

บทที่ 8

การตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป

ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก หากในบรรยากาศพบค่าเกินมาตรฐาน จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน โดยเฉพาะ เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงอยู่แล้ว จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพโดยง่ายการตรวจสอบวัดฝุ่นละอองตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทยจำเป็นต้องทำความเข้าใจในค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป ณ ช่วงเวลาหนึ่ง เวลาใด และวิธีการตรวจวัด เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจวัด และวิเคราะห์ผลการตรวจวัดได้

พื้นฐานด้านทฤษฎีเกี่ยวกับฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อม

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลอยลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระทบแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ 2-3 นาทีจะตกลงสู่พื้นด้วยแรงดึงดูดของโลก และแรงลม ทั้งนี้เวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แออสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานคร และเมืองใหญ่ๆ โดยเฉพาะฝุ่นละอองหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก หรือฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจที่รุนแรง (NATIONAL GEOGRAPHIC ASIA, 2021) ได้สรุปเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละอองว่า เจ้าหน้าที่รัฐควรปกป้องสุขภาพของพลเมือง รองศาสตราจารย์ ดร. กัญทิพย์ บุญประกอบ หัวหน้าหน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง มองว่า “ในกรุงเทพมหานคร PM 2.5 มีปัจจัยการเกิดจากการเผาไหม้พลังงานฟอสซิล (น้ำมัน) เป็นสำคัญ เพราะมีรถยนต์จำนวนมากและการจราจรติดขัด ในระยะยาวควรแก้ปัญหาด้วยการสร้างระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพ มีการเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายอย่างสมบูรณ์เข้าถึงทุกพื้นที่ อนาคตรถยนต์ไฟฟ้าจะมีส่วนช่วยลดมลพิษได้มากโดยเฉพาะกับ ฝุ่นละออง PM 2.5”

ปัญหาฝุ่นละอองกำลังกลายเป็นปัญหาใหญ่ที่คุกคามสุขภาพของผู้คนในหลากหลายประเทศ ก่อนหน้านั้นกรุงปักกิ่ง ในจีนและกรุงนิวเดลี ในอินเดีย ก็เผชิญกับวิกฤตดังกล่าว ร้ายแรงที่สุดคือในวันที่ฝุ่นและหมอกควันเข้าปกคลุมมากๆ คนอินเดียได้รับผลกระทบถึงขนาดไม่สามารถมองเห็นได้ไกลกว่าในระยะ 300 เมตร จนทำให้เกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์กันมาแล้ว รัฐบาลต้องออกมาตรการป้องกันและแก้ไขไม่ให้ปัญหาลุกลามไปมากกว่าเดิม รถเก๋งที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดใหญ่รวมไปถึงรถ SUV เครื่องยนต์มากกว่า 2,000CC ถูกแบน รวมถึงรถแท็กซี่อีกหลายหมื่นคันที่ใช้น้ำมันดีเซลด้วย

ข้ามฝั่งไปยุโรป ในกรุงปารีส รัฐบาลมีมาตรการแบนรถยนต์เก่าเช่นกัน รวมไปถึงสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชนและจักรยานกันมากขึ้น ด้วยการเปิดให้ใช้บริการฟรีในช่วงที่ต้องต่อสู้กับปัญหามลพิษที่เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการกำหนดพื้นที่ปลอดรถยนต์ เช่นบริเวณตามแนวแม่น้ำแซน ด้านประเทศเนเธอร์แลนด์มีวิสัยทัศน์ที่กว้างไกลกว่า รัฐบาลเตรียมแบนบริษัทขายรถยนต์ที่ยังคงใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันภายในปี 2025 นี้ นั่นหมายความว่าในอนาคตรถยนต์ที่วิ่งในประเทศนี้จะมีแต่รถยนต์พลังงานไฟฟ้าและพลังงานทดแทนเท่านั้น ซึ่งไม่เป็นปัญหาเท่าใด เพราะประเทศนี้มีผู้ใช้จักรยานมากกว่าผู้ขับขี่รถยนต์อยู่แล้ว แหล่งกำเนิดและผลกระทบจากฝุ่นละอองสรุปได้ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เกิดขึ้นตามธรรมชาติและฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ละอองเกลือจากน้ำทะเล

1.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (Man-made Particle)

1.2.1 การคมนาคม

- 1) รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ
- 2) ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา
- 3) ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ
- 4) การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก
- 5) ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรก

1.2.2 การก่อสร้าง

- 1) การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคารสิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค
- 2) การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคาร
- 3) การรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

