát chất lượng không khí AirVisual và Tổ chức Hòa bình xanh (Greenpeace) vào năm 2018, Gurugram là thành phố có mức độ ô nhiễm nặng nhất thế giới. Tổng cộng 18 trong số 20 thành phố ô nhiễm nhất trên thế giới thuộc về các nước Nam Á. Châu Âu không phải ngoại lệ. Năm 2017, Bulgaria là nước thành viên đầu tiên của Liên minh châu Âu (EU) bị tòa án châu Âu kết tội không tuân thủ các quy định về đảm bảo chất lượng không khí. Mặc dù nhận thức về môi trường sống và ô nhiễm không khí ngày càng được cải thiện tại các đô thị lớn, tình hình vẫn ngày càng trầm trọng hơn khi 2/3 thế giới đang phải hứng chịu nạn ô nhiễm khủng khiếp với chỉ số bụi mịn $\text{PM}_{2.5}$ cao trên mức $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ khí, chủ yếu tại Châu Á, Trung Đông và Châu Phi. Nguyên nhân là do

dân số những khu vực này tăng quá nhanh, khiến các nỗ lực giảm thiểu ô nhiễm không khí chưa đạt hiệu quả.

Các nguồn phổ biến nhất do con người tạo ra bao gồm động cơ chạy bằng nhiên liệu hóa thạch, sản xuất điện, hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và đốt sinh khối. Nguồn phát sinh bụi $PM_{2.5}$ có thể sinh ra từ khí thải trực tiếp hoặc sinh ra từ ô nhiễm thứ cấp. Thành phần hóa học trong bụi $PM_{2.5}$ bao gồm cation, anion, kim loại và các hợp chất hữu cơ, ... Trong đó, bụi đốt sinh khối như rơm, rạ sau thu hoạch, củi, rơm rạ dùng làm nhiên liệu đun nấu ở các vùng nông thôn, rừng các đám cháy đã được chứng minh là góp phần quan trọng làm tăng nồng độ bụi mịn trong không khí.

Trong báo cáo thường niên năm 2018, Viện Health Effects Institute (HEI) ghi nhận, hơn 95% dân số thế giới đang phải hít thở bầu không khí ô nhiễm, trên 60% phải sống ở những khu vực không đáp ứng được tiêu chuẩn cơ bản nhất của WHO. Theo đó, ô nhiễm môi trường không khí gây tử vong cao. Riêng Trung Quốc và Ấn Độ đã chiếm tới 50% số ca tử vong do ô nhiễm không khí toàn cầu. Trong năm 2016, Trung Quốc có 1,1 triệu người chết vì ô nhiễm không [\[10\]](#)

Theo một nghiên cứu gần đây đăng tải trên tạp chí Lancet Planetary Health, 86% cư dân tại các thành phố trên khắp thế giới, tương đương khoảng 2,5 tỷ người, đang hít thở không khí chứa nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ cao hơn mức khuyến cáo độc hại của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) [\[11\]](#).

Bụi mịn $PM_{2.5}$ thường được tạo ra từ hoạt động đốt cháy nhiên liệu. Với kích thước nhỏ hơn sợi tóc người từ 20 đến 30 lần, các hạt bụi mịn $PM_{2.5}$ có thể thâm nhập sâu vào máu, gây ra các bệnh về phổi, mạch máu và tim.

Bụi siêu mịn 2.5 ảnh hưởng trực tiếp tới tất cả mọi người. Trong đó, bụi mịn ảnh hưởng nghiêm trọng tới những người lớn tuổi và trẻ em. Do hệ miễn dịch chưa phát triển đầy đủ, trẻ em chịu tác động nhiều nhất của ô nhiễm không khí. Cùng một nồng độ khí ô nhiễm hít phải, lượng chất trực tiếp đi vào cơ thể trẻ em có thể cao gấp 2 lần người lớn.

Gây dị ứng: Ở mức độ nhẹ nhất, bụi $PM_{2.5}$ mang theo vi khuẩn bám vào bề mặt của cơ thể. Gây cảm giác ngứa ngáy, khó chịu, dị ứng. Một số trường hợp nặng hơn sẽ gây đau mắt, viêm mũi, các bệnh về tai mũi họng. Theo thống kê của Bộ Y tế, hiện nay ô nhiễm không khí chính là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến các bệnh

về tai, mũi, họng. $PM_{2.5}$ gây suy giảm hệ miễn dịch: Bụi $PM_{2.5}$ có thể hấp thụ chất độc, đồng thời mang theo vi khuẩn và virus ngoài môi trường. Theo đó, khi xâm nhập vào cơ thể chúng lại thải độc tố ngấm vào cơ thể làm suy giảm hệ miễn dịch.

Gây viêm phổi, tắc nghẽn phổi mãn tính: Bụi $PM_{2.5}$ có xâm nhập vào cơ thể người thông qua hoạt động hít thở. Sau đó, chúng theo đường dẫn khí, bám và tích tụ vào khí quản và bề mặt phổi. Theo thời gian, lượng bụi này tích tụ càng nhiều, gây ảnh hưởng càng lớn tới phổi. Đặc biệt $PM_{2.5}$ có kích thước siêu nhỏ có thể xâm nhập sâu. Khi lượng bụi tích tụ đủ lớn sẽ có thể dẫn đến tử vong.

$PM_{2.5}$ xâm nhập vào máu gây nhồi máu cơ tim: Nghiên cứu mới nhất của khoa tim mạch bệnh viện Nhân dân thuộc đại học Bắc Kinh cũng đã chia sẻ những tác hại của $PM_{2.5}$ như sau: “trong khoảng thời gian ngắn bụi mịn $PM_{2.5}$ có thể khiến chỗ tắc mạch máu bình thường không nghiêm trọng đột nhiên bị vỡ, tạo ra nghẽn mạch, gây nên nhồi máu cơ tim cấp tính”.

Sau khi mở rộng địa giới hành chính vào năm 2008, Hà nội hiện này có gần 3.400 km² với dân số hơn 10 triệu dân, là thành phố trực thuộc trung ương có diện tích lớn nhất cả nước. Hà nội là trung tâm văn hóa chính trị của cả nước, là một đại đô thị nên vấn đề ô nhiễm môi trường, đặc biệt là ô nhiễm môi trường không khí ngày càng nghiêm trọng. Hình ảnh khói bụi mịt mù và người dân ra đường luôn phải đeo khẩu trang, tắc đường, đốt rơm rạ sau mỗi đợt thu hoạch lúa và đốt rác sinh hoạt là hình ảnh và phổ biến của Hà nội.



Hình 1.2 Ô nhiễm không khí tại Hà Nội

Mặc dù có nhiều chính sách, giải pháp kỹ thuật và Hà nội có hơn 10 trạm quan trắc môi trường không khí liên tục, đã có những chính sách nhằm hạn chế xe tư nhân, và tới đây Tp Hà nội còn dự kiến thu phí xe ngoại tỉnh vào nội đô với hơn 100 trạm thu phí. Nhưng đến nay Hà nội vẫn được xếp vào một trong những thành phố ô nhiễm không khí với chỉ số chất lượng không khí AQI xấu và kém, được báo cáo trong báo cáo ô nhiễm môi trường không khí quốc gia do Bộ TN và MT ban hành.

Theo số liệu thống kê từ Chi cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội cho thấy chất lượng môi trường không khí xung quanh khá khác biệt giữa các khu vực của thành phố và các vị trí đặt 10 trạm quan trắc. Nồng độ các chỉ tiêu quan trắc và số ngày có nồng độ vượt quá giới hạn Quy chuẩn Việt Nam ở các trạm khu vực giao thông (Minh Khai – Bắc Từ Liêm và Đường Phạm Văn Đồng) luôn cao hơn khá nhiều so với các trạm được đặt tại các khu dân cư và cận đô thị (Hoàn Kiếm, Kim Liên, Tân Mai, Trung Yên). Các phương tiện giao thông có động cơ đã được biết đến như là một nguồn quan trọng đóng góp rất lớn vào việc gây ô nhiễm không khí tại các đô thị ở các nước đang phát triển. Bên cạnh đó, sự gia tăng dân số, mật độ xây dựng và cấu trúc nhà ở khép kín, tốc độ đô thị hóa và số lượng chung cư được xây mới ra tăng trong nội đô ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng môi trường sống và làm việc của con người.

Máy đo chất lượng không khí của Đại sứ quán Hoa Kỳ tại Hà Nội đã được lắp đặt lại và chứng nhận lại vào ngày 6 tháng 9 năm 2019, tại một địa điểm mới ở quận Hoàn Kiếm, Hà Nội. Dữ liệu hiện tại và dữ liệu trước kia được chứng nhận bởi EPA cũng có sẵn tại

đây: [https://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=airnow.global_summary#Vietnam\\$Hanoi](https://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=airnow.global_summary#Vietnam$Hanoi).

Bộ Ngoại giao Hoa Kỳ, phối hợp với Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA), đặt máy giám sát chất lượng không khí trên nhiều cơ sở của mình trên khắp thế giới để cung cấp thông tin giúp bảo vệ sức khỏe của nhân viên và công dân Hoa Kỳ ở nước ngoài. Đại sứ quán Hoa Kỳ Hà Nội có máy giám sát chất lượng không khí để đo ô nhiễm dạng hạt với kích thước đường kính 2.5 micromet hoặc nhỏ hơn, thường được gọi là PM2.5. Xin lưu ý rằng phân tích toàn thành phố không thể được thực hiện với dữ liệu từ một máy giám sát duy nhất. Dữ liệu này cung cấp số đo chính xác về chất lượng không khí cho PM 2.5

trong khu vực Hà Nội gần vị trí máy đo tại 19/21 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội.

Bảng thông tin về chất lượng không khí này cung cấp thông tin chi tiết về giám sát chất lượng không khí, tại sao chất lượng không khí ngoài trời lại quan trọng và Câu hỏi thường gặp (FAQ). Điểm nổi bật từ phần liệt kê thông tin về chất lượng không khí:

Thiết bị đặt tại Đại sứ quán Hoa Kỳ sử dụng nguyên tắc đo suy giảm beta để cung cấp nồng độ PM2.5 hàng giờ tính bằng microgam trên mét khối.

Nồng độ PM2.5 hàng giờ được chuyển đổi thành Chỉ số Chất lượng Không khí(AQI) của EPA Hoa Kỳ được cung cấp cho công chúng trên trang web www.airnow.gov

Thiết bị được vận hành và bảo trì theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất, cũng như theo các yêu cầu Giám sát Chất lượng Không khí Xung quanh của Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ.

EPA Hoa Kỳ đã phát triển một công thức để chuyển đổi số liệu PM 2.5 thành giá trị Chỉ số Chất lượng Không khí (AQI) có thể giúp cung cấp thông tin cho các quyết định liên quan đến sức khỏe. Ý nghĩa của các giá trị số AQI được trình bày trong biểu đồ dưới đây. Xin lưu ý rằng AQI của EPA Hoa Kỳ bao gồm ô nhiễm không khí ở dạng khí và hạt, nhưng các đại sứ quán Hoa Kỳ sử dụng ô nhiễm dạng hạt làm phản ánh chung cho chất lượng không khí.

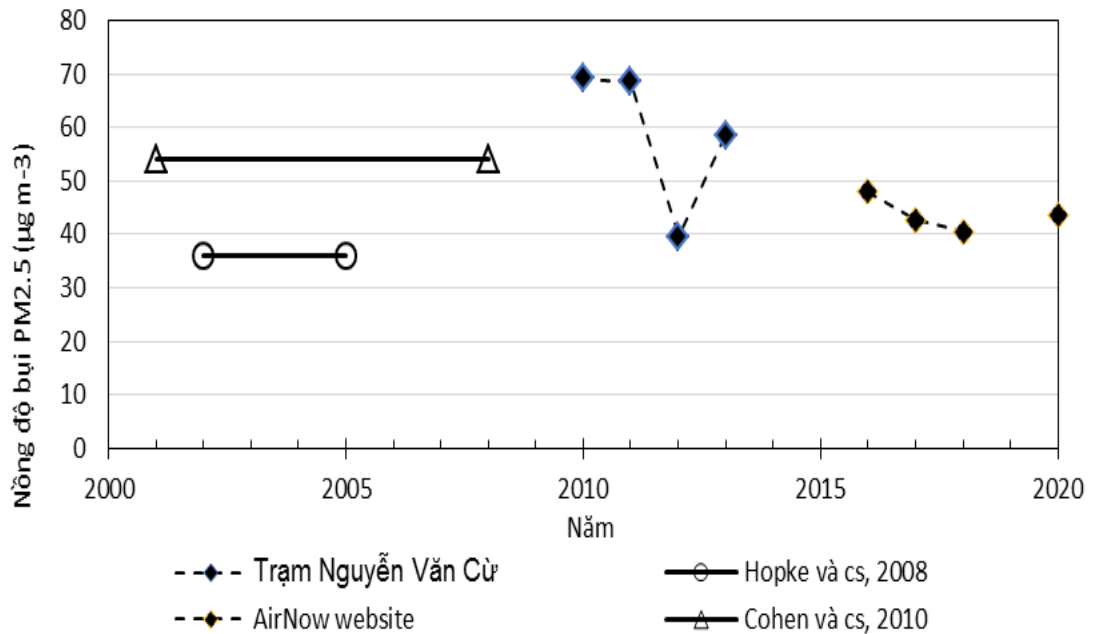
Bảng 1 Giá trị AQI đánh giá mức độ ảnh hưởng theo từng khoảng giá trị

Chỉ số chất lượng không khí	Giá trị số	Ý nghĩa
Mức độ lo ngại về sức khỏe		
Tốt	0 đến 50	Chất lượng không khí được xem là tốt, và ô nhiễm không khí đem lại rất ít rủi ro hoặc không có rủi ro nào
Trung bình	51 đến 100	Chất lượng không khí chấp nhận được; tuy nhiên, đối với một số chất gây ô nhiễm, có thể có một mối quan ngại sức khỏe vừa phải cho một số rất nhỏ những người đặc biệt nhạy cảm với không khí ô nhiễm
Không lành mạnh cho các nhóm nhạy cảm	101 đến 150	Các thành viên của các nhóm nhạy cảm có thể bị ảnh hưởng sức khỏe. Công chúng nói chung có thể không bị ảnh hưởng.
Không lành mạnh	151 đến 200	Tất cả mọi người có thể bắt đầu chịu ảnh hưởng sức khỏe; Các thành viên của các nhóm nhạy cảm có thể bị ảnh hưởng sức khỏe nghiêm trọng hơn.
Rất không lành mạnh	201 đến 300	Cảnh báo sức khỏe trường hợp khẩn cấp. Toàn dân nhiều khả năng bị ảnh hưởng.
Nguy hiểm	301 đến 500	Cảnh báo y tế: tất cả mọi người có thể bị ảnh hưởng sức khỏe nghiêm trọng hơn

1.2. CÁC NGHIÊN CỨU BỤI PM_{2.5} TRONG NƯỚC VÀ NGOÀI NƯỚC

1.2.1. Tình hình nghiên cứu bụi PM_{2.5} trong nước

Một số nghiên cứu về sức khỏe cộng đồng cho thấy, bụi PM_{2.5} có ảnh hưởng lớn đến sức khỏe cộng đồng. Tiếp xúc với bụi trong không khí xung quanh làm tăng tỷ lệ nhập viện và tử vong ở Việt Nam. Ví dụ, Tổ chức Gánh nặng bệnh tật toàn cầu ước tính rằng vào năm 2015, việc tiếp xúc với PM_{2.5} trong không khí xung quanh ở Việt Nam làm mất đi 806.900 năm sống khỏe mạnh do bệnh tật (tương đương với 806.900 DALY - số năm sống được hiệu chỉnh theo mức độ bệnh tật) (khoảng không chắc chắn 95% (UI)) (số liệu theo Cohen và cs [12]) Tử vong do tiếp xúc với PM_{2.5} ở Việt Nam là 42,2 nghìn ca (95% UI) vào năm 2015. Ngoài ra, các nghiên cứu cũng chỉ ra tác động ngắn hạn của bụi PM_{2.5} đối với việc nhập viện của trẻ em [13].



Hình 1.3 Nồng độ bụi PM_{2.5} tại Hà Nội [14]

Nồng độ bụi PM_{2.5} trong hai nghiên cứu của Hopke và cộng sự (cs) [15]; Cohen và cs [12] được xác định bằng phương pháp lấy mẫu, cân khối lượng. Nồng độ bụi PM_{2.5} tại trạm Nguyễn Văn Cừ được trích xuất từ nghiên cứu. Nồng độ PM_{2.5} tại trạm Nguyễn Văn Cừ và nồng độ thu thập từ AirNow được quan trắc bằng các thiết bị đo tự động liên tục.

Trong một năm, nồng độ bụi PM_{2.5} tại Hà Nội thường cao vào mùa đông, thấp vào mùa hè. Biến thiên nồng độ bụi PM_{2.5} đã được nhiều nghiên cứu chứng minh là liên quan chủ yếu đến yếu tố khí tượng và vận chuyển dài hạn. Hà Nội cũng như các khu vực khác của Việt Nam có khí hậu nóng ẩm gió mùa. Điều kiện khí tượng trong khu vực ảnh hưởng tới ÔNKK được mô tả chi tiết bởi Lawrence và Lelieved, 2010 [16]. Tác giả Phạm Duy Hiền và cs, 2002 cũng đã phân tích đặc trưng khí tượng ảnh hưởng tới ÔNKK ở miền Bắc Việt Nam, được tóm tắt như sau. Vào mùa đông, điều kiện khí tượng bị tác động bởi các đợt gió mùa Đông Bắc xuất phát từ các khối cao áp phía trên Xibia và biển Đông Trung Hoa. Khi gió mùa tràn về, khí áp tăng cao, nhiệt độ hạ xuống làm cho không khí bị tù hãm, chất ô nhiễm khó phát tán lên cao và vận chuyển đi xa. Tùy theo hướng của đi của khối khí qua lục địa hay đại dương mà không khí sẽ mang theo ít hay nhiều hơi ẩm. Vào mùa hè, điều kiện khí tượng tại miền Bắc Việt Nam được quyết định bởi khối khí từ vùng áp suất cao ở biển Ấn Độ, vùng áp suất cao dưới nhiệt đới ở biển

Đông, mang theo khí ẩm, mưa nhiệt đới. Tuy nhiên, mưa lớn chủ yếu xảy ra vào tháng 7 và tháng 8 [17].

Biến trình nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong ngày tại 1 điểm đo nền đô thị và 1 điểm đo giao thông tại Hà Nội không có đỉnh (peak) vào giờ cao điểm phản ánh tương quan yếu với nguồn giao thông. Trong khi đó, CO và PM_{10} có tương quan chặt chẽ với nguồn giao thông. Một nghiên cứu gần đây cho thấy, nồng độ $PM_{2.5}$ tại 1 điểm nền đô thị tại Hà Nội, 1 điểm ngoại thành Hà Nội và 1 điểm tại Thái Nguyên cách xa nhau trong vòng bán kính 60 km trong các tháng mùa đông có sự thăng giáng, đồng thời, cho thấy sự chi phối rất lớn của nguồn khu vực đến nồng độ bụi $PM_{2.5}$. Cụ thể là ảnh hưởng tức thời của các nguồn cục bộ bị lấn át bởi sự đóng góp của nhiều nguồn phát thải xung quanh đến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cũng như tích lũy bụi $PM_{2.5}$ trong quá khứ do nó có thời gian lưu trong khí quyển lớn.

Để có thể kiểm soát tốt ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$, việc nghiên cứu nhằm xác định rõ nguồn, các yếu tố ảnh hưởng lên nồng độ bụi là rất quan trọng, nhằm tránh tình trạng đầu tư lãng phí hay kiểm soát nghiêm ngặt thái quá gây ảnh hưởng đến các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội.

Các nghiên cứu về ô nhiễm môi trường không khí đặc biệt là $PM_{2.5}$ đã được tiến hành bởi các nhóm nghiên cứu tại Việt Nam hoặc do các nghiên cứu sinh đang học tập ở nước ngoài về lấy mẫu khảo sát tại Việt Nam. Hà Nội là đối tượng nghiên cứu được đề cập nhiều nhất.

Nhóm nghiên cứu của Nghiêm Trung Dũng, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã sử dụng cảm biến đo bụi $PM_{2.5}$ của hãng Panasonic để đánh giá đặc tính của bụi theo thời gian. Sau 1 năm đo nồng độ bụi tại Hà Nội từ tháng 7/2016 đến 6/2017, kết quả thu được từ cảm biến có hệ số tương quan tốt với trạm quan trắc tự động liên tục ($R^2 = 0.73$), nồng độ bụi trung bình thu được cao nhất vào tháng 12 ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), thấp nhất tháng 6 ($19 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra có 13 lần xuất hiện sương mù với nồng độ $PM_{2.5}$ trong không khí cao hơn $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ trong mùa khô (10/2016 – 7/2017) [18].