1.2.3 โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน พีช แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต หรือกระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การบั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

2. ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

การหายใจเอาฝุ่นละอองที่ปะปนในอากาศเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 15 ไมครอน จะถูกดักจับที่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ในส่วนของจมูกและลำคอ ซึ่งจะถูกขับ

ออกมาพร้อมกับเสมหะ ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เพราะสามารถแทรกตัวลึกเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเข้าไปในเนื้อเยื่อปอด และนำสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย โดยกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบง่าย ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว เช่น ผู้ป่วยโรคปอด ไซหัดใหญ่ และโรคหืด ผลกระทบต่อสุขภาพสามารถแยกตามชนิดของอนุภาคมลสารได้ดังนี้

2.1 ฝุ่นหิน เป็นสารประกอบซิลิกา (Silica) เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขุดเจาะแร่ ระเบิด และโม่บดหิน ผลิตปูนซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์เซรามิก ผลิตแก้ว เมื่อหายใจเอาฝุ่นละอองเล็กๆ ของหินเข้าไปเป็นเวลานานจะเกิดอาการระคายเคืองทำให้เกิดพังผืดเป็นจุดเล็กๆ ในปอด ทำให้การทำงานของปอดลดลง หายใจขัด ไอ เจ็บหน้าอก หอบ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย เราเรียกว่าโรค ซิลิโคซิส (Silicosis) ซึ่งเป็น โรคปอดที่ไม่มีทางรักษาให้หายได้ และอาจจะเป็นวัณโรคได้

2.2 แอสเบสตอส (Asbestos) หรือที่เรียกว่า “แร่ใยหิน” เป็นวัตถุที่ประกอบด้วยแร่ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยมีขนาดเล็กมาก มีทั้งที่เป็นเส้นใยโค้งและตรง เป็นวัสดุที่ใช้ทำผ้าคลัช ผ้าเบรคของรถยนต์ ทำกระเบื้อง ทำแผ่นฉนวนกันความร้อน นอกจากแอสเบสตอสจะเข้าสู่ร่างกายทางทางเดินหายใจแล้วยังสามารถเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังและเข้าสู่กระแสเลือดได้เมื่อเข้าสู่ปอดจะทำให้เป็นโรคที่เรียกว่า Asbestosis ผู้ที่เป็นโรคนี้อาจมีอาการของปอดอักเสบ เนื้อปอดจะเป็นพังผืด มีรอยแผลเป็นและเนื้อปอดจะแข็ง ขนาดของปอดเล็กลง ทำให้มีอาการเหนื่อยง่าย ไอ หอบ หายใจลำบาก และยังทำให้เกิดมะเร็งในอวัยวะต่างๆ ที่แอสเบสตอส ไปสะสมอยู่ เช่น มะเร็งเยื่อหุ้มปอด มะเร็งกล่องเสียง มะเร็งทางเดินอาหารและมะเร็งเยื่อช่องท้อง

2.3 ฝุ่นฝ้าย จากโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้า ผู้ที่ได้รับละอองฝ้ายเข้าไปสะสมในปอด จะทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจได้เช่นเดียวกับฝุ่นหิน

2.4 ตะกั่ว (Lead : Pb) เป็นแร่ธาตุประเภทโลหะหนัก เป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตสารตะกั่วที่แพร่กระจายเข้าสู่อากาศกลายเป็นสารมลพิษทางอากาศเกิดจากกิจการอุตสาหกรรมที่ใช้สารตะกั่วในขบวนการผลิต เช่น โรงงานถลุงและหลอมตะกั่ว โรงงานทำแบตเตอรี่ ทำหม้อน้ำรถยนต์ สีทาบ้าน เป็นต้น เมื่อสูดหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้หลายประการ ตะกั่วเป็นสารพิษที่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ พิษของสารตะกั่วสามารถทำลายระบบประสาท เส้นประสาทส่วนปลายเกิดอาการเป็นอัมพาตที่นิ้วและมือ ทำลายเซลล์สมอง หลอดโลหิตฝอย เป็นต้น