Nghiên cứu về thành phần hóa học trong bụi $PM_{2.5}$ và PM_{10} tại Hà Nội từ tháng 12/2006-2/2007, kết quả nghiên cứu cho thấy các ion SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- , và K^+ chiếm thành phần chính trong bụi $PM_{2.5}$. Mô hình PMF (Positive Matrix Factorization) và mô hình truy xuất sự lan truyền chất ô nhiễm trong không khí (HYSPLIT trajectories) cho thấy nguồn ô nhiễm thứ cấp đóng góp 40%, tiếp theo

là hoạt động sinh hoạt của con người 16%, giao thông 10%, muối biển 11% ... Nguồn gốc ô nhiễm bụi của Hà Nội trong thời gian lấy mẫu được cho rằng liên quan trực tiếp đến các hoạt động phát thải từ địa phương. Nghiên cứu khác về thành phần hóa học của bụi $PM_{0.1}$, $PM_{2.5}$ và PM_{10} tại Hà nội cho thấy các bon hữu cơ, nguyên tố các bon và ô nhiễm thứ cấp ảnh hưởng đến nồng độ bụi tại Hà nội. Thời gian đốt rơm rạ quanh khu vực ngoại thành cũng làm gia tăng nồng độ bụi.

Nhóm nghiên cứu của Phùng Đức Hiến [17] đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của điều kiện khí tượng đến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và $PM_{2.5-10}$, kết quả cho thấy khi tầng đảo nhiệt (temperature inversion layer) xuất hiện, không khí tại bề mặt trái đất bị nén lại khiến sự khuếch tán của bụi giảm đáng kể. Điều kiện khí tượng này dẫn tới sự gia tăng nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và $PM_{2.5-10}$ ở Hà nội vào mùa thu và mùa đông. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình từ 8/1998 đến 7/1999 là $36.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cũng theo kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả, hàm lượng NO_3^- , SO_4^{2-} và NH_4^+ là những thành phần chính trong bụi tại Hà nội.

Nghiên cứu về nguồn gốc bụi $PM_{2.5}$ trên toàn cầu bằng cách quan trắc thành phần hóa học bằng vệ tinh quan sát hệ thống bụi trên bề mặt trái đất (SPARTAN - surface particulate matter network) kết hợp sử dụng mô hình làn truyền hóa chất toàn cầu (GEOS-Chem, global chemical transport model) trong đó có Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy Việt Nam có đến 50% bụi $PM_{2.5}$ là do việc đốt nhiên liệu rắn (than đá, củi, rơm rạ ...). Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình trong khí tại Hà nội đo trong khoảng thời gian từ tháng 05/2015–03/2016 là $50.9 \pm 7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ đối với phương pháp đo qua vệ tinh và $45.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ đối với phương pháp mô hình.

Một nghiên cứu khác khi nghiên cứu thành phần hóa học trong bụi, sau đó sử dụng mô hình PMF để xác định nguồn gốc bụi $PM_{2.5}$ của Hà Nội giai đoạn từ 2001 đến 2008. Nồng độ bụi trung bình của Hà nội là $(54 \pm 33) \mu\text{g}/\text{m}^3$ cao hơn rất nhiều đối với tiêu chuẩn quy định của EPA-Mỹ ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Thành phần chính trong bụi $PM_{2.5}$ của Hà nội là NH_4^+ (29%), tiếp theo là chất hữu cơ (28%), carbon đen (9.2%), bụi đất (8,9%). Nguồn gốc của bụi do giao thông chiếm 40%, đốt rác và than chiếm 30%, công nghiệp 19% và do ô nhiễm thứ cấp gốc SO_4^{2-} là 7.8%.

Bên cạnh việc sử dụng các mô hình tính toán hay phân tích thành phần hóa học để xác định nguồn gốc và mức độ ô nhiễm bụi, thì việc sử dụng ảnh vệ tinh cũng là một hướng tiếp cận cho nhiều kết quả khả quan. Việc sử dụng ảnh vệ tinh giám sát ô nhiễm không khí tập trung vào ước tính các thông số: bụi mịn PM (từ

sol khí AOD), NMVOC, và khí (NO_2 , SO_2 , CO , CH_4 , và CO_2). Các nghiên cứu gần đây chỉ ra tiềm năng trong việc sử dụng công nghệ ảnh vệ tinh viễn thám cho xây dựng bản đồ và giám sát ô nhiễm kết hợp với các nguồn quan trắc mặt đất (Badarinatha et al. 2009; Monks and Beirle 2011). Các ảnh sol khí có thể được tích hợp với dữ liệu quan trắc bụi trong các mô hình ước tính mức độ ô nhiễm nhằm tăng chất lượng tính toán và dự đoán của các mô hình này. Các phương pháp ước tính PM rất đa dạng, từ hồi quy tuyến tính (Linear Regression - LR), đa hồi quy tuyến tính (Multiple Linear Regression) đến SVR (Support Vector Regression) và SOM (Self Organizing Map) (Gupta and Christopher 2009; Hirtl et al. 2013; Yahi et al. 2011). Mối liên hệ giữa AOT và $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ đã được xem xét trên nhiều vùng miền khác nhau (Ý, Pháp, Hà Lan, Mỹ, Malaysia, HongKong, Sydney, Thụy Sĩ, Delhi, NewYork) với các điều kiện thực nghiệm khác nhau (Chu et al. 2003) (Wang et al. 2003) (Engel-Cox et al. 2004) (Y. Liu et al. 2007).

Việc so sánh AOD MODIS (AOD quan trắc từ ảnh vệ tinh MODIS) và AOD AERONET (AOD quan sát từ mạng AERONET) tại các khu vực khác nhau được rất nhiều tác giả trên thế giới tiến hành. Kết quả của các nghiên cứu cho thấy hệ số tương quan giữa AOD MODIS và AOD AERONET tại một số khu vực trên thế giới biến đổi từ 0,62 đến 0,99 và tại một vị trí thì hệ số tương quan và sự chênh lệch này cũng biến đổi theo mùa trong năm (Tripathi và cộng sự, 2005; Qifang Xu và cộng sự, 2005; Mielonen và cộng sự, 2011; Qi Yulei và cộng sự, 2013; Sanjay More và cộng sự, 2013).

(Bridhikitti. 2013) khảo sát các lớp ô nhiễm không khí ở khu đô thị của Bangkok từ ảnh CALIPSO trong các năm từ 2007 đến năm 2011. Kết quả cho thấy lớp sol khí do đốt sinh khối là quan sát được thường xuyên nhất, các lớp khói làm biến đổi và gia tăng nồng độ AOD cao. Các lớp khói này có thể đóng góp vào sự phát thải bên ngoài khu vực đô thị Thái Lan. (Q. Liu et al. 2017) sử dụng dữ liệu quan sát từ CALIPSO để phân tích các đặc tính của sol khí gần bề mặt cũng như ở tầng đối lưu giữa các vùng đô thị Bắc Kinh - Thiên Tân - Hà Bắc (Vùng A) và vùng đồng Bằng sông Dương Tử (Vùng B) ở Trung Quốc. Kết quả cho thấy ô nhiễm khói bụi ở vùng A liên quan đến cả sol khí địa phương và cả nơi khác trong khi tại vùng B, khói bụi liên quan đến nguồn nhân tạo địa phương. Nghiên cứu cũng chỉ ra sự phân bố theo độ cao của các sol khí hình cầu và không phải hình cầu tại hai khu vực này theo mùa. Từ đó nhận định, tỉ lệ bụi mịn ở vùng A là nghiêm

trọng hơn vùng B. (Qin et al. 2016) nghiên cứu sol khí xuyên biên giới ở Trung Quốc trong thông qua sử dụng kết hợp dữ liệu quan trắc $PM_{2.5}$, dữ liệu lidar mặt đất, dữ liệu vệ tinh MODIS và CALIPSO, dữ liệu khí tượng và mô hình quỹ đạo ngược. Còn (Zhao, Yin, and Qu 2015) xác định nguồn bụi ở Lan Châu, Trung Quốc sử dụng kết hợp mô hình quỹ đạo HYSPLIT, độ sâu sol khí từ ảnh MODIS và phân bố sol khí theo chiều dọc từ vệ tinh CALIPSO.

Tại Việt Nam, việc sử dụng ảnh vệ tinh sol khí ước tính nồng độ bụi PM đã được nghiên cứu và phát triển trong những năm gần đây. Trong nghiên cứu của (Trần Thị Vân và cộng sự, 2014) đã tiếp cận theo hướng sử dụng công nghệ viễn thám để giám sát thành phần bụi PM_{10} từ ảnh vệ tinh Landsat cho Tp. Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy, phân bố nồng độ PM_{10} cao được phát hiện trên các điểm giao lộ và trục lộ giao thông, khu công nghiệp và các khu vực có công trình xây dựng. Một nghiên cứu khác của (N.N. Hùng và cộng sự, 2018) đã sử dụng ảnh Landsat 8 OLI và dữ liệu đo bụi bằng mắt nhằm xác định bụi PM_{10} trong không khí khu vực Hà Nội.

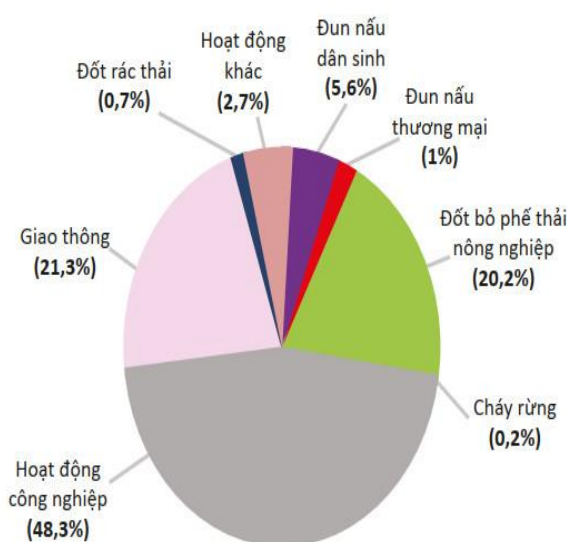
(T.T Vân và cộng sự, 2012) đã nghiên cứu phát hiện thành phần bụi PM_{10} từ ảnh vệ tinh SPOT 5 và cho thấy, phân bố không gian nồng độ bụi $PM_{10} > 200\mu g/m^3$ được phát hiện hầu hết trên các trục lộ giao thông, các khu công nghiệp và cả khu dân cư. Trong một nghiên cứu khác của (Hung et al. 2016), ảnh sol khí SPOT được sử dụng để ước tính bản đồ bụi PM_{10} trên vùng Hà Nội với độ phân giải 60m. Kết quả kiểm chứng khi so sánh kết quả ước tính PM_{10} và dữ liệu quan trắc tương đối tốt, xu hướng biến đổi theo không gian có sự tương ứng với các kết quả khảo sát và điều tra. Sản phẩm PM ước tính của hai bộ cảm biến là MODIS/Terra, Aqua và VIIRS/S-NPP đã được sử dụng để so sánh đánh giá chất lượng mô hình chất lượng không khí trên khu vực nghiên cứu.

Nhóm nghiên cứu của Trường Đại học Công nghệ đã xây dựng bản đồ bụi $PM_{2.5}$ cho Hà Nội với độ phân giải 1km từ năm 2012-2014 (T. N. T. Nguyen et al. 2014) và thực hiện xây dựng bản đồ $PM_{2.5}$ từ vệ tinh MODIS trên phạm vi toàn quốc. Kết quả đánh giá giữa giá trị PM tại trạm quan trắc và giá trị ước tính từ ảnh vệ tinh có tương quan cao, với $R^2 = 0,64$ (T. T. N. Nguyen et al. 2015). Ngoài ra, (P.X. Thành và cộng sự, 2011) đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của mưa và hoàn lưu gió mùa tới AOD MODIS tại trạm Bạc Liêu và Bắc Giang. (Tran et al. 2018) đã sử dụng sản phẩm aerosol VIIRS (từ năm 2012 đến năm 2015) và

CALIPSO Aerosol Layer Version 3.01 (từ năm 2006 đến năm 2015) để phân tích thành phần sol khí xung quanh trạm Nghĩa Đô, Nha Trang và Bạc Liêu tương ứng với miền Bắc, miền Trung và miền Nam của Việt Nam cho các tháng khác nhau.

Như vậy, với sự phát triển của công nghệ ảnh vệ tinh trong thời gian gần đây cho thấy tiềm năng của chúng trong việc theo dõi hiện trạng và phân tích đặc điểm ô nhiễm không khí từ cấp độ toàn cầu cho đến cấp độ khu vực, quốc gia cũng như cấp đô thị, bên cạnh các phương pháp quan trắc tại mặt đất.

4.2 ĐÓNG GÓP NGUỒN THẢI TẠI HÀ NỘI (2018)



Hình 28. Đóng góp các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ ở Hà Nội, năm 2018 (Nguồn: Oanh & Huy, 2021)

Theo nghiên cứu của Oanh & Huy (2021), ước tính tổng lượng $PM_{2.5}$ phát thải khoảng **20 nghìn tấn/năm** (chưa kể bụi đường và một số nguồn khác³⁹), trong đó khoảng **48,3%** lượng $PM_{2.5}$ đến từ các hoạt động công nghiệp và làng nghề, **21,3%** từ giao thông, **20,2%** do đốt phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ) và **6,6%** do đun nấu dân dụng và thương mại (Hình 28)⁴⁰.

Hình 1.4 Nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Oanh và các cộng sự về các nguồn góp tỉ lệ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cho Hà Nội

1.2.2. Tổng hợp các nghiên cứu về bụi mịn $PM_{2.5}$ trên thế giới

Theo một nghiên cứu gần đây đăng tải trên tạp chí Lancet Planetary Health, 86% cư dân tại các thành phố trên khắp thế giới, tương đương khoảng 2,5 tỷ người, đang hít thở không khí chứa nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ cao hơn mức khuyến cáo độc hại của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO).

Bụi mịn PM_{2.5} thường được tạo ra từ hoạt động đốt cháy nhiên liệu. Với kích thước nhỏ hơn sợi tóc người từ 20 đến 30 lần, các hạt bụi mịn PM_{2.5} có thể thâm nhập sâu vào máu, gây ra các bệnh về phổi, mạch máu và tim.

Tác giả chính của nghiên cứu trên, bà Veronica Southerland tại Đại học George Washington (Mỹ) cho biết: “Phần lớn dân số thành thị trên thế giới sống trong những khu vực có nồng độ bụi mịn PM_{2.5} gây hại cho sức khỏe.”

Nghiên cứu của bà Veronica Southerland và các cộng sự chỉ ra rằng ô nhiễm liên quan đến việc đốt nhiên liệu hóa thạch là nguyên nhân khiến trên thế giới có thêm 1,8 triệu người tử vong trong năm 2019.

Trong khi đó, theo một nghiên cứu khác cũng được công bố trên tạp chí Lancet, ô nhiễm đặc biệt tác động nặng nề tới trẻ em. Nghiên cứu này cho thấy khí nitơ dioxide (NO₂) phát thải trong quá trình đốt nhiên liệu trong ô tô và tại các nhà máy điện là nguyên nhân khiến có thêm gần 2 triệu trẻ em mắc hen suyễn.

Tuy nhiên, có những tín hiệu tích cực khi các nỗ lực làm sạch đường phố và các khu công nghiệp ở Mỹ và châu Âu đã giúp giảm tỷ lệ trẻ mắc bệnh hen suyễn do NO₂ từ 20% xuống còn 16% trong hai thập kỷ từ năm 2000-2019.

Nhà nghiên cứu Susan Anenberg tại Đại học George Washington nhấn mạnh các phát hiện trên cho thấy không khí sạch phải là một phần quan trọng trong các chiến lược nhằm đảm bảo sức khỏe cho trẻ em.

Tuy nhiên, theo một nghiên cứu thứ ba được công bố trên tạp chí Lancet trong tháng Một này, ô nhiễm nhiên liệu hóa thạch vẫn dẫn tới tử vong và gây thiệt hại, ngay cả ở mức độ 5 µg/m³ mà Cơ quan Bảo vệ môi trường, Liên minh châu Âu và WHO cho là an toàn.

Qua đánh giá tổng quan các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy, nghiên cứu về thành phần, đặc tính và nguồn phát thải của bụi PM_{2.5}, ảnh hưởng của nồng độ bụi do đốt rơm rạ và chất đốt đã được thực hiện nhiều ở cả Việt Nam và thế giới. Tuy nhiên, nghiên cứu sự ảnh hưởng nồng độ bụi PM_{2.5} kết hợp do hiện tượng đốt sinh khối gồm: rơm rạ, chất đốt và cháy rừng còn mới và chưa có nhiều nghiên cứu đề cập đến.

Dữ liệu hiện tại về bụi PM_{2.5} ở Hà Nội được thu thập từ Trung tâm Quan trắc Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Đại sứ quán Hoa Kỳ tại Hà Nội,

<https://airnow.gov>, pam air Việt Nam <https://pamair.org>, và Tổ chức hàng không <https://www.airvisual.com>.

Dữ liệu về cháy rừng được lấy từ trang web của NASA, <https://firm.modaps.eosdis.nasa.gov> thông qua các trạm vệ tinh giám sát môi trường, kết hợp với kiểm kê các nguồn phát thải từ mặt đất. Bản đồ phân bố cháy rừng được xây dựng dựa trên phần mềm Arc GIS.

1.3. ĐỐT SINH KHỐI ẢNH HƯỞNG ĐẾN NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5}

Khí thải từ đốt sinh khối (chủ yếu là rơm rạ) ở ngoại thành và các địa phương lân cận đang góp phần quan trọng vào tình trạng ô nhiễm không khí ở Hà Nội nhưng lại chưa được đánh giá đúng mức. Câu chuyện còn phức tạp hơn khi Hà Nội nằm trong vùng “lòng chảo” bao quanh là đồng bằng trồng lúa của thành phố và các tỉnh lân cận.

Ở miền Bắc, các cánh đồng ở thường manh mún và do các hộ nông dân nhỏ lẻ sở hữu, dẫn đến việc rơm rạ khó có thể thu gom hiệu quả trên quy mô lớn và thường được xử lý bằng cách đốt bỏ trực tiếp trên đồng.



Hình 1.5 Hình ảnh người nông dân đốt rơm rạ trực tiếp sau khi thu hoạch

Nông dân miền Bắc đốt rơm rạ hai lần một năm sau khi thu hoạch: vào cuối tháng 5 đầu tháng 6 (vụ Đông Xuân) và khoảng tháng 10 - tháng 12 (vụ Mùa). Đợt đốt rơm rạ đầu tiên gắn với gió mùa Đông Nam có tốc độ cao kèm theo mưa, khiến chất ô nhiễm có thể phát tán xa hàng chục km hoặc bị rửa trôi. Đợt đốt thứ hai gắn với gió mùa Đông Bắc, khi đó nhiệt độ giảm mạnh, tốc độ gió chậm khiến các chất ô nhiễm thường bị mắc kẹt lại.

Thông thường, đốt rơm rạ sau thu hoạch vụ Đông Xuân lớn hơn nhiều so với vụ Mùa, bởi thời gian nghỉ gối vụ Đông Xuân thường khá ngắn ngủi.

Hiện tại chúng ta đều biết rằng, việc đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng sẽ ảnh hưởng đến chất lượng không khí bởi nó sẽ phát thải vào môi trường một lượng lớn carbon đen, khí thải... Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu Việt Nam chưa thể định lượng được cụ thể ảnh hưởng của mỗi đợt đốt rơm rạ đó lên chất lượng không khí và các nhà quản lý cũng chưa thể có được con số kiểm kê chính xác về sự đóng góp ô nhiễm vào không khí của hoạt động đốt rơm rạ. Nguyên nhân là dù từ trước đến nay, đã có nhiều công trình nghiên cứu về tác động của việc đốt rơm rạ nhưng phần nhiều đều có sai số nhất định do phụ thuộc vào hệ số phát thải của nước ngoài. Thông thường, mỗi quốc gia với những điều kiện gieo trồng, khí hậu, giống lúa khác nhau... nên hệ số phát thải từ đốt rơm rạ đều khác nhau nên việc kế thừa khó đem lại kết quả chính xác.

Theo PSG.TS Nguyễn Thị Ánh Tuyết, Viện Khoa học Công nghệ và Môi trường, ĐH Bách Khoa Hà Nội, trong các quá trình đốt cháy hử như đun nấu bằng lò than tổ ong, đốt sinh khối như phụ phẩm nông nghiệp, rơm rạ, giấy, gỗ..., đốt rác thải, sự cố cháy nhà, cháy rừng... là đốt ở nhiệt độ thấp nên cháy hoàn toàn nên sẽ phát sinh ra hàng loạt chất ô nhiễm, trong đó có bụi, CO₂, kim loại như chì, thủy ngân, kẽm, asen... Khi đốt ở ngoài trời còn gây khói mù và ảnh hưởng đến tầm nhìn, đặc biệt trên các đoạn đường giao thông.

Theo tính toán của GS Nguyễn Lâm Dũng: “Trung bình một hecta lúa cho 10 - 12 tấn rơm rạ. Việc đốt lượng phế thải nông nghiệp khổng lồ này sẽ tạo ra một lượng lớn các khí CO, CO₂, NO₂, SO₂, H₂O, và hàng trăm hợp chất khác có hại cho sức khỏe con người. Việc đốt một lượng lớn rơm rạ sẽ làm tăng lượng khí thải vào bầu khí quyển, gây ảnh hưởng không nhỏ đến lưới điện.

Các nhà khoa học chỉ ra rằng đốt rơm rạ còn là việc tự gây ô nhiễm bụi không khí và những hạt khói bụi nhỏ, bụi nano, từ đốt rơm rạ này có khả năng chui sâu vào ảnh hưởng đến cả nhân tế bào.

Trường hợp đốt rơm rạ ngay trên cánh đồng thành tro còn làm cho chất hữu cơ trong rơm rạ do nhiệt độ cao đều biến thành các chất vô cơ, làm cho đất ruộng bị chai cứng, mất đi chất dinh dưỡng thành phần còn sót lại trong tro chỉ là phốt pho, kali, canxi và silic...không giúp ích mấy cho cây trồng.

Một loại hình đốt sinh khối khác là cháy rừng cũng góp phần lớn gia tăng nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ trong không khí. Hà Nội dễ chịu ảnh hưởng từ các đám cháy rừng khu vực phía đông, các nước láng giềng. Dù cách xa về mặt địa lý. Một số liệu ví dụ sau sẽ cho thấy cháy rừng ở một khoảng cách xa cũng có thể ảnh hưởng tới Hà Nội.

Ô nhiễm bụi mịn $PM_{2.5}$ từ các vụ cháy rừng trở thành mối đe dọa lớn nhất đối với y tế công cộng. Phơi nhiễm $PM_{2.5}$ gây hậu quả từ ảnh hưởng tới đường thở cho tới bệnh hen, giảm chức năng phổi, suy tim và tử vong sớm.

Bụi mịn $PM_{2.5}$ có thể bay rất xa từ các đám cháy. Vào ngày 2/1, thủ đô Canberra của Australia đạt chất lượng không khí xấu kỷ lục, $PM_{2.5}$ vượt mức $200 \mu g/m^3$. Tháng 12/2019, Sydney cũng ghi nhận chất lượng không khí xấu nhất từng có với lượng $PM_{2.5}$ đạt gần ngưỡng $400 \mu g/m^3$, mức độ độc hại theo xếp hạng của WHO, nghĩa là mọi người đều có thể gặp phải tác động nguy hại tới sức khỏe.

Khói bụi từ các vụ cháy rừng ở Australia còn bay hàng nghìn dặm sang tận New Zealand, làm bầu trời nước láng giềng chuyển sang màu cam.

Cháy rừng sản sinh ra chất ô nhiễm không khí nguy hại (HAP). HAP có thể gây biến chứng sức khỏe đối với trẻ em, phụ nữ mang thai, người già và những ai đã mắc các vấn đề về phổi, tim hay gan



Hình 1.6 Hình ảnh về một vụ cháy rừng

1.4. TỔNG QUAN VỀ SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH

Giám sát ô nhiễm bằng công nghệ

Mỹ đã xây dựng một mạng lưới lớn các thiết bị tiên tiến giám sát tình trạng ô nhiễm không khí trên mặt đất, mang lại những cải tiến lớn về chất lượng không khí trong 5 thập niên qua - đặc biệt là đối với 6 chất gây ô nhiễm được quy định theo Tiêu chuẩn Chất lượng Không khí Xung quanh Quốc gia (NAAQS): SO₂, NO₂, CO, O₃, chất hạt và chì.

Các màn hình trên mặt đất vẫn là tiêu chuẩn vàng để phát hiện sự phơi nhiễm của con người với các chất gây ô nhiễm NAAQS và do đó có thể theo dõi chính xác những gì trong không khí mà mọi người hít thở. Nhưng các công cụ này đắt tiền và bị giới hạn về mặt không gian.

Tuy nhiên, vệ tinh vẫn không thể thay thế màn hình trên mặt đất bởi vì chúng chỉ có thể giúp phát hiện ra các chất ô nhiễm nhất định - chẳng hạn như O₃ ở mặt đất.

Các màn hình thường phát hiện sự ô nhiễm trong toàn bộ cột không khí giữa vệ tinh và mặt đất, thay vì nồng độ gần bề mặt mà chúng ta hít thở. Và bởi vì hầu hết các vệ tinh môi trường đều có quỹ đạo cực, chúng chỉ cung cấp các giá trị chụp nhanh cho bất kỳ vị trí nào, thường là một lần một ngày hoặc ít hơn.

Tuy nhiên, khi được sử dụng kết hợp với màn hình trên mặt đất và các mẫu tiên tiến, các vệ tinh có thể khuếch đại sức mạnh giám sát chất lượng không khí hiện có nhiều lần.

Trong 20 năm qua, Hệ thống quan sát Trái đất (EOS) của NASA đã sử dụng một bộ công cụ dựa trên không gian để theo dõi mọi thứ từ hơi nước trong khí quyển và nhiệt độ toàn cầu đến khói và thực vật phù du đại dương.



Hình 1.7 Hệ thống quan sát Trái đất (EOS) của NASA kết hợp dữ liệu từ một mạng vệ tinh

Đưa dữ liệu vào sử dụng

Để giúp tạo điều kiện chuyển giao dữ liệu và kiến thức của NASA cho những người làm việc tại giao lộ về sức khỏe cộng đồng và chất lượng không khí, các thành viên HAQAST hợp tác với nhiều bên liên quan khác nhau để xác định

các vấn đề nghiên cứu về sức khỏe cộng đồng và chất lượng không khí cấp bách nhất có thể được thông báo bởi dữ liệu vệ tinh.

Tại Georgia Tech, các thành viên của HAQAST như Ted Russell và Talat Odman đang hướng tới một dự án nhằm cung cấp dữ liệu vệ tinh liên quan đến khói lửa, nguồn vật chất hạt mịn lớn nhất ở miền Đông Nam nước Mỹ.

Các hạt có đường kính nhỏ hơn 2,5 micromét có liên quan đến tử vong sớm do các bệnh tim mạch và có thể kích hoạt hoặc khuếch đại các triệu chứng của một loạt các bệnh về đường hô hấp. Chúng dễ dàng bay trên không và có thể trôi dạt đến khu vực ngoại ô hoặc thành thị.

Với các vụ cháy rừng đang gia tăng, nhu cầu đo đạc chính xác các hạt mịn ở vùng Đông Nam nước Mỹ chỉ được theo dõi một cách thưa thớt là rất cấp thiết.

Russel và Odman sử dụng dữ liệu vệ tinh được cung cấp từ các thiết bị MODIS, VIIRS và GOES của NASA để giúp xác định chính xác vị trí của các đám cháy đồng thời nắm bắt độ cao của các đám khói.

Những dữ liệu đó cung cấp cho các mô hình của Russell và Odman để cải thiện những dự báo khói, cho cả các thành phố và khu vực nông thôn không có hệ thống giám sát mặt đất riêng.

Frank Freedman và các đồng nghiệp ở Đại học bang San Jose cũng kết hợp dữ liệu vệ tinh hàng ngày từ thiết bị cảm biến vệ tinh MODIS của NASA với dữ liệu giám sát mặt đất và các mô hình máy tính mạnh mẽ để cung cấp các ước tính về ô nhiễm không khí.

Nhóm nghiên cứu đang phát triển một ứng dụng dựa trên web cho phép xây dựng lại lịch sử ô nhiễm không khí ở quy mô hiệu quả. Chẳng hạn, ứng dụng có thể cung cấp mức trung bình hàng ngày hoặc thậm chí hàng giờ của các trường ô nhiễm không khí lịch sử xung quanh các tuyến đường chính.

Freedman dự kiến phiên bản beta của ứng dụng sẽ có sẵn cho công chúng vào đầu năm 2019, với phiên bản đầu tiên được hoàn thiện ra mắt vào đầu thập niên tới. Tính linh hoạt cũng là trung tâm của nhiệm vụ HAQAST.

Các tổ chức đối tác mà HAQAST phục vụ, bao gồm các cơ quan hàng không nhà nước, sở y tế thành phố và đội phản ứng chữa cháy, cần thông tin để hỗ trợ các nhu cầu được nhắm mục tiêu và ngay lập tức.

Nhiều dự án đòi hỏi chuyên môn từ nhiều thành viên của HAQAST, những người có thể tham gia lực lượng để có tác động tối đa. Sự hợp tác như vậy được gọi là các Đội Tiger.



Hình 1.8 Thiết bị cảm biến vệ tinh MODIS của NASA

Mặc dù một số cơ quan hàng không là nơi sử dụng dữ liệu vệ tinh thường xuyên, những tổ chức khác thiếu các tài nguyên cần thiết để đào tạo nhân viên để đánh giá sự phù hợp của các sản phẩm vệ tinh.

1.5. MÔ HÌNH HYSPLIT VÀ PSCF

Mô hình quỹ đạo lan truyền ô nhiễm HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectories) là một hệ thống các tính toán quỹ đạo không khí đơn giản nhằm mô phỏng phân bố và rơi lắng. Mô hình HYSPLIT được phát triển bởi Trung tâm Tài nguyên Khí quyển và Đại dương Quốc gia (NOAA) và Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng của Cục Khí tượng Úc vào năm 1998. Mô hình HYSPLIT ra đời bởi sự kết hợp của phương trình Euler và phương trình Lagrange, trong đó, mô hình Euler giải quyết các phương trình bình lưu - khuếch tán trên một mạng lưới cố định, còn mô hình Lagrange tính toán các quá trình vận chuyển bình lưu và khuếch tán của các hạt chất ô nhiễm đơn lẻ một cách độc lập. HYSPLIT được thiết kế với mục đích hỗ trợ việc đối phó với các trường hợp khẩn

cấp liên quan tới khí quyển ví dụ như sự cố phóng xạ, sự phun trào núi lửa, ... với ưu điểm cấu trúc linh hoạt, dễ dàng thay đổi các thiết lập để phục vụ nhiều mục đích mô phỏng khác nhau. Phần mềm hoàn toàn miễn phí, có thể chạy trên web site hoặc được cài đặt trên các ứng dụng PC sử dụng giao diện người dùng đồ họa hoặc tự động thông qua tập lệnh ('PySPLIT 'package trong Python , ' openair 'và' splitr 'trong R). HYSPLIT có thể được chạy ở chế độ máy khách-máy chủ (HYSPLIT-WEB) từ trang web của NOAA, cho phép người dùng chọn các bộ dữ liệu có sẵn hoặc dự báo, để định cấu hình chạy mô hình và truy xuất kết quả mô hình bằng trình duyệt trên web. Mô hình có thể sử dụng để tính toán các quỹ đạo vận chuyển, quỹ đạo trong khí quyển hoặc phân bố nồng độ chất ô nhiễm từ một điểm phát thải. Tùy chọn “Forward” cho phép mô hình dự đoán quỹ đạo cũng như phân bố nồng độ ở tương lai phục vụ các mục đích dự đoán sự cố, thời tiết, ... Tùy chọn “Backward” cho phép tính toán lùi về thời gian trong quá khứ, phục vụ mục đích nghiên cứu nguyên nhân, kiểm toán phát thải, ... [19]. HYSPLIT có thể xác định mức độ ô nhiễm không khí tại một địa điểm có phải do vận chuyển chất gây ô nhiễm không khí từ một địa điểm khác hay không. Quỹ đạo ngược của HYSPLIT, kết hợp với hình ảnh vệ tinh có thể cung cấp thông tin chi tiết về việc mức độ ô nhiễm không khí cao là do các nguồn ô nhiễm không khí địa phương gây ra hay do gió thổi từ khu vực khác tới. Phân tích quỹ đạo ngược trong khoảng thời gian kéo dài (tháng-năm) có thể cho thấy yếu tố địa lý liên quan nhiều đến nồng độ các chất ô nhiễm. Nhờ vào cơ sở dữ liệu khí tượng rất lớn phần mềm có thể dự báo phát tán phóng xạ ở các độ cao khác nhau, thời gian tính toán dài.

HYSPLIT đã được sử dụng trong các nghiên cứu về bụi $PM_{2.5}$ tại Hàn Quốc (2017), bụi $PM_{1.0}$ tại Delhi, Ấn Độ (2016). Tại Việt Nam, cũng có một vài nghiên cứu đã sử dụng mô hình này như (Bac et al. 2006) đã sử dụng mô hình HYSPLIT để mô phỏng và tính toán nồng độ $PM_{2.5}$ và PM_{10} từ các số liệu quan trắc và các tham số khí tượng (nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, hướng gió và độ ẩm) tại trạm Láng, Hà Nội. Hay một số nghiên cứu về sự lan truyền tầm xa của bụi $PM_{2.5}$ như của Hien (2004), Cohen (2010), Hai (2013) tại Hà Nội [12, 20, 21], Hang (2014) tại Quảng Ninh [22], Co (2014) tại Tam Đảo [23], Popovicheva (2016), Lee (2016) tại Sơn La [24, 25]. Mô hình HYSPLIT được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu để tìm hiểu nồng độ bụi theo các hướng quỹ đạo khối khí khác nhau.

PSCF (Potential source contribution function) là một mô hình đã được EPA sử dụng nhiều trong các nghiên cứu để xác định nguồn gốc các chất ô nhiễm trong không khí. Nhiều công trình công bố về nguồn gốc ô nhiễm không khí gần đây đã sử dụng mô hình này [24, 25]. PSCF kết hợp với nguồn gốc khối không khí truy xuất ngược lại từ mô hình Hysplit cung cấp bởi cơ quan khí tượng của Mỹ. Trên đường dịch chuyển của khối không khí sẽ mang theo các chất ô nhiễm mà chúng đi qua, tuy nhiên sự lắng đọng và giảm dần nồng độ chất ô nhiễm tính trên các ô lưới khí tượng cũng được xem xét trong mô hình. Căn cứ vào điểm cuối cùng của khối không khí tức là khu vực nghiên cứu có những diễn biến về nồng độ các chất ô nhiễm, PSCF mô phỏng ngược lại hướng đi và tọa độ các chất ô nhiễm các ngày trước đó. Vì vậy, kết quả mô hình này thể hiện trên bản đồ GIS cho phép xác định được nguồn gốc của các chất ô nhiễm.

1.6. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA VIỆC SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH SO VỚI VIỆC QUAN TRẮC KHÔNG KHÍ

Ưu điểm của việc sử dụng dữ liệu vệ tinh

Dựa vào các tính năng, chức năng và hiệu quả của các vệ tinh quan trắc môi trường không khí có thể rút ra một số ưu điểm vượt trội như sau:

- ✚ Dữ liệu đa dạng
- ✚ Dữ liệu thu thập trong thời gian dài
- ✚ Liên tục và nhanh chóng
- ✚ Tùy chọn độ cao, thông số, khu vực giám sát

Nhược điểm của dữ liệu vệ tinh so với quan trắc không khí

- ✚ Độ chính xác và độ tin cậy chưa tuyệt đối
- ✚ Kết quả quan trắc có thể bị ảnh hưởng do nhiễu tín hiệu
- ✚ Chi phí cao

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này bụi $PM_{2.5}$ và thành phố Hà Nội được chọn làm đối tượng nghiên cứu. Mặc dù hiện nay có nhiều dữ liệu bụi $PM_{2.5}$ tại Hà Nội được công bố, từ trạm quan trắc online cố định liên tục hoặc từ sensor. Nhưng kết quả đo từ trạm Đại sứ quán Mỹ vẫn được nhiều nhà khoa học và cơ quan quản lý nhà nước sử dụng làm căn cứ báo cáo đánh giá chất lượng ô nhiễm môi trường không khí. Dữ liệu hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ của Hà Nội có thể download qua website <https://airnow.gov>. Dữ liệu bụi được ghi liên tục theo trung bình 1 giờ cùng dữ liệu về AQI.

Bảng 2 Dữ liệu $PM_{2.5}$ theo từng giờ được thu thập trực tiếp từ trạm quan trắc online tại Đại sứ quán Mỹ.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Site	Parameter	Date (LT)	AQI	AQI Categ	Raw Conc	Conc. Uni	Duration	QC Name
2	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/7/2019 22:00	163	Unhealthy	80	UG/M3	1 Hr	Suspect
3	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/7/2019 23:00	163	Unhealthy	37	UG/M3	1 Hr	Invalid
4	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 0:00	118	Unhealthy	29	UG/M3	1 Hr	Valid
5	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 1:00	128	Unhealthy	49	UG/M3	1 Hr	Valid
6	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 2:00	130	Unhealthy	48	UG/M3	1 Hr	Valid
7	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 3:00	119	Unhealthy	39	UG/M3	1 Hr	Valid
8	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 4:00	127	Unhealthy	49	UG/M3	1 Hr	Valid
9	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 5:00	156	Unhealthy	85	UG/M3	1 Hr	Suspect
10	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 6:00	162	Unhealthy	86	UG/M3	1 Hr	Suspect
11	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 7:00	154	Unhealthy	48	UG/M3	1 Hr	Valid
12	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 8:00	136	Unhealthy	38	UG/M3	1 Hr	Valid
13	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 9:00	130	Unhealthy	45	UG/M3	1 Hr	Valid
14	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 10:00	122	Unhealthy	41	UG/M3	1 Hr	Valid
15	Hanoi	PM2.5 - Principa	10/8/2019 11:00	122	Unhealthy	44	UG/M3	1 Hr	Valid

Máy đo chất lượng không khí của Đại sứ quán Hoa Kỳ tại Hà Nội đã được lắp đặt lại và chứng nhận lại vào ngày 6 tháng 9 năm 2019, tại Hà Nội.

Bộ Ngoại giao Hoa Kỳ, phối hợp với Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA), đặt máy giám sát chất lượng không khí trên nhiều cơ sở của mình trên khắp thế giới để cung cấp thông tin giúp bảo vệ sức khỏe của nhân viên và công dân Hoa Kỳ ở nước ngoài. Đại sứ quán Hoa Kỳ Hà Nội có máy giám sát chất lượng không khí để đo ô nhiễm dạng hạt với kích thước đường kính 2.5 micromet hoặc nhỏ hơn, thường được gọi là PM_{2.5}. Xin lưu ý rằng phân tích toàn thành phố không thể được thực hiện với dữ liệu từ một máy giám sát duy nhất. Dữ liệu này cung cấp số đo chính xác về chất lượng không khí cho PM_{2.5} trong khu vực Hà Nội gần vị trí máy đo tại 19/21 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội.

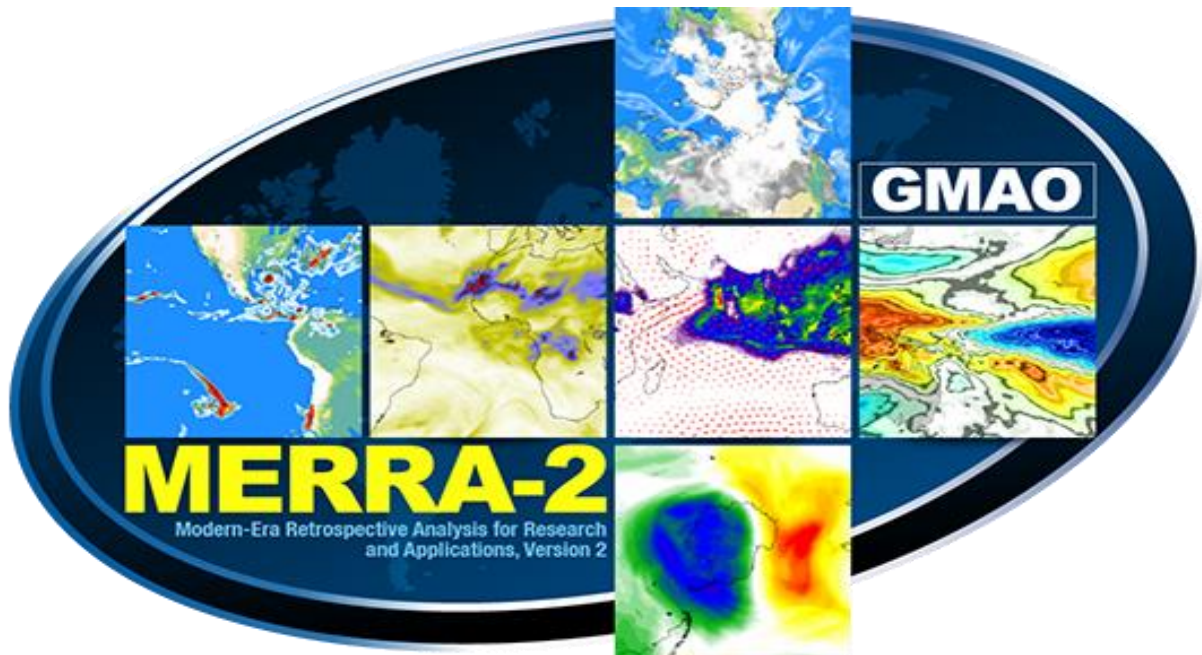
Thiết bị đặt tại Đại sứ quán Hoa Kỳ sử dụng nguyên tắc đo suy giảm beta để cung cấp nồng độ PM_{2.5} hàng giờ tính bằng microgam trên mét khối.