2.5 แคดเมียม (Cd) แคดเมียมก็เป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่มีมักจะปะปนอยู่ในอากาศมาจากยานพาหนะและจากกระบวนการหลอม ฟัน ฉาบโลหะ เชื่อมโลหะที่มีแคดเมียมเป็นส่วนประกอบ แคดเมียมที่พบ ในอากาศจะอยู่ในรูปฝุ่นหรือไอ ที่เกิดจากกระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว ทำให้แคดเมียมที่ปะปนอยู่กับโลหะหลุดออกมาปะปนอยู่ในอากาศ น้ำ ดิน เข้าสู่ร่างกายได้ทั้งในการรับประทาน การหายใจและทางผิวหนัง การหายใจเอาควันแคดเมียมเข้าไป ได้แก่ อาการแพ้พิษเฉียบพลัน เกิดที่ระบบหายใจ จมูกและคออักเสบ แ่นหน้าอก หายใจขัด ปอดบวมและตายได้

2.6 พรอท ปรากฏปะปนอยู่ในอากาศนั้นจะอยู่ในรูปของไอพรอท เนื่องจากสามารถกลายเป็นไอได้ในอุณหภูมิปกติ มีแหล่งกำเนิดมาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพรอท ได้แก่ โรงงาน ผลิตอุปกรณ์ทางเคมี เป็นต้น ไอพรอทในอากาศที่ปนเข้าไปพร้อมกับลมหายใจ ทำให้เกิดอาการ หนาวสั่น แน่นหน้าอก แต่ถ้าเป็นสารประกอบของพรอท เช่น เมอคิวริกไนเตรต เมอคิวริกคลอไรด์ และ เมธิลเมอคิวรี ที่ปะปนเข้าไปกับอาหารจะสะสมอยู่ในร่างกายจนถึงระดับที่ปรากฏอาการปวดท้อง อาเจียน ปวดกล้ามเนื้อ ยังมีผลต่อระบบประสาท สมอง ตา อาจตายได้ถ้าร่างกายสะสมไว้ 50 มก.

2.7 ทองแดง (Cu) ผลที่มีต่อสุขภาพของทองแดง (Copper) ซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการชีวเคมีในคนมีหน้าที่ในการสร้างเม็ดเลือดแดง การปลดปล่อยธาตุเหล็กของเนื้อเยื่อและการพัฒนาของกระดูก ระบบประสาทส่วนกลางและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน แต่ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณมากๆ จะเกิดอาการกัตกร้อนและระคายเคืองต่อเยื่อภายในและกระจายเข้าไปทำอันตรายเส้นเลือดฝอย เป็นอันตรายต่อไต ระคายเคืองระบบประสาทส่วนกลางและเกิดผลให้จิตใจได้รับความกดดัน ระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหารอย่างรุนแรง เกิดการเปลี่ยนแปลงคือเกิดการตายเฉพาะบางส่วนในตับและไตได้

3. ผลกระทบต่อทัศนวิสัย

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งและของเหลวที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

4. ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองที่ตกลงมา นอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะแก่บ้านเรือน อาคาร สิ่งก่อสร้างแล้ว ด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ต่างกัน ยังทำให้เกิดการทำลายและกัตกร้อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น เป็นต้น

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานคร และเมืองใหญ่ๆ ที่คุกคามสุขภาพของผู้คนในหลากหลายประเทศ แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ผลกระทบต่อทัศนวิสัย ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538 และประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่

22 กันยายน พ.ศ. 2547 กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (Total Suspended Particulate Matter: TSP) ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปี จะต้องไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 58ง วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 โดยจากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ในเวลา 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยรายปีต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยการตรวจวัดแบบ Beta Ray

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2553 กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศค่าเฉลี่ยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปีมีค่าไม่เกิน 0.025 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10, ฉบับที่ 28 และฉบับที่ 36 สามารถสรุปค่ามาตรฐานได้ดังนี้ (ตารางที่ 8.1)

ตารางที่ 8.1 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

มลพิษทางอากาศ	ความเข้มข้น (หน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		วิธีตรวจตามมาตรฐาน
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	
TSP	0.33	0.10	Gravimetric High volume
PM10	0.12	0.05	Gravimetric High volume
PM2.5	0.05	0.025	USEPA Federal Reference Method (FRM)

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10, ฉบับที่ 28 และฉบับที่ 36 แห่ง พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปที่ใช้อาศัยการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ โดยสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดพารามิเตอร์ วิธีการตรวจวัด (Measurement Method) และออกมาเป็นคู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ (ตารางที่ 8.2)