Nồng độ PM_{2.5} hàng giờ được chuyển đổi thành Chỉ số Chất lượng Không khí (AQI) của EPA Hoa Kỳ được cung cấp cho công chúng trên trang web www.airnow.gov. Thiết bị được vận hành và bảo trì theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất, cũng như theo các yêu cầu Giám sát Chất lượng Không khí Xung quanh của Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ.

EPA Hoa Kỳ đã phát triển một công thức để chuyển đổi số liệu PM_{2.5} thành giá trị Chỉ số Chất lượng Không khí (AQI) có thể giúp cung cấp thông tin cho các quyết định liên quan đến sức khỏe. Ý nghĩa của các giá trị số AQI được trình bày trong biểu đồ dưới đây. Xin lưu ý rằng AQI của EPA Hoa Kỳ bao gồm ô nhiễm không khí ở dạng khí và hạt, nhưng các đại sứ quán Hoa Kỳ sử dụng ô nhiễm dạng hạt làm phản ánh chung cho chất lượng không khí.

Năm 2019 khi chưa chịu ảnh hưởng của các chính sách hạn chế do COVID-19 nên nhóm nghiên cứu lựa chọn đánh giá thời gian này để kết quả có tính khách quan và sát thực nhất.

2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

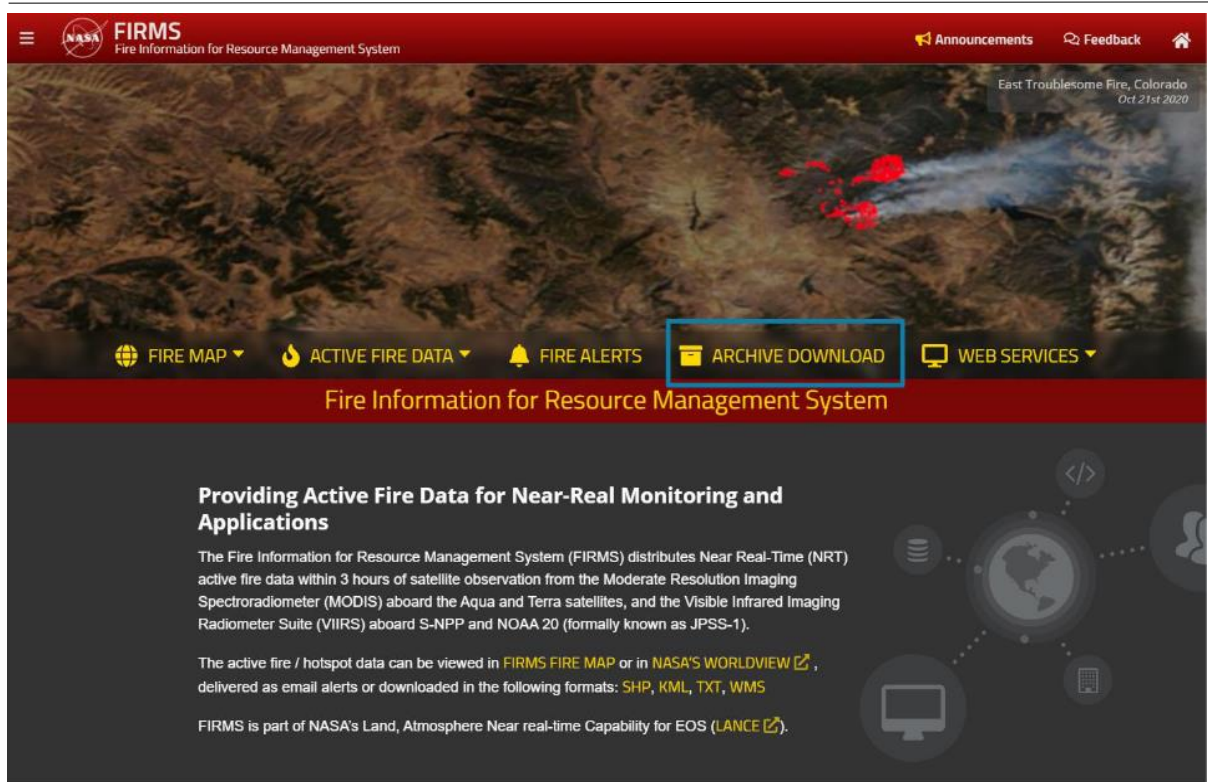


Hình 2.1 Hình Vệ tinh MERRA-2 được NASA sử dụng để quan trắc không khí trên trái đất

+ Dữ liệu về cháy rừng được lấy từ website:

<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov> của NASA Mỹ thông qua các trạm vệ tinh giám sát quan trắc môi trường, kết hợp với kiểm kê nguồn phát thải từ mặt đất. Bản đồ phân bố cháy rừng được xây dựng dựa trên phần mềm Arc GIS.

Hiện nay, các dữ liệu về môi trường, thời tiết, thiên tai,...mà các vệ tinh của NASA hay các trạm quan trắc môi trường ở ĐSQ Mỹ tại Hà Nội hoặc của Bộ Tài nguyên và Môi trường thu thập được có thể được tiếp cận dễ dàng.

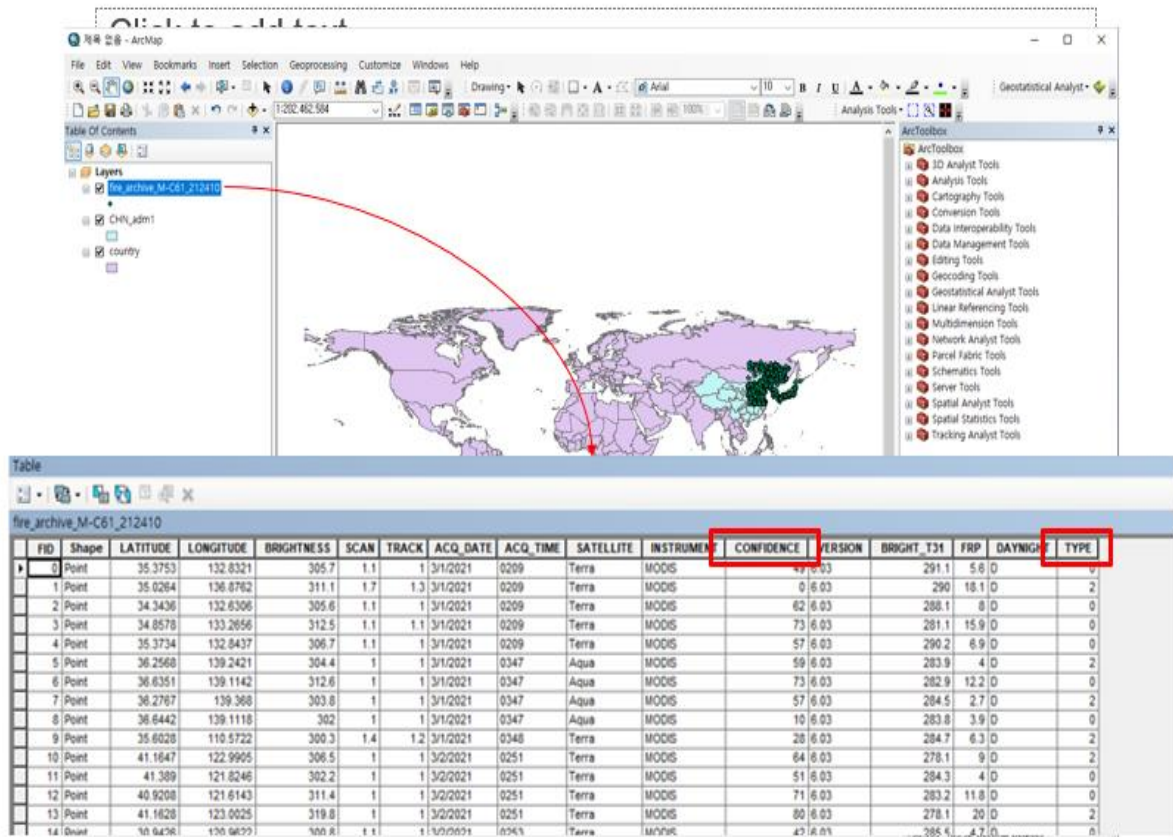


Hình 2.2 Truy xuất dữ liệu thông tin cháy rừng tại trang web của NASA

Dữ liệu vệ tinh của carbon đen có thể download tại:

NASA EARTHDATA (<https://disc.gsfc.nasa.gov/>) sử dụng vệ tinh MERRA-2, độ phân giải theo thời là 1 tháng, theo không gian là $0.5^{\circ} \times 0.625^{\circ}$ gói dữ liệu

A. Visualization – ArcGIS



8

Hình 2.3 Bảng số liệu cháy rừng thu thập từ trang chủ NASA được xử lý trên phần mềm ArcGIS.

+ Kiểm kê lượng phát thải $PM_{2.5}$ từ việc đốt rơm rạ được tính toán theo công thức sau [5]:

$$E_{A_{ij}} = \sum_j^n M_j \times EF_{ij}$$

Trong đó: $E_{A_{ij}}$ là tỷ lệ phát thải hàng năm (g), M_j là lượng đốt phần rơm rạ dư theo năm (kg khô lượng khô), $EF_{i,j}$ là hệ số phát thải chất i theo loại đồng ruộng j (g/kg khối lượng khô)

+ Ứng dụng R trong xử lý dữ liệu bụi $PM_{2.5}$

Vì số liệu bụi, điều kiện thời tiết được ghi nhận theo thời gian thực từng phút nên tính toán trong 1 năm là rất lớn, không thể dùng cách tính toán thông thường như Excell, nhóm nghiên cứu sẽ sử dụng Chương trình R (R-program) với gói dữ liệu nguồn mở là OpenAir. Cho phép tính toán thống kê số liệu bằng thuật toán dữ liệu lớn. Đây là phần mềm hoàn toàn miễn phí, lệnh tính toán được cá nhân hóa.

Phân tích số liệu và biểu đồ thường được tiến hành bằng các phần mềm thông dụng như SAS, SPSS, Stata, Statistica, và S-Plus. Đây là những phần mềm được các công ty phần mềm phát triển và giới thiệu trên thị trường khoảng ba thập niên qua, và đã được các trường đại học, các trung tâm nghiên cứu và công ty kỹ nghệ trên toàn thế giới sử dụng cho giảng dạy và nghiên cứu. Nhưng vì chi phí để sử dụng các phần mềm này tương đối đắt tiền (có khi lên đến hàng trăm ngàn đô-la mỗi năm), một số trường đại học ở các nước đang phát triển (và ngay cả ở một số nước đã phát triển) không có khả năng tài chính để sử dụng chúng một cách lâu dài. Do đó, các nhà nghiên cứu thống kê trên thế giới đã hợp tác với nhau để phát triển một phần mềm mới, với chủ trương mã nguồn mở, sao cho tất cả các thành viên trong ngành thống kê học và toán học trên thế giới có thể sử dụng một cách thống nhất và hoàn toàn miễn phí.

Năm 1996, trong một bài báo quan trọng về tính toán thống kê, hai nhà thống kê học Ross Ihaka và Robert Gentleman thuộc Trường đại học Auckland, New Zealand phát họa một ngôn ngữ mới cho phân tích thống kê mà họ đặt tên là R. Sáng kiến này được rất nhiều nhà thống kê học trên thế giới tán thành và tham gia vào việc phát triển R.

R (www.r-project.org) là một môi trường lập trình mã nguồn mở đang được sử dụng nhanh chóng trên nhiều lĩnh vực khác nhau (R Development Core Team, 2011). Nó là một ngôn ngữ thông dịch cung cấp khả năng phân tích tương tác lý tưởng cho sự phát triển nhanh chóng của các ứng dụng phân tích dữ liệu và thống kê. Một trong những ưu điểm chính của R đối với dự án openair là nó miễn phí và mã nguồn mở.

Phần mềm R là một ngôn ngữ lập trình hàm cấp cao vừa là một môi trường dành cho tính toán thống kê. R hỗ trợ rất nhiều công cụ cho phân tích dữ liệu, khám phá tri thức và khai mở dữ liệu nhưng lại là phần mềm miễn phí mã nguồn

mở. Hơn nữa R rất dễ học và có thể phát triển nhanh các ứng dụng tính toán xác suất thống kê.

2.3. DỮ LIỆU HYSPLIT VÀ PSCF

Mô hình Hysplit



Hình 2.4 Hình Mô hình HYSPLIT phát triển bởi NOAA

Mô hình Hysplit được sử dụng ở chế độ “Backward” (hồi cứu) để tìm nguồn gốc bắt đầu của khối khí di chuyển đến vị trí lấy mẫu. Mô hình được chạy 120h giờ với 6 giờ/một lần trong năm 2019 và chia làm 4 mùa: mùa xuân từ 3-5, mùa hè từ tháng 6-8, mùa thu từ 9-11 và đông từ 11-2 và xác định khối khí đã đi qua những vùng địa lý nào. Nghiên cứu đã khảo sát hướng khối khí tại độ cao 500m để bỏ qua các vật cản địa hình dưới mặt đất. Một nghiên cứu của Cohen và cộng sự cũng đã áp dụng tại hai độ cao 300m và 500m trong nghiên cứu hướng khối khí tại Hà Nội [12].

Các bước để tính toán quỹ đạo mô hình như sau:

Bước 1. Truy cập <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

Ở chế độ khách lựa chọn “Run HYSPLIT Trajectory Model (No registration required)”

Nhập thông số đầu vào qua lệnh Setup run: Vị trí, thời gian tính toán, dữ liệu khí tượng, độ cao nghiên cứu và lưu các thông số đầu vào

Bước 2. Chạy chương trình

Bước 3. Thiết lập hiển thị kết quả

Bước 4. Xử lý, lưu kết quả.

Đối với lấy số liệu liên tục và trong thời gian dài có thể sử dụng mô hình Hysplit 5.2 cho phép thu thập nhiều thông tin của khối không khí.

Mô hình PSCF

Để kết quả mô hình PSCF được rõ hơn cần kết hợp với hệ thống bản đồ GIS tại khu vực nghiên cứu. Mô hình PSCF dựa trên thuật toán và có thể tóm tắt như sau:

$$PSCF_{ij} = m_{ij}/n_{ij}$$

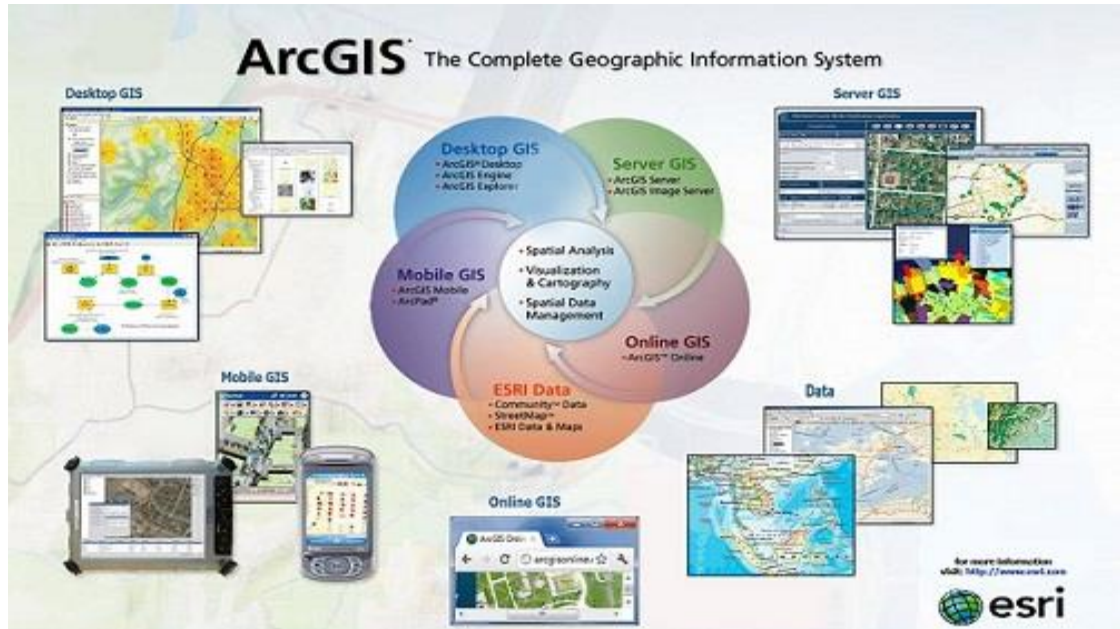
Trong đó n_{ij} là tổng số điểm cuối nằm trong ô thứ ij và m_{ij} là số điểm cuối của khối không khí đó mà các giá trị đo được vượt quá tiêu chí ngưỡng do người dùng xác định. Lưu ý, các ô lưới có ít điểm cuối có thể dẫn đến độ không đảm bảo cao trong phương pháp PSCF. Do đó, để loại bỏ những độ không đảm bảo cao này, một hàm trọng lượng tùy ý $W(n_{ij})$ đã được nhân vào giá trị PSCF, giá trị $W(n_{ij})$ được thể hiện qua công thức dưới đây.

$$W(n_{ij}) = \begin{cases} 1.00 & (n \geq 40) \\ 0.7 & (10 \leq n < 40) \\ 0.42 & (5 \leq n < 10) \\ 0.17 & (n \leq 5) \end{cases}$$

2.4. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ARCGIS

ArcGIS (ESRI Inc. - <http://www.esri.com>): là hệ thống GIS hàng đầu hiện nay, cung cấp một giải pháp toàn diện từ thu thập / nhập số liệu, chỉnh lý, phân tích và phân phối thông tin trên mạng Internet tới các cấp độ khác nhau như CSDL địa lý cá nhân hay CSDL của các doanh nghiệp. Về mặt công nghệ, hiện nay các chuyên gia GIS coi công nghệ ESRI là một giải pháp mang tính chất mở, tổng thể và hoàn chỉnh, có khả năng khai thác hết các chức năng của GIS trên các ứng

dụng khác nhau như: desktop (ArcGIS Desktop), máy chủ (ArcGIS Server), các ứng dụng Web (ArcIMS, ArcGIS Online), hoặc hệ thống thiết bị di động (ArcPAD)... và có khả năng tương tích cao đối với nhiều loại sản phẩm của nhiều hãng khác nhau.



Hình 2.5 Bộ phần mềm ứng dụng ArcGIS (Nguồn: ESRI)

ArcGIS Desktop (với phiên bản mới nhất là ArcGIS 10) bao gồm những công cụ rất mạnh để quản lý, cập nhật, phân tích thông tin và xuất bản tạo nên một hệ thống thông tin địa lý (GIS) hoàn chỉnh, cho phép:

- Tạo và chỉnh sửa dữ liệu tích hợp (dữ liệu không gian tích hợp với dữ liệu thuộc tính) - cho phép sử dụng nhiều loại định dạng dữ liệu khác nhau thậm chí cả những dữ liệu lấy từ Internet;
- Truy vấn dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính từ nhiều nguồn và bằng nhiều cách khác nhau;
- Hiện thị, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian kết hợp với dữ liệu thuộc tính;
- Thành lập bản đồ chuyên đề và các bản in có chất lượng trình bày chuyên nghiệp.