ตารางที่ 8.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

พารามิเตอร์ (Parameters)	หน่วย (Unit)	ข้อมูล (Data)	วิธีการตรวจวัด (Measurement method)
ฝุ่นรวมหรือฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)	มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (mg/m ³)	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric)
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10)	มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (mg/m ³)	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric)
	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (µg/m ³)	เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	- ระบบเบต้าเร (Beta Ray) - ระบบเทปเปออลิมีน ออสซิลเลตติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance: TEOM) - วิธีการกระเจิงของแสง (Light Scattering) - แบบไดโคโตมัส (Dichotomous Air Sampler)
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)	มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (mg/m ³)	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) ซึ่งเป็น Federal Reference Method (FRM) ตามที่ US EPA กำหนด
	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (µg/m ³)	เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	ระบบเบต้าเร (Beta Ray)

ที่มา: ประกาศกรมควบคุมมลพิษ, (2562)

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย (Air Quality Index: AQI)

ในประเทศไทยได้มีการใช้ข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมในการติดตามสถานการณ์ปัญหาหมอกควันได้แก่ ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไปเพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณะชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใดมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ซึ่งดัชนีคุณภาพอากาศเป็นรูปแบบสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกาออสเตรเลียสิงคโปร์มาเลเซียและประเทศไทย เป็นต้น

ได้กำหนดเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย โดยมีการคำนวณเทียบมาตรฐานคุณภาพบรรยากาศทั่วไปของสารมลพิษทางอากาศ 5 ประเภทได้แก่ก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1 ชั่วโมงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมงก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เฉลี่ย 8 ชั่วโมงก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ย 24 ชั่วโมงและฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมงทั้งนี้ดัชนีคุณภาพอากาศที่คำนวณได้ของสารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าสูงสุดจะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศของวันนั้นดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือตั้งแต่ 0 ถึงมากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยโดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปหากดัชนีคุณภาพอากาศสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 8.3 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	ความหมายสี
0-50	ดี	ฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	เหลือง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกอาคาร บุคคลทั่วไปโดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก	ส้ม	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไปโดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังกายภายนอกอาคาร
มากกว่า 300	อันตราย	แดง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไปโดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังกายภายนอกอาคาร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2555)

การตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป

พัชราวดี สุวรรณธาดา (2557) ได้สรุปวิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในเวลา 24 ชั่วโมง หรือ ในเวลา 1 ปี ในประเทศไทย ตามที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบให้ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ เช่น ระบบเบต้าเร (Beta Ray) ระบบเทปเปออลิเมนต์ ออสซิลเลตติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) และระบบไดโคโทมัส (Dichotomous) เป็นต้น ในการวัดหาค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้น ให้ทำการตรวจวัดในบรรยากาศต่างๆ ไปด้วยจะต้องสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป) และประกาศกรมควบคุมมลพิษ, (2562) เรื่อง เครื่องวัดและวิธีตรวจวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป ระบบอื่นหรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีมาตรฐาน

ให้ใช้ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) เป็นวิธีมาตรฐาน อาศัยหลักการวัดค่าฝุ่นละอองโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน (Micron) ได้ร้อยละ 99 แล้วหาน้ำหนักฝุ่นละอองจากแผ่นกรองนั้น การวัดหาค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองให้ทำในบรรยากาศต่างๆ ไป

2. วิธีเทียบเท่า

นอกจากนี้สามารถใช้วิธีตรวจวัดตามที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบเป็นวิธีเทียบเท่า เป็นวิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนได้ดังนี้

2.1 เครื่องวัดระบบเบต้าเร (Beta Ray) อาศัยหลักการฉายรังสีเบต้าไปยังฝุ่นละอองบนแผ่นกรองซึ่งดูดผ่านหัวคัดขนาดสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และวัดความสามารถในการดูดซับรังสีเบต้าเพื่อนำมาแปลงเป็นค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองในบรรยากาศ แสดงดังภาพที่ 8.1-8.2

2.2 เครื่องวัดระบบเทปเปออลิเมนต์ ออสซิลเลตติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) อาศัยหลักการดูดอากาศผ่านหัวคัดขนาดสำหรับฝุ่นละอองไม่เกิน 10 ไมครอน เพื่อให้ฝุ่นละอองตกสะสมบนแผ่นกรองในขณะสั่นสะเทือนและแปลงค่าความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นเป็นค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.3 เครื่องวัดระบบไดโคโทมัส (Dichotomous) อาศัยหลักการดูดอากาศผ่านหัวคัดขนาดสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนให้ตกกระทบกับอุปกรณ์ คัดแยกฝุ่นละอองที่แน่นอน (Virtual Impactor) เพื่อแยกฝุ่นละอองออกเป็นสองขนาด คือ ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และขนาดตั้งแต่ 2.5 ไมครอน แต่ไม่เกิน 10 ไมครอน แล้วนำแผ่นกรองทั้งสองแผ่นมาชั่งหาน้ำหนักรวมของฝุ่นละอองทั้งหมด