ArcGIS Desktop là một bộ phần mềm ứng dụng gồm: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ModelBuilder, ArcScene và ArcGlobe. Khi sử dụng các ứng dụng này đồng thời, người sử dụng có thể thực hiện được các bài toán ứng dụng GIS

bất kỳ, từ đơn giản đến phức tạp, bao gồm cả thành lập bản đồ, phân tích địa lý, chỉnh sửa và biên tập dữ liệu, quản lý dữ liệu, hiển thị và xử lý dữ liệu. Phần mềm ArcGIS Desktop được cung cấp cho người dùng ở 1 trong 3 cấp bậc với mức độ chuyên sâu khác nhau là ArcView, ArcEditor, ArcInfo:

ArcView: Cung cấp đầy đủ chức năng cho phép biểu diễn, quản lý, xây dựng và phân tích dữ liệu địa lý, các công cụ phân tích không gian cùng với việc biên tập và phân tích thông tin từ các lớp bản đồ khác nhau đồng thời thể hiện các mối quan hệ và nhận dạng các mô hình. Với ArcView, cho phép:

- Ra các quyết định chuẩn xác hơn dựa trên các dữ liệu địa lý;
- Xem và phân tích các dữ liệu không gian bằng nhiều phương pháp;
- Xây dựng đơn giản và dễ dàng các dữ liệu địa lý;
- Tạo ra các bản đồ có chất lượng cao;
- Quản lý tất cả các file, CSDL và các nguồn dữ liệu;
- Tùy biến giao diện người dùng theo yêu cầu.

ArcEditor: Là bộ sản phẩm có nhiều chức năng hơn, dùng để chỉnh sửa và quản lý dữ liệu địa lý. ArcEditor bao gồm các tính năng của ArcView và thêm vào đó là một số các công cụ chỉnh sửa, biên tập. Với ArcEditor, cho phép:

- Dùng các công cụ CAD để tạo và chỉnh sửa các đặc tính GIS;
- Tạo ra các CSDL địa lý thông minh;
- Tạo quy trình công việc một cách chuyên nghiệp cho 1 nhóm và cho phép nhiều người biên tập;
- Xây dựng và giữ được tính toàn vẹn của không gian bao gồm các quan hệ hình học topo giữa các đặc tính địa lý;
- Quản lý và mở rộng mạng lưới hình học;
- Làm tăng năng suất biên tập;
- Quản lý môi trường thiết kế đa người dùng với versioning;
- Duy trì tính toàn vẹn giữa các lớp chủ đề và thúc đẩy tư duy logic của người dùng;
- Cho phép chỉnh sửa dữ liệu độc lập (khi tạm ngừng kết nối với CSDL).

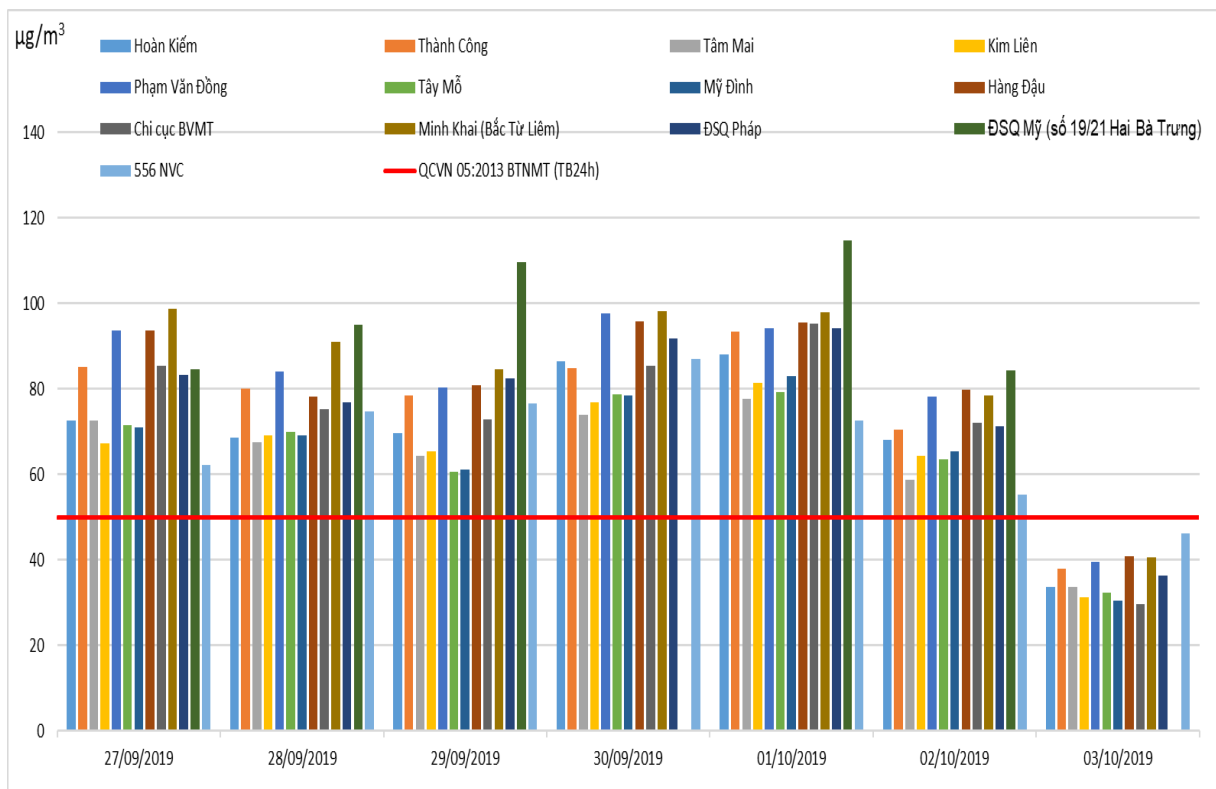
ArcInfo: Là bộ sản phẩm ArcGIS đầy đủ nhất. ArcInfo bao gồm tất cả các chức năng của ArcView lẫn ArcEditor. Cung cấp các chức năng tạo và quản lý một hệ GIS, xử lý dữ liệu không gian và khả năng chuyển đổi dữ liệu, xây dựng dữ liệu, mô hình hóa, phân tích, hiển thị bản đồ trên màn hình máy tính và xuất bản bản đồ ra các phương tiện khác nhau. Với ArcInfo, cho phép:

- Xây dựng một mô hình xử lý không gian rất hữu dụng cho việc tìm ra các mối quan hệ, phân tích dữ liệu và tích hợp dữ liệu;
- Thực hiện chồng lớp các lớp vector, nội suy và phân tích thống kê;
- Tạo ra các đặc tính cho sự kiện và chồng xếp các đặc tính của các sự kiện đó;
- Chuyển đổi dữ liệu và các định dạng của dữ liệu theo rất nhiều loại định dạng;
- Xây dựng những bộ dữ liệu phức tạp, các mô hình phân tích và các đoạn mã để tự động hóa các quá trình GIS

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} CỦA THÀNH PHỐ HÀ NỘI

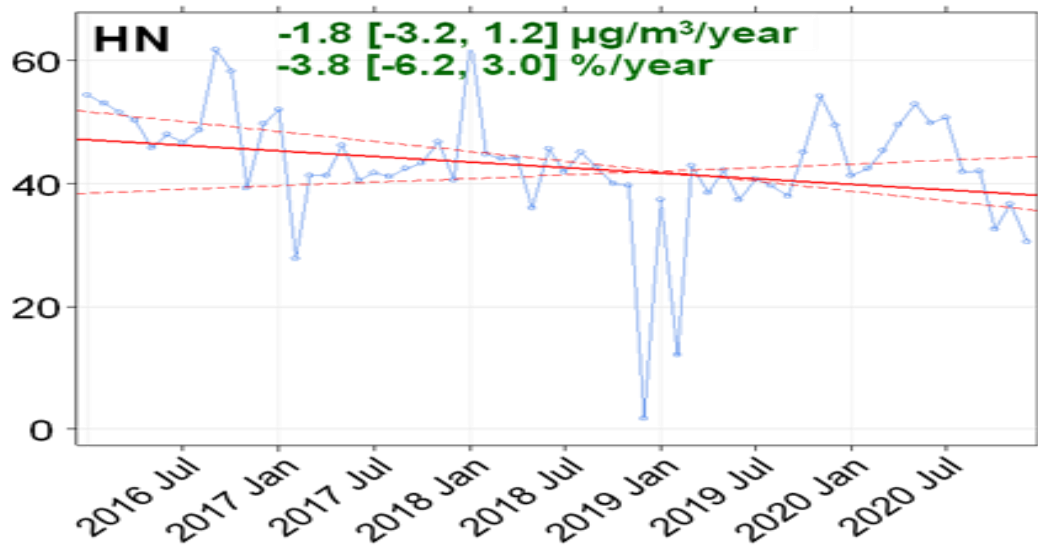
Ô nhiễm bụi mịn PM_{2.5} tại Hà Nội trong những năm gần đây đang trở thành vấn đề môi trường thời sự, ngoài Bộ tài nguyên và môi trường còn có Đại sứ quán Mỹ tại Việt Nam, Pamair và tổ chức Airvisual. Người dân có thể truy cập vào các trang web để biết chất lượng không khí nơi mình đang sinh sống. Qua đó cho thấy vấn đề ô nhiễm không khí đặc biệt là bụi ngày càng được cả xã hội và các nhà quản lý quan tâm. Từ dữ liệu bụi thu thập được bởi Đại sứ quán và Lãnh sự quán Mỹ tại Việt Nam, số liệu liên tục trong vòng 5 năm từ năm 2016 đến 2020, sử dụng phần mềm R với gói mã nguồn mở Openair, giá trị trung bình năm, xu hướng biến đổi theo năm và sự biến thiên nồng độ theo thời gian (theo giờ, ngày trong tuần và tháng) được làm rõ. Hình 3.2 thể hiện xu hướng trung bình nồng độ bụi trong 5 năm gần đây của Hà nội. Giá trị bụi PM_{2.5} trung bình của Hà nội là 42,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Đường đỏ nét liền trong hình thể hiện xu hướng của nồng độ bụi theo năm, màu đỏ nét đứt thể hiện độ tin cậy 95% tương ứng.



Hình 3.1 So sánh kết quả quan trắc giữa các trạm tại Hà Nội

Trong 5 năm Hà nội trung bình giảm 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tương ứng 3,8%. Mặc dù có giảm nhưng số liệu này vẫn cao gấp 2 lần QCVN 05:2013/BTNMT quy

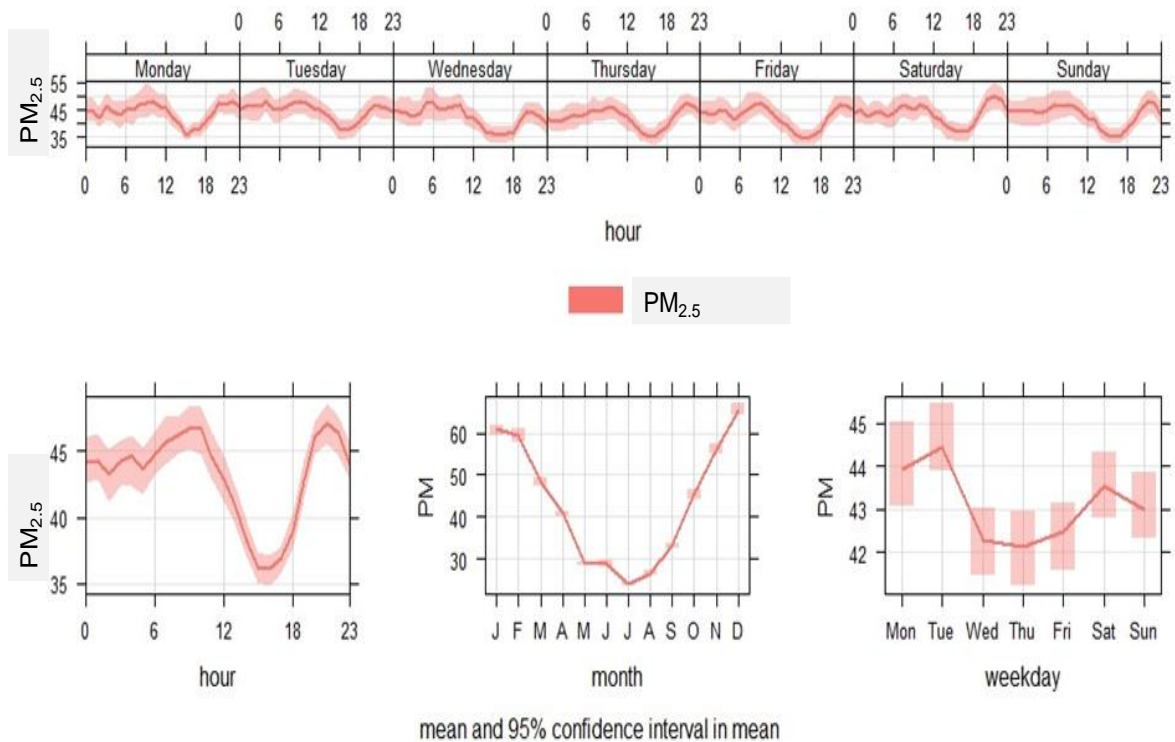
định về chất lượng không khí xung quanh (giá trị cho phép trung bình năm là $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) và theo khuyến cáo của WHO ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Hình 3.2 Xu hướng nồng độ PM2.5 tại Hà Nội trong giai đoạn 2016-2020

Nguyên nhân của xu hướng giảm nhẹ này do các phương tiện giao thông tuy tăng mạnh về số lượng nhưng chất lượng phát thải từ phương tiện được nâng cao để bảo vệ môi trường. Các phương tiện khi được cấp phép lưu thông đều phải đạt chứng nhận về môi trường và tiêu chuẩn khí thải EURO IV hoặc V, cùng với việc thay đổi xăng thân thiện với môi trường như xăng E5, dầu nhiên liệu sinh học, phổ biến sử dụng xăng E95 thay vì E92, các công trình xây dựng khu đô thị được rào chắn cẩn thận giảm thiểu lượng bụi phát tán, các cây xanh được trồng nhiều hơn, ý thức bảo vệ môi trường của người dân ngày một nâng cao hơn...

Để tránh các ảnh hưởng do việc thực hiện giãn cách trong đại dịch Covid 19, và các tác động do giảm tỷ trọng sản xuất hay hạn chế đi lại giữa các địa phương, quốc gia giai đoạn 2020 đến nay. Vì vậy, năm 2019 được lựa chọn làm thời điểm nghiên cứu, chia làm 4 mùa trong năm phù hợp với điều kiện khí tượng Việt Nam.



Hình 3.3 Sự thay đổi theo thời gian nồng độ $PM_{2.5}$ tại Hà Nội

Nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ biến đổi theo tháng của năm 2019 được thể hiện ở Hình 3.3 trên đây. Kết quả này đều theo xu hướng chung của thế giới công bố về nồng độ $PM_{2.5}$ trong không khí. Vào mùa hè (tháng 5,6,7) lượng mưa lớn, nhiều tia UV và tốc độ gió lớn, các phản ứng quang hóa xảy ra mạnh dẫn đến nồng độ bụi mịn giảm. Ngược lại, vào mùa Đông, nhiệt độ thấp, độ ẩm cao, trời nhiều mây, ít phản ứng quang hóa trong không khí hình thành và tồn tại các sol khí chứa nhiều các cation, anion cùng chất ô nhiễm dẫn đến nồng độ bụi mịn ghi nhận cao.

Hình 3.3 cho thấy nồng độ bụi mịn ở Hà nội theo giờ và theo ngày có sự thay đổi biến thiên rõ rệt, giờ cao điểm buổi sáng đi làm từ 7h đến 9h chất lượng không khí có hàm lượng $PM_{2.5}$ cao nhất trung bình năm giao động từ 60-65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Giờ cao điểm buổi chiều từ 19h đến 22h, lượng người sau giờ làm đi về rải rác hơn, không tập trung như cao điểm lúc buổi sáng nên nồng độ bụi có cao so với các thời gian khác trong ngày nhưng vẫn thấp hơn giờ cao điểm buổi sáng, nồng độ trung bình năm trong khung giờ này khoảng từ 50-55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ở Hà nội. Hình 3.3 cũng cho thấy ngày đầu tuần thứ 2 và cuối tuần có nồng độ bụi mịn cao hơn các ngày khác trong tuần. Điều này cũng tương đồng với thực trạng giao thông của Hà Nội, khi cuối tuần những người có nhà hoặc quê ở các thành phố hay quận

huyện lân cận thường về quê nghỉ, thăm gia đình cuối tuần, đầu tuần làm việc lại từ quê quay lại thành phố cho tuần làm việc mới. Trong khi đó các ngày trong tuần mọi người có xu hướng ở lại thành phố để thuận lợi cho việc đi làm hàng ngày. Sự giảm lượng tham gia giao thông vào các ngày trong tuần cũng làm cho mức độ ô nhiễm không khí trong đô thị được cải thiện phần nào.

Hà Nội có hình thái gió mùa rõ rệt, khối không khí đưa bụi mịn đến Hà Nội vào mùa Thu-Đông chủ yếu là phía đông bắc, khu vực được cho là ô nhiễm cao như Bắc Kinh, Thượng Hải và Sơn Đông của Trung Quốc. Đây đều là những thành phố kinh tế trọng điểm, đặt nhiều khu công nghiệp, thương cảng và có mật độ dân số rất cao. Thu-Đông cũng là mùa mà Hà Nội ghi nhận ô nhiễm cao nhất trong năm. Ngược lại vào mùa Xuân-Hè, có ảnh hưởng của gió tây nam và đông nam mang ít nguồn ô nhiễm hơn đến Hà Nội, một phần gió đông bắc vẫn cho thấy khả năng mang nguồn ô nhiễm cao hơn các hướng gió khác. Vùng gió thổi đến Hà Nội vào mùa Xuân-Hè cũng rộng và đến từ nhiều hướng hơn.

3.2. PHÁT THẢI PM2.5 DO ĐỐT RƠM RẠ

Số liệu tính toán lượng phát thải bụi PM2.5 từ hoạt động đốt rơm rạ cho Hà Nội vào năm 2019. Theo dữ liệu từ tổng cục thống kê năm 2019 thành phố Hà Nội có 81.1 nghìn ha trồng lúa (<https://www.gso.gov.vn/>) với sản lượng cả năm là 969,4 nghìn tấn trong đó Đông Xuân 532,6 nghìn tấn và Hè Thu là 436,8. Từ công thức dưới đây:

$$E_{Ai,j} = \sum_j^n M_j \times EF_{ij}$$

Trong đó: $E_{Ai,j}$ là tỷ lệ phát thải hàng năm (g), M_j là lượng đốt phần rơm rạ dư theo năm (kg khô lượng khô), $EF_{i,j}$ là hệ số phát thải chất i theo loại đồng ruộng j (g/kg khô lượng khô)

Hệ số phát thải là giá trị liên hệ giữa thải lượng của chất ô nhiễm vào khí quyển với hoạt động phát thải các chất đó. Hệ số phát thải thường ở dạng khối lượng chất ô nhiễm trên một đơn vị khối lượng, một đơn vị thể tích hoặc một đơn vị thời gian thải ra chất ô nhiễm đó. Sử dụng hệ số phát thải rất thuận lợi để ước tính phát thải từ nhiều nguồn ô nhiễm khác nhau.