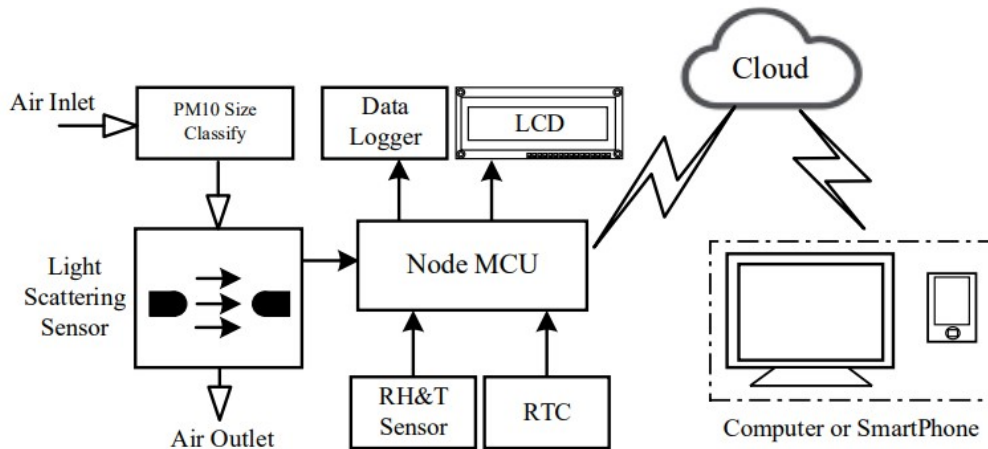
2.4 เครื่องวัดฝุ่นเทคนิคการกระเจิงแสงสามารถวัดฝุ่นละออง PM2.5 และ PM10 ได้ โดยมีหลักการทำงาน คือ ฝุ่นละอองในอากาศถูกดูดเข้ามายังชุดคัดแยกขนาดแบบเสมือน (Virtual Impactor) อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสามารถผ่านเข้าไปในเซ็นเซอร์เทคนิคการกระเจิงแสง และไปยังทางออก ระบบนี้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนจะไม่เข้าไปในเซ็นเซอร์ ทำให้สามารถทำงานได้ยาวนานมากขึ้นเนื่องจากไม่มีฝุ่นขนาดใหญ่สะสมในเซ็นเซอร์ สัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์ถูกประมวลผลและส่งข้อมูลอนุกรมไปยัง Node MCU ฐานข้อมูลเวลมาจาก Real Time Clock, RTC รวมถึงข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ถูกนำมาแสดงผลที่จอภาพ (Liquid Crystal Display: LCD) พร้อมทั้งมีการบันทึกข้อมูลการวัดทั้งหมดลงในการ์ดบันทึกแบบความละเอียดสูง (Data Logger) นอกจากนี้ยังมีการส่งข้อมูลผลการวัดทั้งหมดไปยังระบบคลาวด์ (Cloud) ซึ่งสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนดูผลการวัดนี้ได้ แสดงดังภาพที่ 8.3



ภาพที่ 8.1 สถานีตรวจวัดระบบเบต้าเร (Beta Ray)
ที่มา: พัชราวดี สุวรรณธาดา, (2557)



ภาพที่ 8.2 ระบบเบต้าเร (Beta Ray) ภายในสถานีตรวจวัด
ที่มา: พัชราวดี สุวรรณธาดา, (2557)



ภาพที่ 8.3 แผนภาพการทำงานของเครื่องวัดฝุ่น Dust Boy

ที่มา: ศาสตราจารย์ ปันตา และคณะ, (2561)

ในประเทศไทยตามที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบให้ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ เช่น ระบบเบต้าเร (Beta Ray) ระบบเทปออลิเมนต์ ออสซิลเลตติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) เทคนิคการกระเจิงแสง และระบบไดโซโตมัส (Dichotomous) ทั้งนี้ วิธีการตรวจวัดและวิธีเก็บตัวอย่างตามข้างต้นต้องเป็นไปตาม Federal Equivalent Method (FEM) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency: US EPA) กำหนดด้วย

การตรวจวัดฝุ่นละอองระบบกราวิเมตริกชนิดไฮโวลุ่ม (High Volume Air Sampler)

เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุ่ม ดูดอากาศจำนวนหนึ่งที่วัดปริมาตรแน่นอน เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศ และผ่านกระดาศกรอง ตลอดช่วงการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง โดยกระดาศกรองที่ใช้จะต้องมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน ได้ร้อยละ 99 ชั่งน้ำหนักกระดาศกรอง (หลังจากอบกระดาศกรองเพื่อไล่ความชื้น) ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิ (มวล) ของฝุ่นละอองโดยปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างต้องปรับแก้ค่าตามสภาวะมาตรฐานที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท

1. เครื่องมืออุปกรณ์ และการเตรียมความพร้อม

เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP กับ PM₁₀ ส่วนประกอบของเครื่องจะเหมือนกัน จะต่างกันตรงที่เครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀ เพิ่มหัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ภาพที่ 8.4) ส่วนเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP จะไม่มีหัวคัดขนาดฝุ่น (ภาพที่ 8.5) ส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 8.6-8.9)

1.1.1 หัวคัตขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (สำหรับเครื่อง PM10)

1.1.2 มอเตอร์ สำหรับการดูดอากาศให้ไหลผ่านกระดาษกรอง

1.1.3 เครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder)

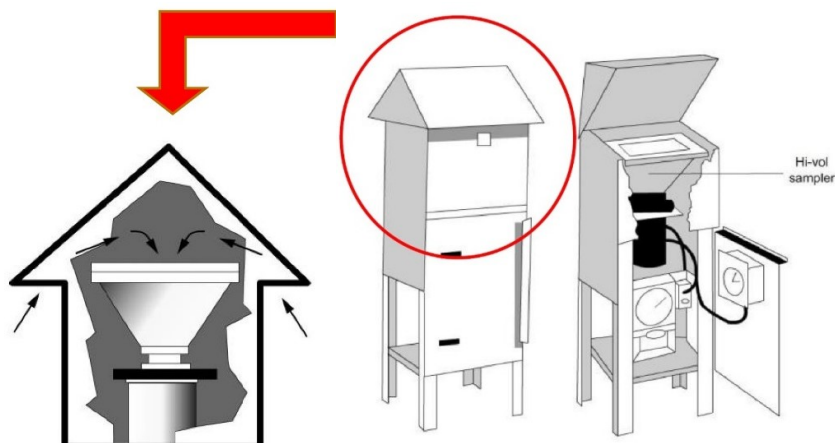
1.1.4 กราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder Chart)

1.1.5 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Control Flow Device)

1.1.6 อุปกรณ์ตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง (Timer)

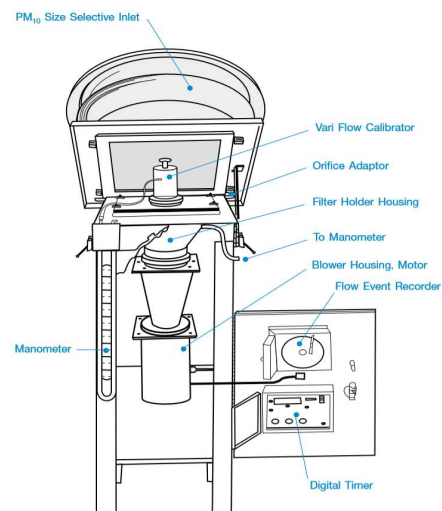
1.1.7 มานอมิเตอร์ (Manometer Water)

1.1.8 บาร์รอมิเตอร์ (Barometer)



ภาพที่ 8.4 เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุ่ม

ที่มา: พิชราวดี สุวรรณธาดา, (2557)

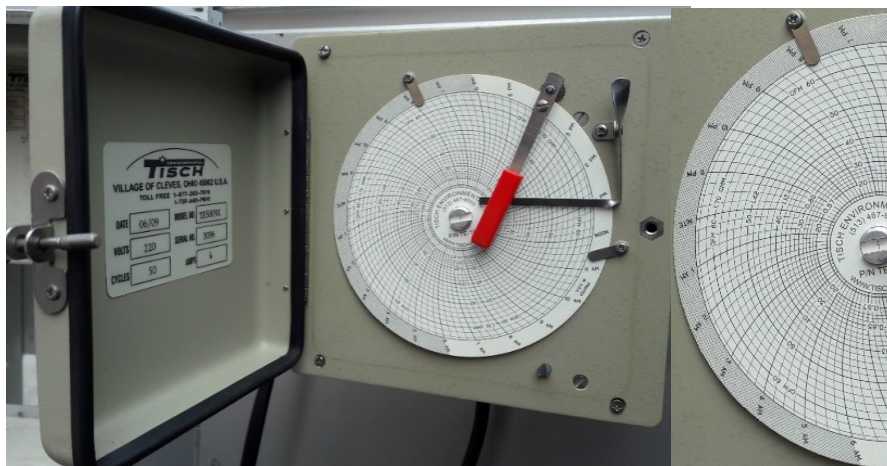


ภาพที่ 8.5 เครื่องเก็บตัวอย่าง PM10 ชนิดไฮโวลุ่ม

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2546)