Theo hướng dẫn của IPCC (Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu) thì tỉ lệ chuyển đổi thành khí thải khi đốt cháy rơm rạ là 80%. Theo nhóm nghiên cứu của PGS Hoàng Anh Lê, trường ĐH KHTN thì tỉ lệ rơm rạ đốt ngoài đồng ruộng chiếm 51 đến 78,5% tương ứng với vụ Đông Xuân và vụ Hè Thu. Sự khác biệt này là do vào vụ xuân, đối với những vùng gặt bằng tay, nông dân thường cắt ngọn, trời lại nắng nóng nên đa phần rạ được cày ủ vào đất, vì thế tỉ lệ đốt rạ sẽ giảm đáng kể. Còn vụ mùa ruộng khô hơn nên người dân thường hay cắt gốc, sau đó rạ được phơi khô hoặc là để đốt, hoặc là để che phủ rau màu (khoai tây, bí...) cho vụ đông nên tỉ lệ đốt rạ vụ mùa sẽ cao hơn vụ xuân. Hệ số phát thải trung bình theo các nghiên cứu công bố trước đây là 8,3 g/kg chất đốt [5, 26]

Bảng 3 Kiểm kê lượng phát thải PM_{2.5} năm 2019 của Hà Nội

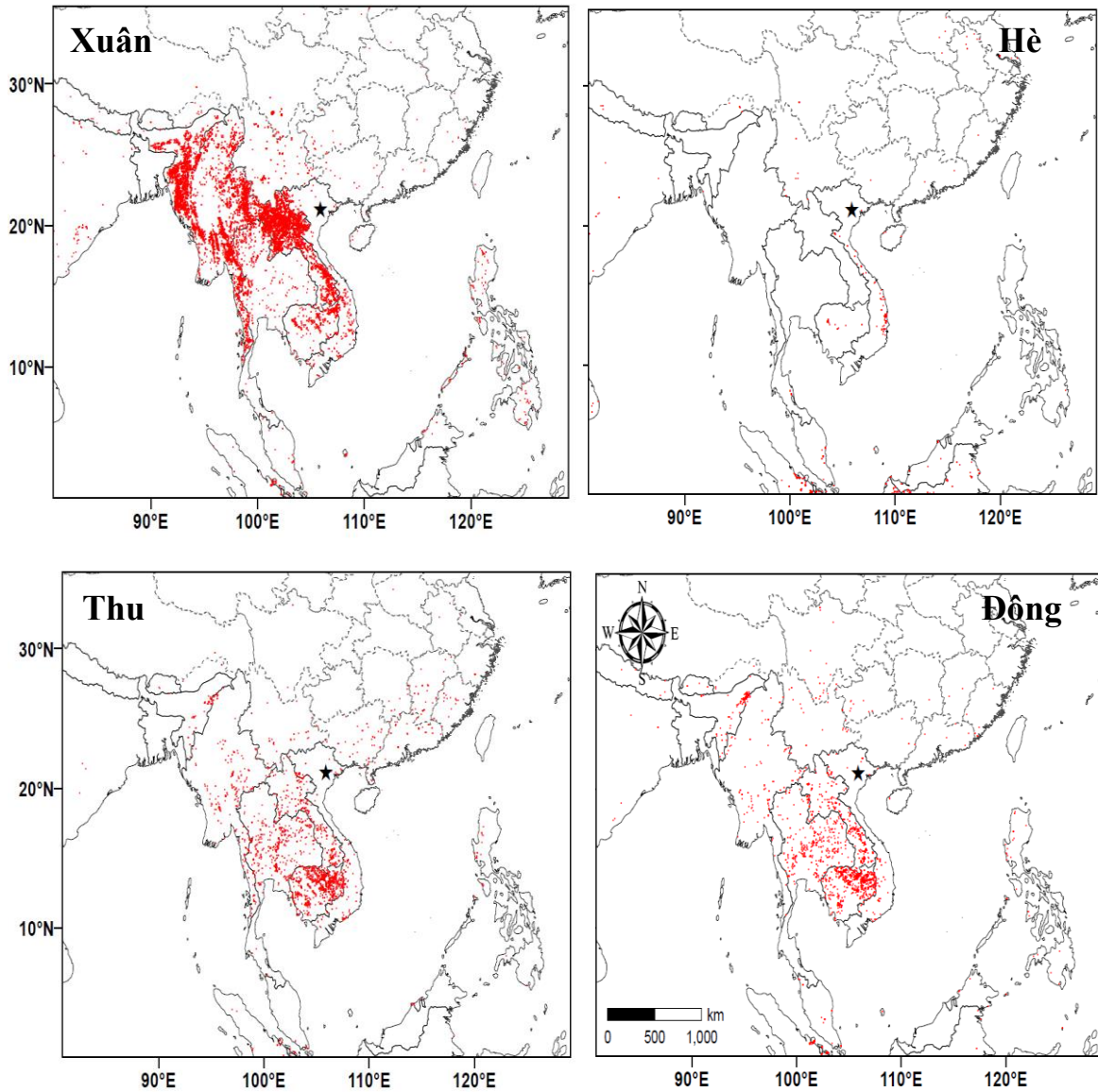
TTT	Vụ vụ hoạch	Diện tích (nghìn ha)	Sản lượng lúa (nghìn tấn)	Tỷ lệ đốt rơm rạ (%)	Lượng PM _{2.5} phát thải (Kg)
1	Hè Thu	81,1	436,8	78,5	2845,9
2	Đông Xuân	90,6	532,6	51	2254,5
3	Tổng năm	181,7	969,4		5100,4

Như vậy, theo tính toán kiểm kê lượng phát thải bụi PM_{2.5} của Hà Nội ước tính là 5100 tấn, trong đó vụ Hè Thu (55,7%) cao hơn vụ Đông Xuân (44,2%). Lượng bụi này cũng tương đương với sự phát thải được tính toán của toàn tỉnh Thái Bình vào năm 2012 (5209,6 tấn) [27] và 27 nghìn tấn cho cả vùng đồng bằng sông hồng thống kê vào năm 2020 [5]. Vụ Đông Xuân thường đốt rơm rạ vào tháng 4 hàng năm trong đó vụ Hè Thu thường đốt vào tháng 9. Kết hợp với diễn biến xu thế nồng độ bụi theo các tháng trong năm của Hà Nội ở hình 3.2 cho thấy nồng độ bụi vào tháng 9 cao hơn tháng 4. Do đó có thể kết luận rằng ảnh hưởng của đốt rơm rạ cũng 1 phần làm gia tăng nồng độ bụi mịn PM_{2.5} tại Hà Nội.

3.3. ẢNH HƯỞNG TỪ VIỆC ĐỐT SINH KHỐI KHÁC

Xung quanh Hà Nội diện tích rừng che phủ là rất thấp, tuy nhiên ô nhiễm không khí còn do sự phát tán và lan truyền các chất ô nhiễm của khối không khí. Thông qua dữ liệu cháy rừng trong năm 2019 và theo mùa kết hợp với dữ liệu về carbon đen và sự dịch chuyển của khối không khí.

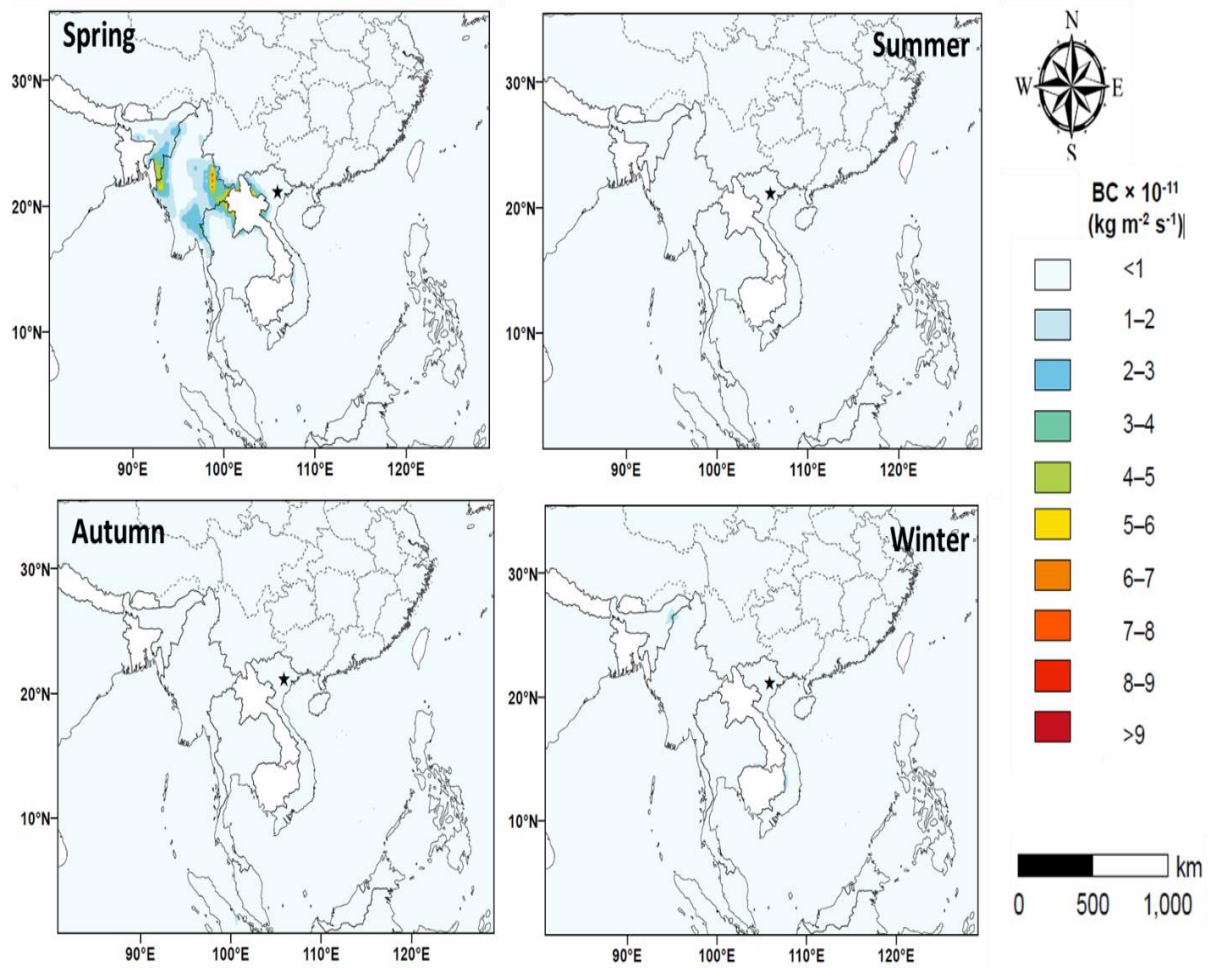
Trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu dẫn đến thời tiết thay đổi thất thường, nhiều diện tích rừng ở Việt Nam đã bị đốt cháy, đe dọa nghiêm trọng đến thảm thực vật rừng, cũng như ảnh hưởng đến môi trường, cũng như sự phát triển kinh tế - xã hội, môi trường, khí hậu, v.v. Đốt rừng cũng trực tiếp cung cấp một lượng lớn khí thải và bụi ra môi trường. Xung quanh Hà Nội, diện tích rừng che phủ rất thấp, nhưng ô nhiễm không khí còn do sự phát tán và phát tán của các chất ô nhiễm trong khối không khí.



Hình 3.4 Dữ liệu cháy rừng theo mùa năm 2019

Qua số liệu cháy rừng theo mùa năm 2019 (Hình 3.4) có thể thấy, cháy rừng tập trung chủ yếu vào mùa xuân. Miền Bắc Việt Nam trong thời gian này thường có hiện tượng không khí có độ ẩm cao. Tuy nhiên, ở các nước giáp biên giới với Việt Nam, đặc biệt là Lào và Campuchia, hai nước này đang vào mùa khô, không khí có độ ẩm thấp, nhiệt độ môi trường dao động trong khoảng 35-40°C. Với nhiệt độ trung bình khá cao, không khí khô và lá rụng sau mùa đông là những yếu tố khiến cháy rừng ở các quốc gia này dễ xảy ra hơn. Trong khoảng thời gian từ tháng 7 đến tháng 9 của mùa hè, ở các nước Đông Nam Á và Nam Á có nhiệt độ cao, tuy nhiên thường xuyên có dông và bão. Vì vậy, rất ít khi xảy ra cháy rừng trong thời gian này. Trong suốt mùa thu đông, khu vực Nam Trung Bộ, Nam Bộ và các nước lân cận có thể trải qua mùa khô nóng, dễ xảy ra cháy rừng. Đây cũng là lý do tại

sao nồng độ bụi lên đến đỉnh điểm trong khoảng thời gian từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau. Cháy rừng chủ yếu xảy ra vào cuối mùa thu, mùa đông và mùa xuân, giải phóng vào khí quyển một lượng lớn khí thải và bụi. Với sự phát tán cùng với sự chuyển động của khối khí, khí thải và bụi đã đi sâu vào các thành phố lớn như Hà Nội.



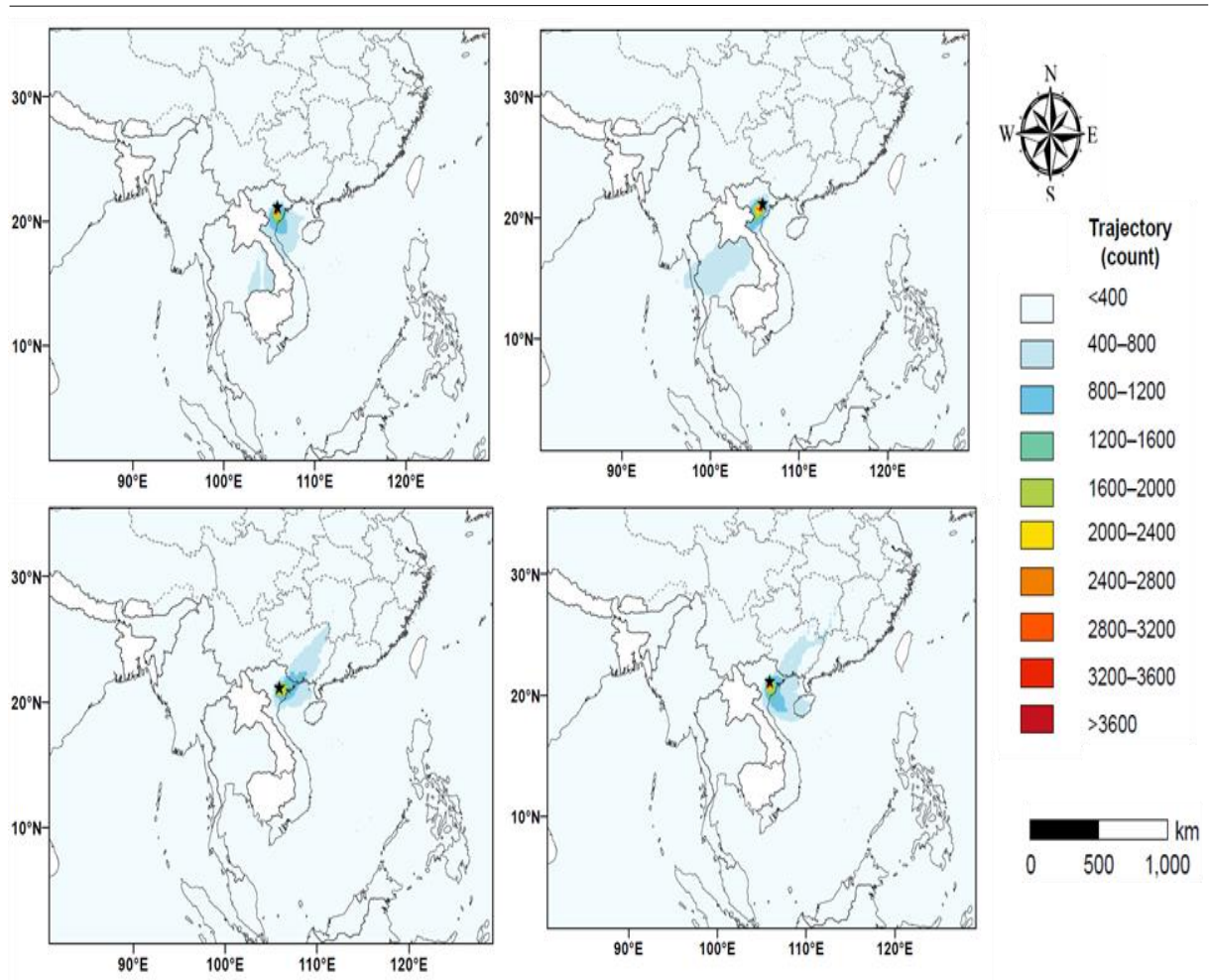
Hình 3.5 Dữ liệu carbon đen tương ứng với thời gian của các vụ cháy rừng theo mùa năm 2019 trong khu vực

Carbon đen là sản phẩm của quá trình đốt cháy không hoàn toàn thảm thực vật và nhiên liệu hóa thạch [28]. Nó có mặt ở khắp nơi và có thể được tìm thấy trong đất, băng, trầm tích và khí quyển. Nó là một chất gây ô nhiễm không khí, tồn tại trong thời gian ngắn và chỉ tồn tại vài ngày đến vài tuần sau khi thải vào khí quyển. Số liệu các-bon đen tương ứng với thời gian cháy rừng theo mùa trong năm 2019 được thể hiện trong Hình 3.5. Theo số liệu trong Hình 3.3, mùa xuân là mùa có nhiều vụ cháy rừng nhất. Lượng carbon đen trong khí quyển trong thời gian này thay đổi rõ rệt so với 3 mùa còn lại. Có một số vùng mà lượng carbon

đen trong khí quyển lên tới khoảng $6-8 \cdot 10^{-2} \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tập trung chủ yếu ở miền đông Myanmar và miền bắc Thái Lan. Ngoài ra, các khu vực như tây Bắc Bộ, nam Myanmar, nam Ấn Độ cũng có lượng carbon đen trong khí quyển tương đối cao, $2-4 \cdot 10^{-2} \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, có nơi còn cao hơn, lên đến $5 \cdot 10^{-2} \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Cháy rừng xảy ra vào mùa xuân chủ yếu tập trung ở Lào và Myanmar, tuy nhiên, lượng carbon đen ở Lào được ghi nhận ở mức $<1 \cdot 10^{-2} \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ và phân bố chủ yếu ở miền bắc Thái Lan và đông nam Myanmar, điều này có thể giải thích bằng sự di chuyển của khối khí mùa đông bắc trong thời gian này. Trong 3 mùa còn lại, lượng carbon đen được ghi nhận dưới ngưỡng $1 \cdot 10^{-2} \text{ ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ trong toàn khu vực.

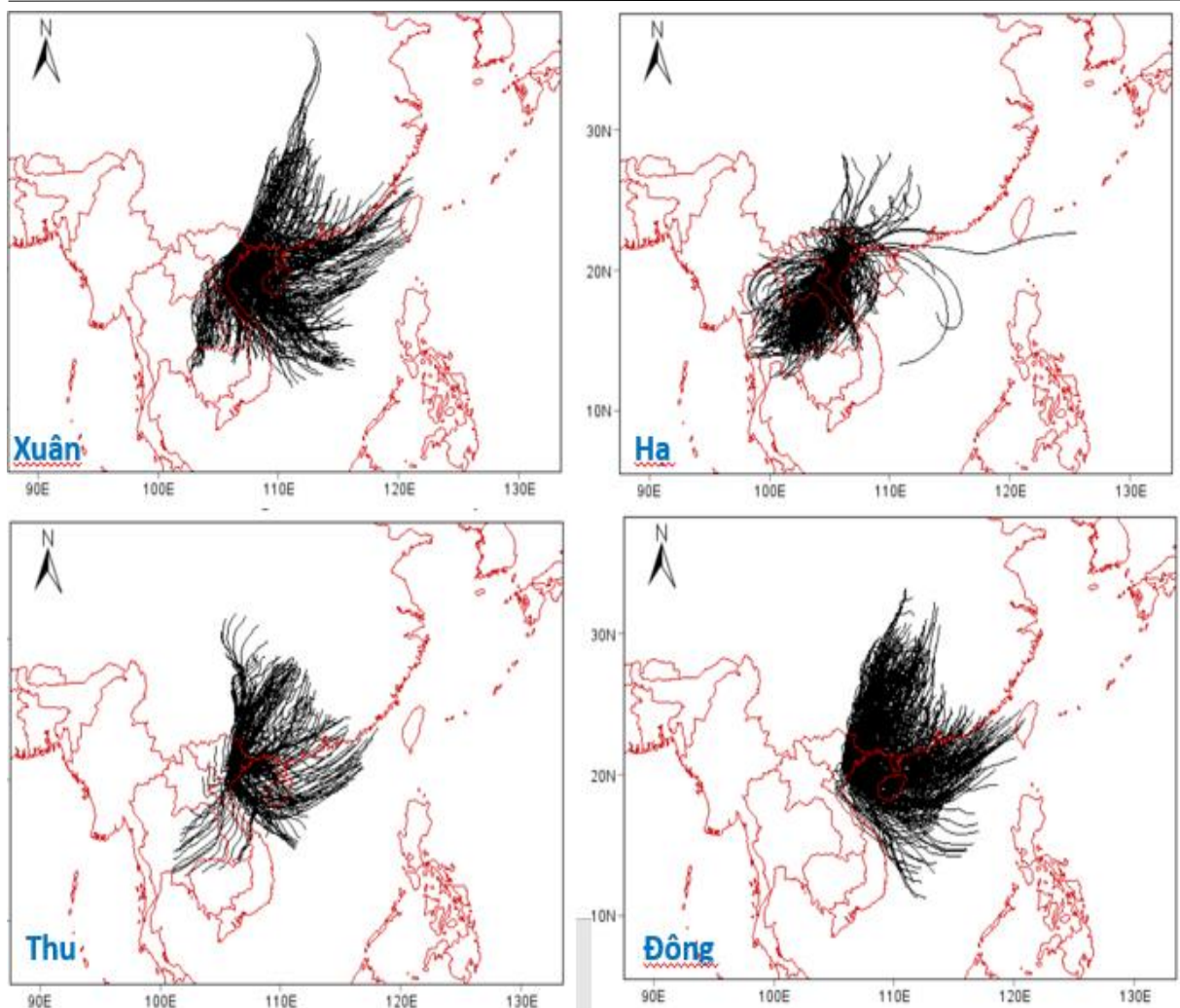
3.4. XÁC ĐỊNH NGUỒN GỐC GÂY Ô NHIỄM BỤI $\text{PM}_{2.5}$

Mô hình nguồn tiếp nhận PSCF sử dụng truy ngược quỹ đạo sự di chuyển của khối không khí 120 giờ tương đương với 5 ngày trước thời điểm quan trắc nồng độ mẫu bụi ở độ cao 500m so với mặt đất. Số quỹ đạo được lấy từ hệ thống thông tin khí tượng thủy văn của Mỹ <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>. Thông qua mô hình Hysplit 5.3 (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory). Dựa vào thời điểm khối không khí đi qua các lưới khí tượng kết hợp với nồng độ chất ô nhiễm môi trường quan trắc được tại điểm cố định trên mặt đất ta có thể tính toán được hướng, tọa độ mang chất ô nhiễm đến. Để dễ quan sát và phù hợp với khí hậu đặc trưng của Hà Nội, mô hình PSCF trong nghiên cứu này được chia theo 4 mùa trong năm.



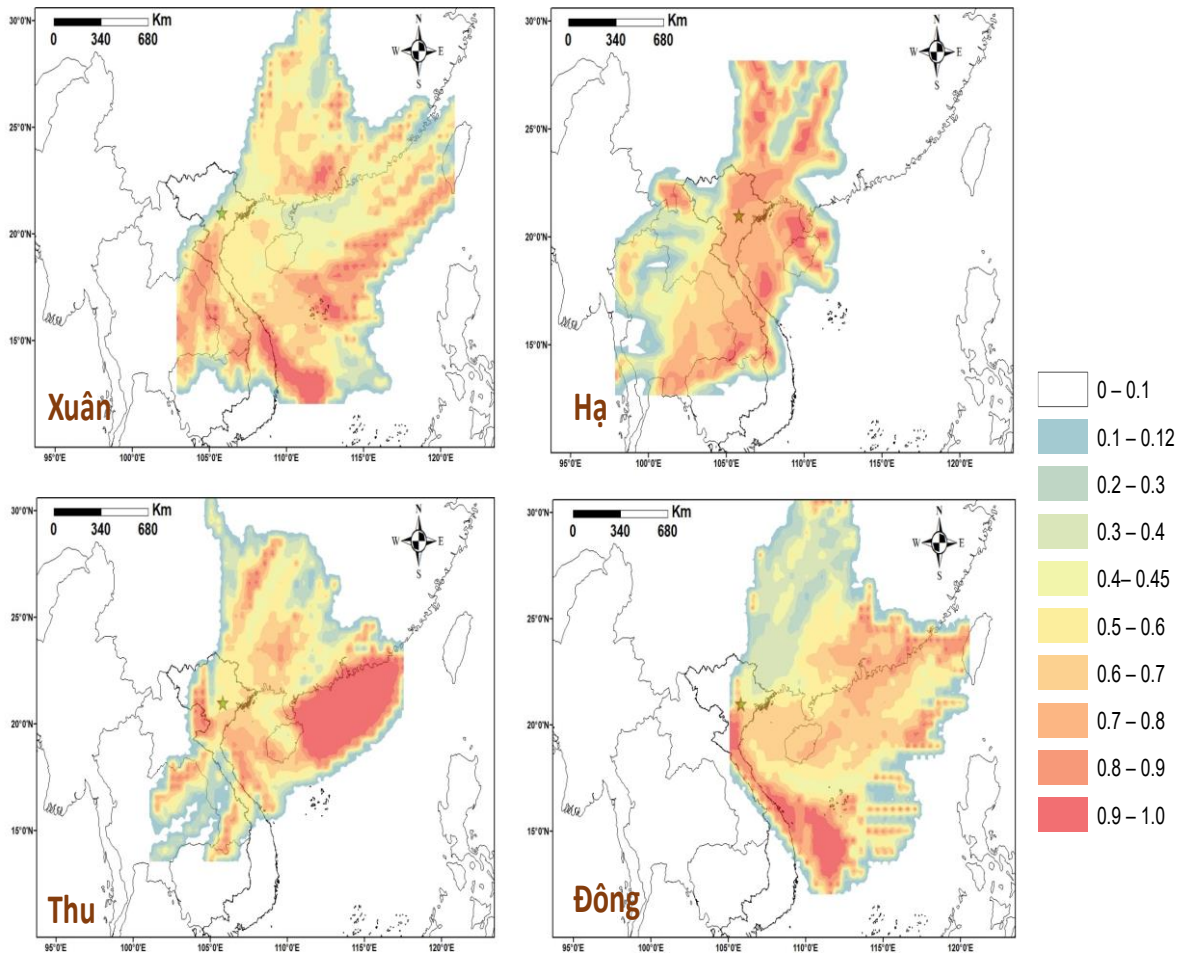
Hình 3.6 Dữ liệu 120 giờ truy xuất sự dịch chuyển của các khối khí đến Hà Nội

Kết quả mô hình PSCF ở hình 3.6 phía trên cho thấy thang màu được chia thành 10 cấp tương ứng với khả năng hướng và tọa độ đưa chất ô nhiễm đến khu vực nghiên cứu là Hà Nội. Màu từ xanh chuyển sang đỏ là khả năng tăng dần các khu vực mang chất ô nhiễm đến. Như kết quả nồng độ bụi quan trắc được đã đề cập ở phần 3.1, nồng độ bụi cao nhất vào mùa đông và xuân nồng độ thấp nhất là mùa hè và xuân.



Hình 3.7 Số khối không khí di chuyển đến Hà Nội truy xuất dữ liệu 5 ngày trước đó

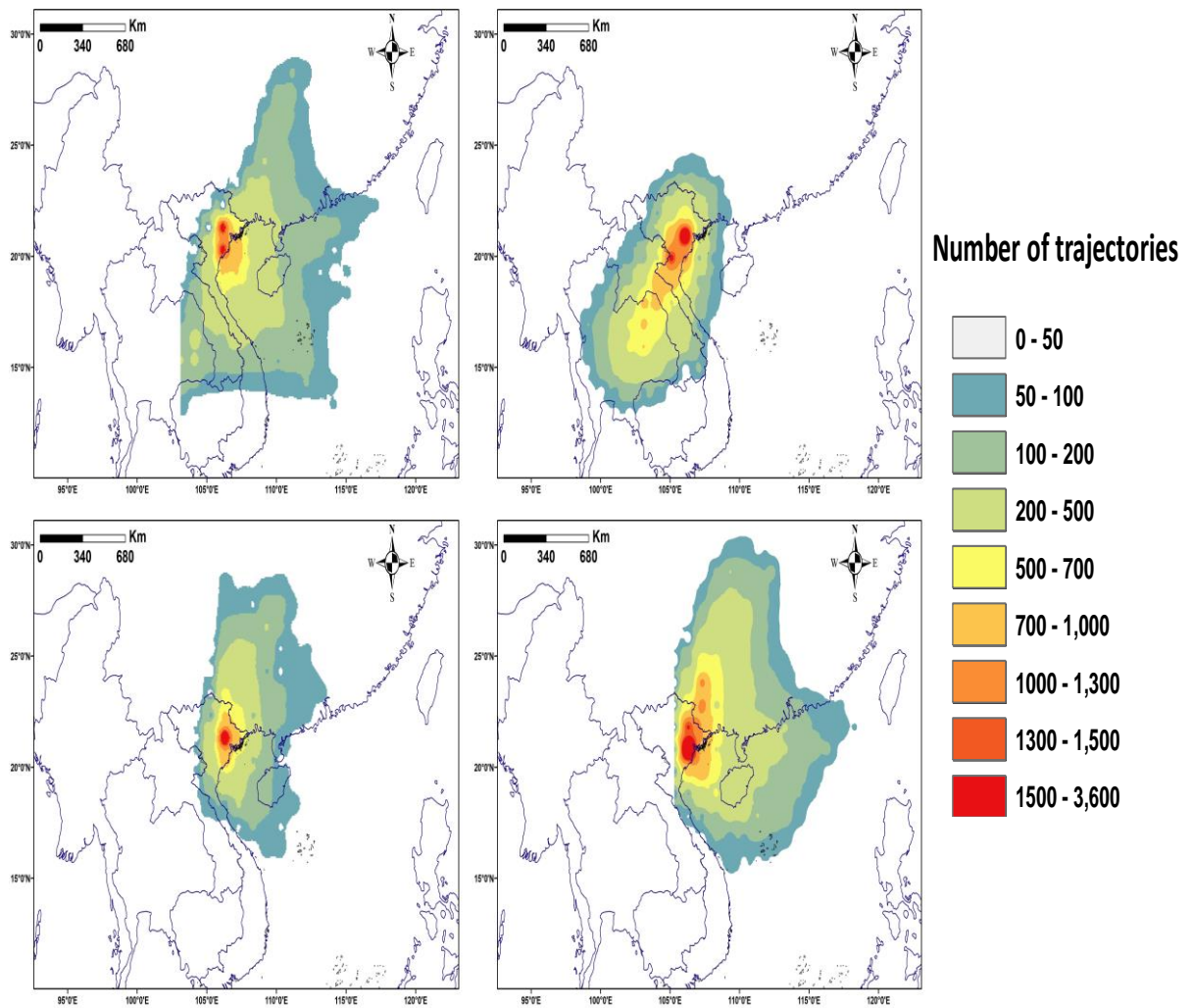
Như kết quả truy xuất khối không khí hình 3.7 cho thấy vào mùa xuân, thu và đông hướng gió đến Hà nội chủ đạo là đông và đông bắc và các chất ô nhiễm cũng một phần đến từ các hướng này. Mùa lạnh sự khuếch tán không khí kém, nhiệt độ và tia uv thấp cũng làm giảm quá trình quang hóa nên nồng độ các chất ô nhiễm nói chung và bụi nói riêng thường cao hơn mùa nóng. Ngược lại, mùa hè hướng gió chủ đạo là tây nam, nơi được cho là ít ô nhiễm hơn, không có nhiều khu công nghiệp phát triển cùng với sự khuếch tán không khí mạnh dẫn đến nồng độ giảm vào mùa hè.



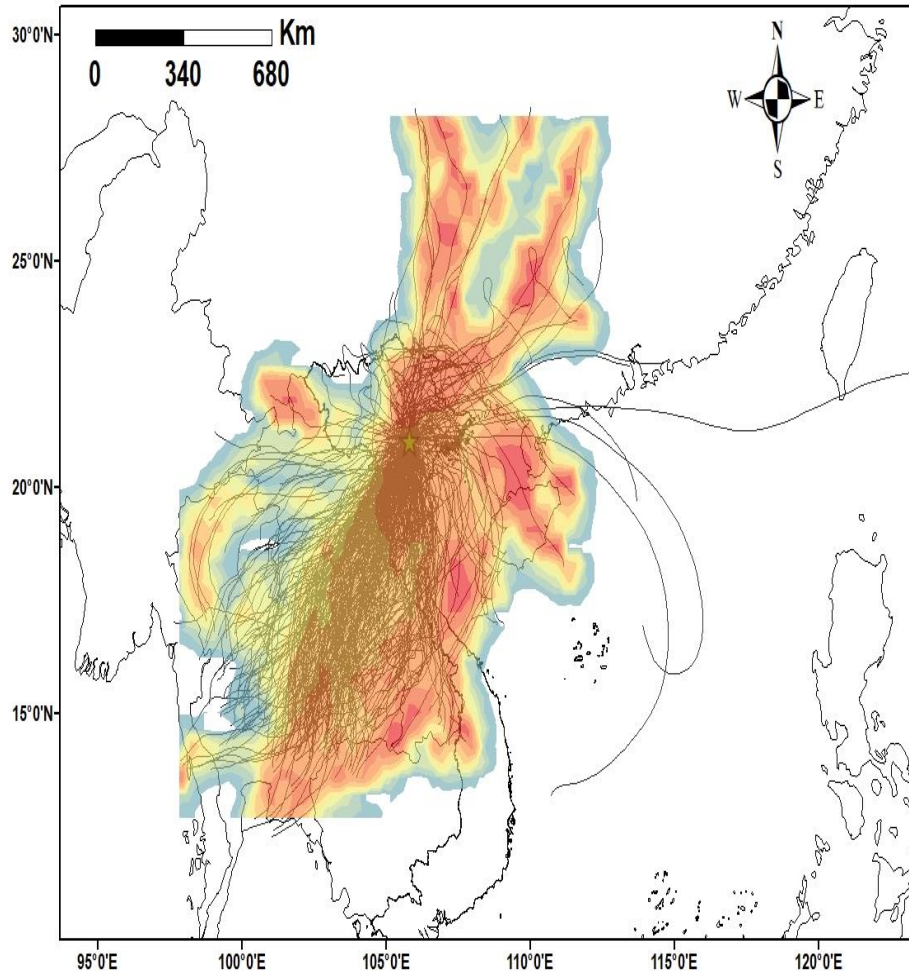
Hình 3.8 Kết quả mô hình PSCF xác định nguồn phát thải bụi pm_{2.5} đến Hà Nội

Hình 3.8 kết hợp giữa kết quả mô hình PSCF và số lượng khối không khí đến Hà nội vào mùa hè cho thấy mặc dù số lần khối không khí đến Hà nội từ hướng bắc rất ít nhưng cũng đóng góp đáng kể vào nồng độ ô nhiễm PM_{2.5} đến Hà Nội thể hiện qua đường màu đỏ trên bản đồ.

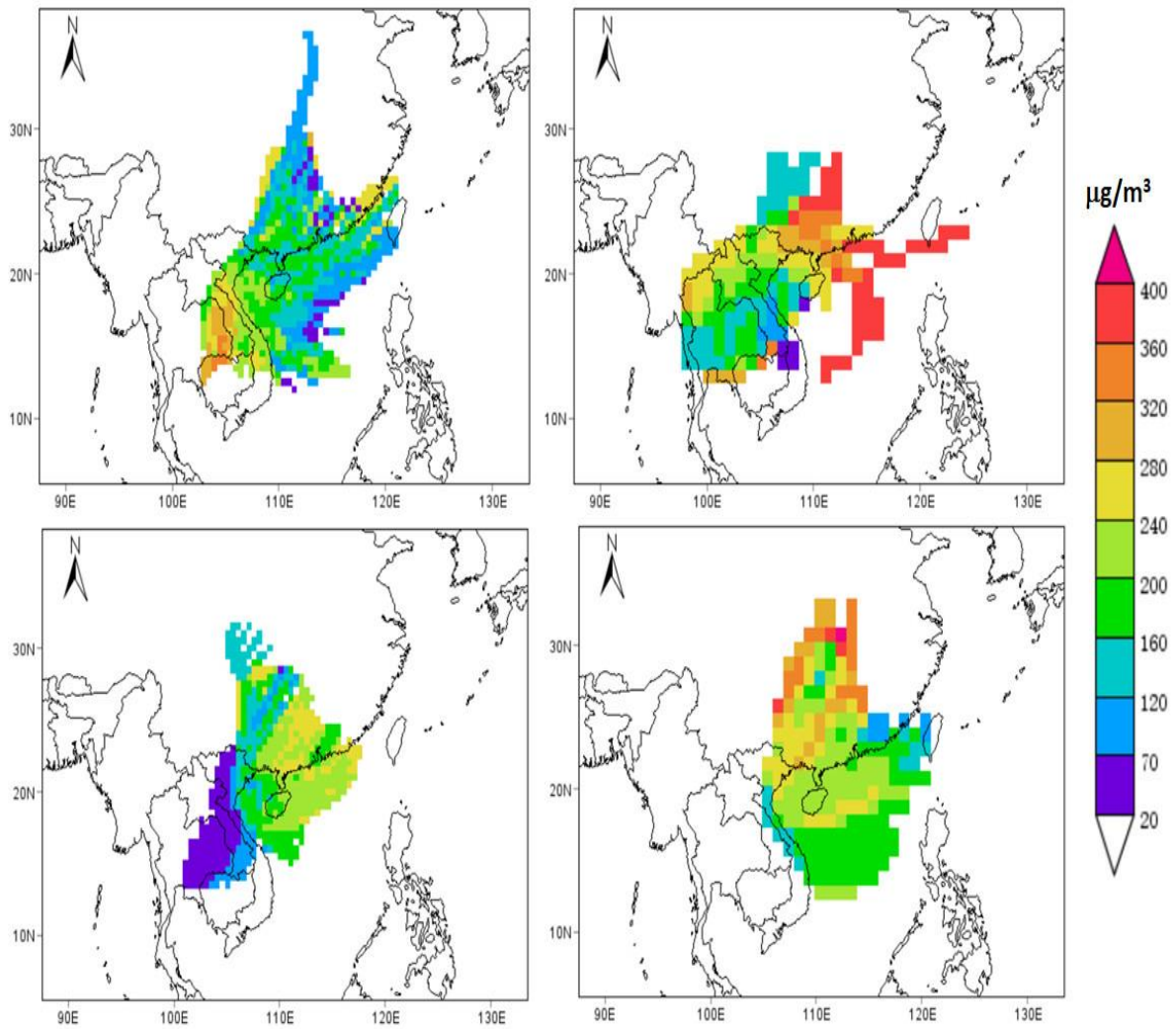
Ngoài ra, từ kết quả mô hình cũng cho thấy nguồn ô nhiễm từ khu vực Hà nội cũng đóng góp đáng kể làm gia tăng nồng độ bụi trong không khí, bằng chứng là vào các giờ cao điểm buổi sáng, buổi chiều nồng độ PM_{2.5} đạt đỉnh peak trong ngày.



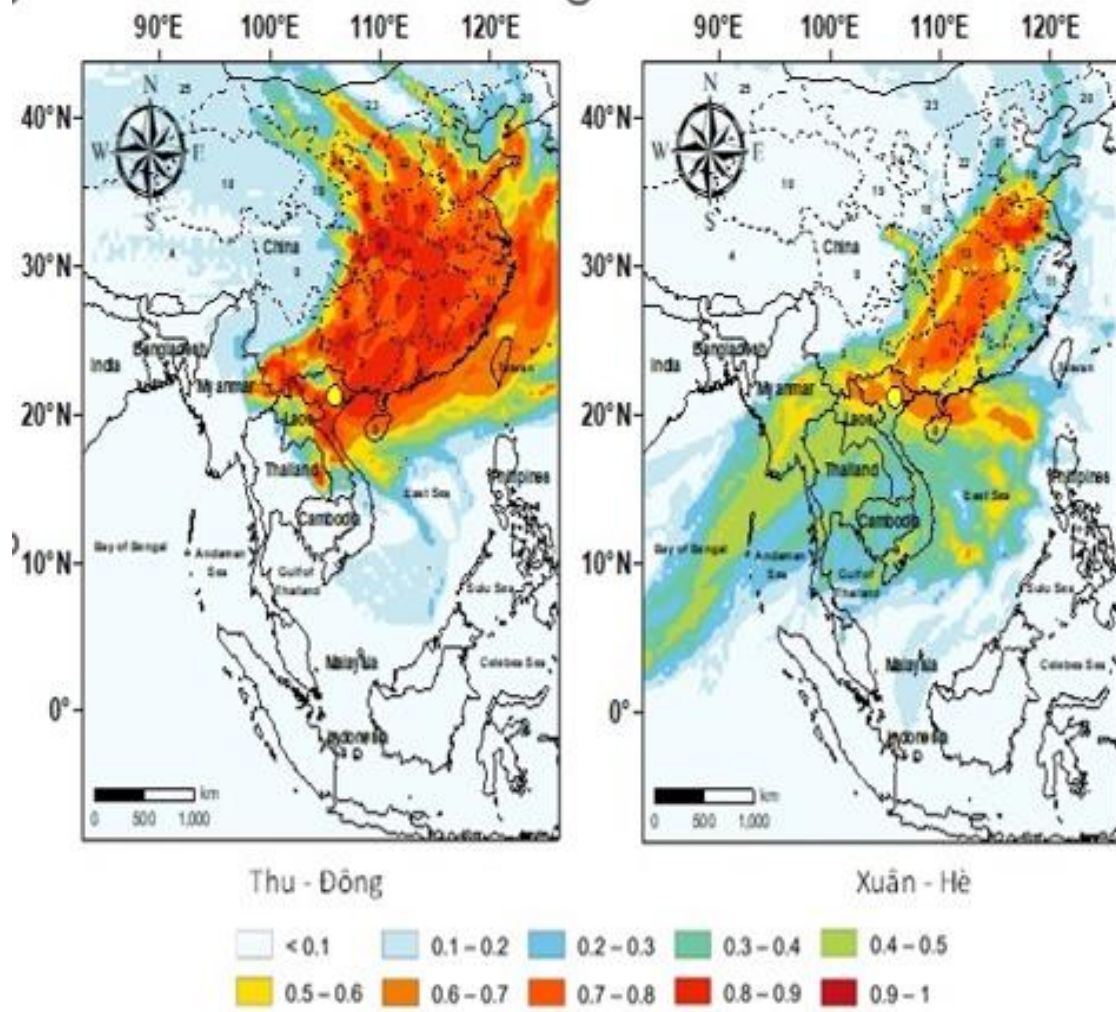
Hình 3.9 Số lượng khối không khí đến Hà nội trong thời gian 5 ngày theo từng mùa



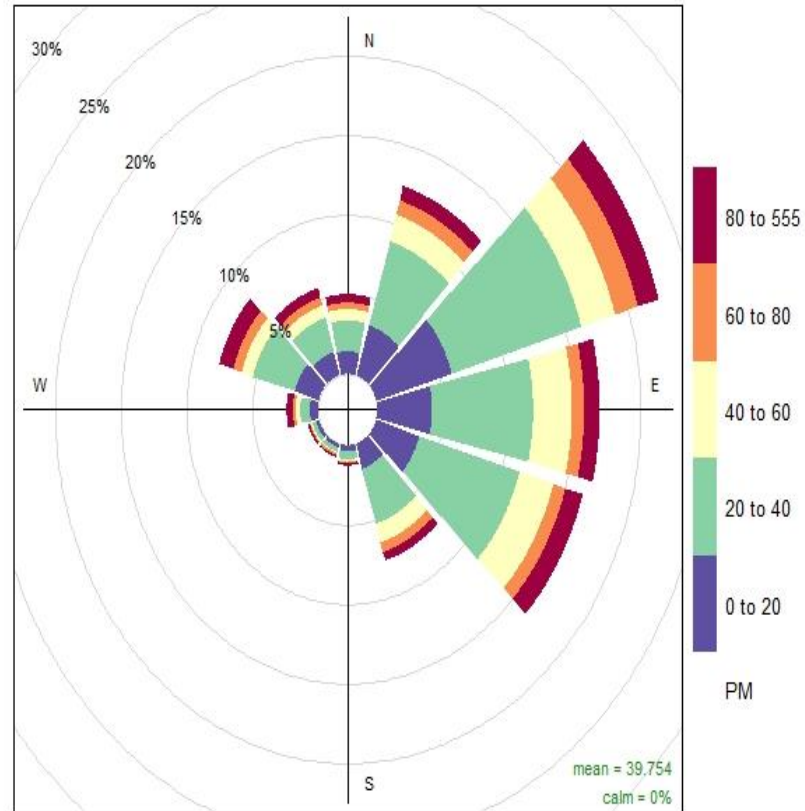
Hình 3.10 Mô hình PSCF kết hợp cùng với truy xuất nguồn gốc khối không khí đến Hà nội và mùa hè



Hình 3.11 Kết quả mô hình CWT mô phỏng khối khí mang theo nồng độ bụi cụ thể



Hình 3.12 Xác định nguồn đóng góp bụi mịn bằng mô hình PSCF



Frequency of counts by wind direction (%)

Hình 3.13 Phân chia phần trăm nồng độ bụi mịn theo bảng số liệu được xử lý thông qua phần mềm R-Studio

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Kết quả của đề tài đã bước đầu đánh giá được sự ảnh hưởng do việc đốt sinh khối đến hàm lượng bụi $PM_{2.5}$ tại Hà Nội gồm:

+ Đưa ra được xu thế và sự biến thiên thời gian của nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong 5 năm gần đây (2016 -2020). Sự diễn biến theo thời gian, ngày, tháng và mùa nồng độ bụi $PM_{2.5}$ của Hà Nội trong năm 2019. Giá trị bụi $PM_{2.5}$ trung bình là $39,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, giá trị thấp nhất $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và cao nhất là $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

+ Kiểm kê được lượng phát thải từ việc đốt rơm rạ sau thu hoạch là khoảng 5 tấn $PM_{2.5}$ / năm trong đó mùa Đông Xuân phát thải cao hơn mùa Hè Thu.

+ Đánh giá ảnh hưởng của cháy rừng và phát thải carbon đen trong khu vực tới Hà Nội. Sự ảnh hưởng là không lớn và chỉ tập trung vào mùa xuân.

+ Kết hợp mô hình PSCF và Hysplis xác định được nguồn gốc các chất: Mùa Đông và mùa Xuân nồng độ bụi của Hà nội chịu sự ảnh hưởng nhiều từ phía Trung Quốc. Mùa hè có nồng độ ô nhiễm thấp nhất trong năm. Bên cạnh đó nguồn nội địa từ khu vực nghiên cứu cũng đóng góp vào sự gia tăng nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại Hà Nội

KIẾN NGHỊ

Hướng nghiên cứu sử dụng dữ liệu vệ tinh xác định đánh giá ảnh hưởng của việc đốt sinh khối cần kết hợp nhiều kỹ thuật, phần mềm. Dữ liệu đầu vào càng đa dạng thì sẽ càng làm rõ được mức độ ảnh hưởng và đóng góp vào sự gia tăng nồng độ bụi mịn là bao nhiêu? Vì vậy, trong hướng nghiên cứu tiếp theo nhóm nghiên cứu sẽ nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phương pháp và mô hình đánh giá để làm rõ mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố.

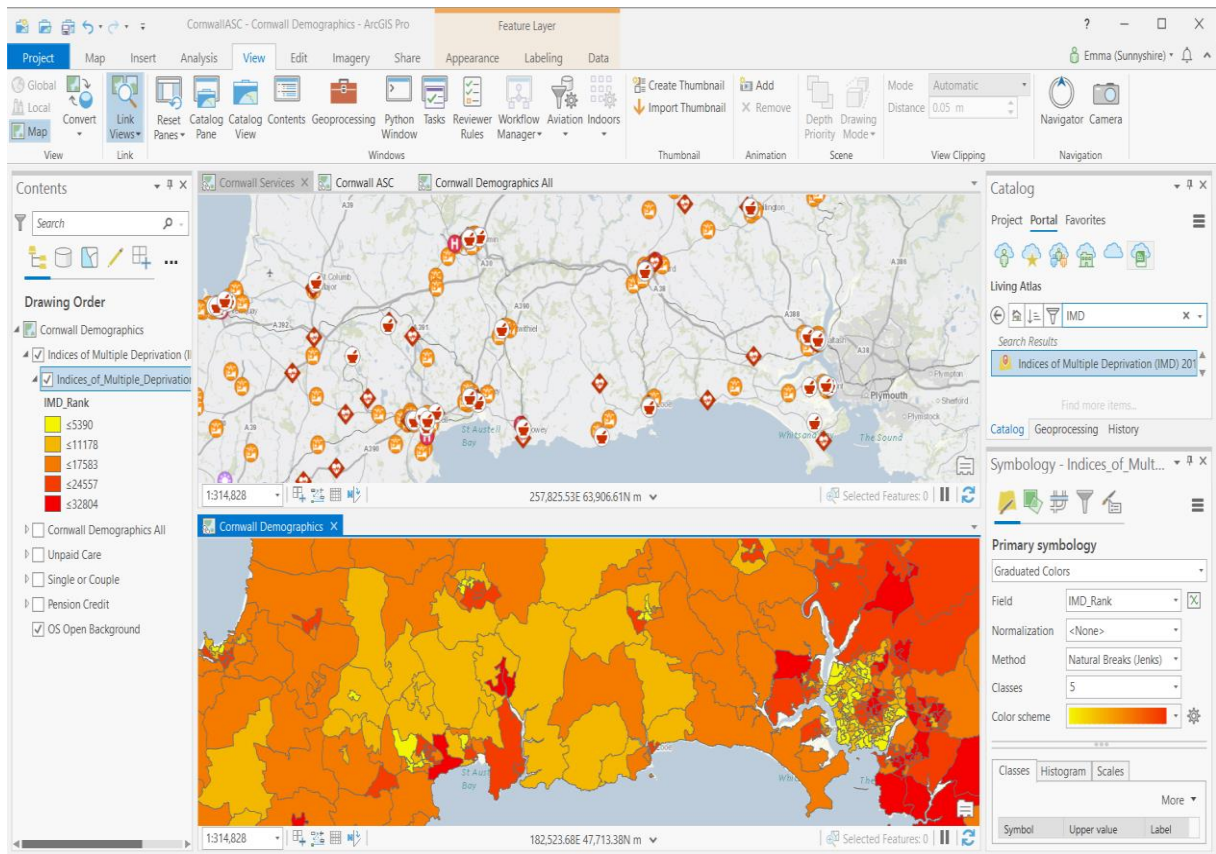
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jung, C.-R., Y.-T. Lin, and B.-F. Hwang, 2015, Ozone, particulate matter, and newly diagnosed Alzheimer's disease: a population-based cohort study in Taiwan. *J. Alzheimers Dis.* 44(2): p. 573-584.
2. Lai, Y.-C., et al., 2017, Distribution and sources of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons at an industrial region in kaohsiung, Taiwan. *Aerosol Air Qual. Res.* 17(3): p. 776-787.
3. Huang, F., et al., 2017, Relationship between exposure to PM2.5 and lung cancer incidence and mortality: A meta-analysis. *Oncotarget.* 8(26): p. 43322-43331.
4. Raaschou-Nielsen, O., et al., 2013, Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol.* 14(9): p. 813-822.
5. Le, H.A., D.M. Phuong, and L.T. Linh, 2020, Emission inventories of rice straw open burning in the Red River Delta of Vietnam: Evaluation of the potential of satellite data. *Environmental Pollution.* 260: p. 113972.
6. Kim, B.M., et al., 2016, Transported vs. local contributions from secondary and biomass burning sources to PM2.5. *Atmospheric Environment.* 144: p. 24-36.
7. Tian, D., et al., 2009, Assessment of Biomass Burning Emissions and Their Impacts on Urban and Regional PM2.5: A Georgia Case Study. *Environmental Science & Technology.* 43(2): p. 299-305.
8. Thao, A., 2019, Hà Nội mù mịt, nơi nào ô nhiễm không khí đạt ngưỡng màu tím sáng nay? *Báo lao động.* <https://laodong.vn/xa-hoi/ha-noi-mu-mit-noi-nao-o-nhiem-khong-khi-dat-nguong-mau-tim-sang-nay-774155.lido?gidzl=GiONB4yriJn3tHKkJIaRf4BS42fK8-4sMTOIS0DpjM0EXn9t17JcDGw2GtS39xTa0zKM8JCunfKaIpIxFW> (ngày truy cập 2/10/2022).
9. Thuy, P.C., et al., 2020, Size distribution and contribution of particles from rice straw open burning to the atmosphere in Hanoi. *Vietnam Journal of Science and Technology* 58(5A): p. 94-104.
10. (HEI), 2019, *Health Effects Institute, Annual report 2018, topic Air pollution.* Boston, USA, MA 02110-1817.
11. Chen, G., et al., 2021, Mortality risk attributable to wildfire-related PM_{2.5} pollution: a global time series study in 749 locations. *The Lancet Planetary Health.* 5(9): p. e579-e587.
12. Ly Bích Thủy and V.D. Anh, 2021, Hiện trạng, nguồn và các yếu tố ảnh hưởng tới nồng độ bụi PM2.5 tại Hà Nội: Tổng quan các nghiên cứu. *Tạp chí môi trường.*
13. Hopke, P.K., et al., 2008, Urban air quality in the Asian region. *Science of The Total Environment.* 404(1): p. 103-112.

14. Cohen, D.D., et al., 2010, Characterisation and source apportionment of fine particulate sources at Hanoi from 2001 to 2008. *Atmospheric Environment*. 44(3): p. 320-328.
15. Ly, B.-T., et al., 2018, Characterizing PM_{2.5} in Hanoi with New High Temporal Resolution Sensor. *Aerosol and Air Quality Research*. 18(9): p. 2487-2497.
16. Hai, C.D. and N.T. Kim Oanh, 2013, Effects of local, regional meteorology and emission sources on mass and compositions of particulate matter in Hanoi. *Atmospheric Environment*. 78: p. 105-112.
17. Thuy, N.T.T., et al., 2018, Mass Concentrations and Carbonaceous Compositions of PM_{0.1}, PM_{2.5}, and PM₁₀ at Urban Locations of Hanoi, Vietnam. *Aerosol and Air Quality Research*. 18(7): p. 1591-1605.
18. Hien, P.D., et al., 2002, Influence of meteorological conditions on PM_{2.5} and PM_{2.5-10} concentrations during the monsoon season in Hanoi, Vietnam. *Atmospheric Environment*. 36(21): p. 3473-3484.
19. Hien, P.D., V.T. Bac, and N.T.H. Thinh, 2005, Investigation of sulfate and nitrate formation on mineral dust particles by receptor modeling. *Atmospheric Environment*. 39(38): p. 7231-7239.
20. Bac, V.T. and P.D. Hien, 2009, Regional and local emissions in red river delta, Northern Vietnam. *Air quality, atmosphere, & health*. 2(3): p. 157-167.
21. Weagle, C.L., et al., 2018, Global Sources of Fine Particulate Matter: Interpretation of PM_{2.5} Chemical Composition Observed by SPARTAN using a Global Chemical Transport Model. *Environmental Science & Technology*. 52(20): p. 11670-11681.
22. Wang, L., et al., 2015, Long-range transport and regional sources of PM_{2.5} in Beijing based on long-term observations from 2005 to 2010. *Atmospheric Research*. 157: p. 37-48.
23. Han, L., et al., 2015, The changes and long-range transport of PM_{2.5} in Beijing in the past decade. *Atmospheric Environment*. 110: p. 186-195.
24. Geng, G., et al., 2015, Estimating long-term PM_{2.5} concentrations in China using satellite-based aerosol optical depth and a chemical transport model. *Remote Sensing of Environment*. 166: p. 262-270.
25. Ahmed, E., et al., 2015, Long-term trend of airborne particulate matter in Seoul, Korea from 2004 to 2013. *Atmos. Environ.* 101: p. 125-133.
26. Squizzato, S., et al., 2013, Factors determining the formation of secondary inorganic aerosol: a case study in the Po Valley (Italy). *Atmos. Chem. Phys.* 13(4): p. 1927-1939.
27. Xu, J.-S., et al., 2017, Temporal and spatial variation in major ion chemistry and source identification of secondary inorganic aerosols in Northern Zhejiang Province, China. *Chemosphere*. 179: p. 316-330.
28. Ngan, F., et al., 2018, Dispersion simulations using HYSPLIT for the Sagebrush Tracer Experiment. *Atmospheric Environment*. 186: p. 18-31.

29. Hien, P.D., V.T. Bac, and N.T.H. Thinh, 2004, PMF receptor modelling of fine and coarse PM10 in air masses governing monsoon conditions in Hanoi, northern Vietnam. *Atmospheric Environment*. 38(2): p. 189-201.
30. Nguyen, H. and N.T. Oanh, 2014, Chemical characterization and sources apportionment of fine particulate pollution in a mining town of Vietnam. *Atmospheric Research*. s 145–146: p. 214–225.
31. Co, H., et al., 2014, Levels and Composition of Ambient Particulate Matter at a Mountainous Rural Site in Northern Vietnam. *Aerosol and Air Quality Research*. 14.
32. Popovicheva, O., et al., 2016, Impact of Smoke Intensity on Size-Resolved Aerosol Composition and Microstructure during the Biomass Burning Season in Northwest Vietnam. *Aerosol and Air Quality Research*. 16: p. 2635–2654.
33. Lee, C.-T., et al., 2015, Aerosol Chemical Profile of Near-Source Biomass Burning Smoke in Sonla, Vietnam during 7-SEAS Campaigns in 2012 and 2013. *Aerosol and Air Quality Research*. 16.
34. Zong, Z., et al., 2018, PMF and PSCF based source apportionment of PM2.5 at a regional background site in North China. *Atmospheric Research*. 203: p. 207-215.
35. Cheng, M.-D. and E.D. Kabela, 2016, Effects of downscaled high-resolution meteorological data on the PSCF identification of emission sources. *Atmospheric Environment*. 137: p. 146-154.
36. Kim Oanh, N.T., et al., 2011, Characterization of particulate matter emission from open burning of rice straw. *Atmospheric Environment*. 45(2): p. 493-502.
37. Hoàng Anh Lê, Nguyễn Thị Thu Hạnh, and L.T. Linh, 2013, Ước tính lượng khí phát thải do đốt rơm rạ tại đồng ruộng trên địa bàn tỉnh Thái Bình. *Tạp chí ĐHQG, Các Khoa học trái đất và môi trường* 2(29): p. 26-33.

PHỤ LỤC



Không gian làm việc trong phần mềm ArcGis

FIRMS
Fire Information for Resource Management System

Announcements Feedback

Archive Download

Download active fire/hotspot information older than the last 7 days as:

- shapefiles (.shp).
- comma-separated text files (.csv) or
- JSON files (.json)

[Download yearly summary by country \(.csv\)](#)

Note:
Near Real-Time (NRT) data are replaced with standard science quality data as they become available (usually with a 2-3 month lag).
For information on the difference between NRT and standard data see our [FAQs](#).

Once the request has been processed, you will receive an email with instructions on how to download your data.

MODIS Collection 6.1: Temporal Coverage: 11 November 2000 - present

VIIRS S-NPP 375m: Temporal Coverage: 20 January 2012 - present

VIIRS NOAA-20 375m: Temporal Coverage: 1 January 2020 - present

[Create New Request](#)

Enter email address

[Check Request Status](#)

For MODIS Burned Area:
[Information & user guide](#)

EARTHDATA Find a DAAC - Feedback

FIRMS
Fire Information for Resource Management System

Fire Map
Active Fire Data
Fire Alerts
Archive Download
Web Services

Download Request

World

Fire Source

MODIS

VIIRS S-NPP

VIIRS NOAA-20

From - To

Shapefile (.shp)

Email Address

Send email confirmation for this data request

Please note: The MODIS data is available from November 2000 (for Terra) and from July 2002 (for Aqua) to the present. VIIRS S-NPP 375 m data is available from January 2012 to the present. VIIRS NOAA-20 375 m data is available from January 2020. All requests are monitored and approved by the FRMS team. Please provide us with accurate and valid information in order to prevent delays in processing your request.

[Cancel](#) [Submit](#)

→ Data area

→ Instrument and/or data algorithm version used to detect fires

→ Time period

→ File type: .shp for ArcGIS
.csv
.json for Python

FIRMS
Fire Information for Resource Management System

Announcements Feedback

MODIS ACTIVE FIRE AND BURNED AREA PRODUCTS

Home Active Fire Products Burned Area Products User's Guides Publications About Us Links

Archive Download

Download active fire/hotspot information older than 1 year

- shapefiles (.shp)
- comma-separated text files (.csv) or
- JSON files (.json)

Download yearly summary by country (.csv)

Note:
Near Real-Time (NRT) data are replaced with standard science quality data. For information on the difference between NRT and standard data see our [FAQ](#).

Once the request has been processed, you will receive an email with instructions on how to access your data.

MODIS Collection 6.1: Temporal Coverage: 11 November 2000 - present

VIIRS S-NPP 375m: Temporal Coverage: 20 January 2012 - present

VIIRS NOAA-20 375m: Temporal Coverage: 1 January 2020 - present

Create New Request

For MODIS Burned Area Products, see our [Burned Area Information & user guide](#)

User's Guides

MODIS Active Fire Products

MOD14 User's Guides

[MODIS Collection 6 Active Fire Product User's Guide Revision C \(December 2020\)](#)

[MODIS Collection 5 Active Fire Product User's Guide v2.5 \(March 2013\)](#)

Table 9: Summary of columns in the MCD14ML fire location product.

Column	Name	Units	Description
1	YYYYMMDD	-	UTC year (YYYY), month (MM), and day (DD).
2	HHMM	-	UTC hour (HH) and minute (MM).
3	sat	-	Satellite: Terra (T) or Aqua (A).
4	lat	degrees	Latitude at center of fire pixel.
5	lon	degrees	Longitude at center of fire pixel.
6	T21	K	Band 21 brightness temperature of fire pixel.
7	T31	K	Band 31 brightness temperature of fire pixel.
8	sample	-	Sample number (range 0-1353).
9	FRP	MW	Fire radiative power (FRP).
10	conf	%	Detection confidence (range 0-100).
11	type	-	Inferred hot spot type: 0 = presumed vegetation fire 1 = active volcano 2 = other static land source 3 = offshore
12	dn	-	Day/night algorithm flag: day (D) or night (N).

Các bước trích xuất dữ liệu trên trang chủ của NASA