ภาพที่ 8.6 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Control Flow Device)
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)



ภาพที่ 8.7 เครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder) และกระดาษบันทึก
อัตราการไหลของอากาศ (Recorder Chart)
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)



ภาพที่ 8.8 มาร์นอมิเตอร์ (Manometer Water)

ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.9 บาร์รอมิเตอร์ (Barometer)

ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการการเก็บตัวอย่าง TSP แตกต่างจากการเก็บตัวอย่าง PM10 แค่กระดาศกรองการเก็บตัวอย่าง TSP ใช้กระดาศกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) การ

เก็บตัวอย่าง PM10 ใช้กระดาษกรองใยหิน (Quartz Fiber Filer) ส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ใช้เหมือนกัน (ภาพที่ 8.10-8.13) ประกอบด้วย

- 1.2.1 เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
- 1.2.2 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)
- 1.2.3 สารดูดความชื้น ซิลิกา เจล (Silica Gel)
- 1.2.4 คีมคีบปากแบน (Forceps) เคลือบด้วย Teflon
- 1.2.5 ถุงมือไวนิล ไม่มีแป้ง (Vinyl Non Powdered Gloves) ไว้จับกระดาษกรอง
- 1.2.6 ถุงพลาสติกหรือซองกระดาษ สำหรับบรรจุกระดาษกรอง
- 1.2.7 เครื่องประทับหมายเลขกระดาษกรอง (Running Number)
- 1.2.8 กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filer) ขนาด 8x10 นิ้ว (สำหรับ TSP)
- 1.2.9 กระดาษกรองใยหิน (Quartz Fiber Filer) ขนาด 8x10 นิ้ว (สำหรับ PM10)



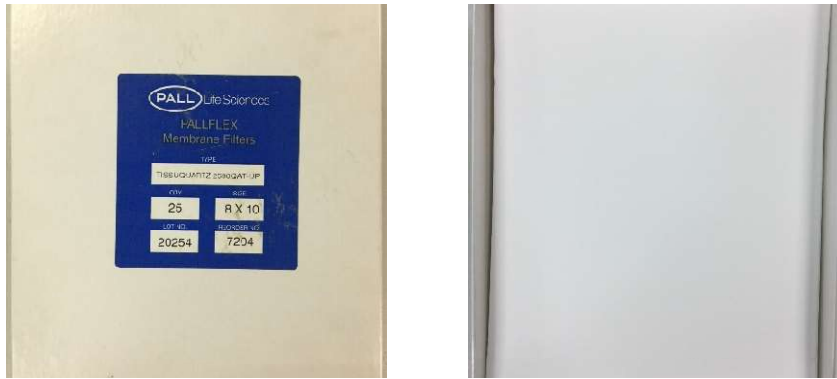
ภาพที่ 8.10 เครื่องชั่งไฟฟ้าและตำแหน่งปรับระดับหลังเครื่อง
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)



ภาพที่ 8.11 ตู้ดูดความชื้นและเครื่องวัดความชื้น
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)



ภาพที่ 8.12 กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) ขนาด 8x10 นิ้ว และปากคีบ (Forceps)
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)



ภาพที่ 8.13 กระดาษกรองใยหิน (Quartz Fiber Filter) ขนาด 8x10 นิ้ว
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

1.3 การเตรียมกระดาษกรองก่อนนำกระดาษกรองไปเก็บตัวอย่างต้องมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษกรอง ดังนี้

1.3.1 ตรวจสอบกระดาษกรอง ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) ขนาด 8x10 นิ้ว ในการเก็บตัวอย่าง TSP ใช้กระดาษกรองใยหิน (Quartz Fiber Filter) ขนาด 8x10 นิ้ว ในการเก็บตัวอย่าง PM₁₀ (การเก็บตัวอย่างให้ใช้ด้านที่มีรูพรุนมากกว่าอยู่ด้านบน)

2) ตรวจสอบความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองกรองไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้นหากพบว่ากระดาษกรองมีความบกพร่องดังกล่าวจะไม่นำมาใช้เก็บตัวอย่าง

3) กำหนดรหัสหมายเลขกระดาษกรอง โดยกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อแสดงรายละเอียดของกระดาษกรอง วัน/เดือน/ปี ที่ใช้กระดาษกรอง ชนิดของกระดาษกรอง และบันทึกรายละเอียดไว้ด้านที่ไม่ใช้เก็บตัวอย่าง (ด้านหลัง)

1.1.4 การดูความชื้นออกจากกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

1) สภาวะแวดล้อมสำหรับการดูความชื้นกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่างความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน $\pm 5\%$ อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้ เปลี่ยนแปลงเกิน ± 3 องศาเซลเซียส

2) ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูความชื้นทุกครั้ง

3) นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูความชื้น (ซิลิกาเจลที่ดูความชื้นไว้มากๆจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วงหรือน้ำตาลเข้ม สามารถนำไปอบที่อุณหภูมิ 150-170 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ก็สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้)

4) วางกระดาษกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้นโดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้นอบกระดาษกรอง อย่างน้อย 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 8.14)

1.1.5 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

1) เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้ อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 2) ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
 3) สอบเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มน้ำหนักมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ให้ยกเลิกการชั่งแล้วหาเครื่องชั่งที่ได้มาตรฐานมาใช้แทนเครื่องนั้น

4) นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก กระดาษกรองมีขนาดใหญ่กว่าเครื่องชั่งจึงมีจำเป็นต้องพับเป็นสี่ส่วนก่อน เพื่อให้เข้าเครื่องชั่งได้แต่ระวังอย่าให้กระดาษกรองขาด (ภาพที่ 8.15)

5) บันทึกน้ำหนักกระดาษกรอง ใส่กระดาษกรองในถุงซิปล็อคเพื่อเตรียมสำหรับเก็บตัวอย่างในภาคสนามต่อไป



ภาพที่ 8.14 ตู้ดูดความชื้นกระดาษกรอง

ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.15 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง

ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP กับ PM₁₀ ส่วนประกอบของเครื่องจะเหมือนกัน จะต่างกันตรงที่ เครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀ เพิ่มหัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ส่วนเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP จะไม่มีหัวคัดขนาดฝุ่น เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการการเก็บตัวอย่าง TSP แตกต่างจากการเก็บตัวอย่าง PM₁₀ แต่กระดาษกรองการเก็บตัวอย่าง TSP ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) การเก็บตัวอย่าง PM₁₀ ใช้กระดาษกรองใยหิน (Quartz Fiber Filter) ส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ใช้เหมือนกัน

2. การตรวจวัดฝุ่นละออง TSP และ PM₁₀

การตรวจวัดฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละออง (TSP) เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศดูดอากาศจำนวนหนึ่งที่วัดปริมาตรแน่นอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน ที่ปะปนอยู่ในอากาศจะเข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศ ส่วนขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน จะมีน้ำหนักกว่าจึงหนีแรงดึงดูดของอากาศและตกลงสู่พื้นตามแรงดึงดูด ฝุ่นละอองที่ผ่านช่องทางอากาศจะไหลผ่านกระดาษกรองจึงติดอยู่บนกระดาษกรองทั้งหมด ส่วนการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไอโวลูม ดูดอากาศในบรรยากาศด้วยอัตราการไหลคงที่เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศที่ได้รับการออกแบบพิเศษเพื่อให้สามารถคัดขนาดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและถูกรวบรวมไว้บนกระดาษกรอง ตลอดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง (24 ชั่วโมง) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่าง สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งมากพอที่จะไม่ดูดเอาฝุ่นละอองจากพื้นเข้าไปด้วย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่คาดการณ์ว่าจะ

เกิดมลพิษสูงสุด ตำแหน่งของผู้ที่ได้รับผลกระทบ และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ หลักเกณฑ์ทั่วไปในการเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างมีดังนี้

2.1.1 ควรติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างให้ห่างจากกันเสาอย่างน้อย 2 เมตร และอย่างน้อย 10 เมตร กรณีมีต้นไม้เป็นสิ่งกีดขวาง

2.1.2 ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น อาคารอย่างน้อย 2 เท่า ของความสูงของสิ่งกีดขวางที่โผล่เหนือช่องทางเข้าอากาศนั้น

2.1.3 รอบช่องทางเข้าอากาศ ต้องไม่มีอะไรกีดขวางการไหลของอากาศ

2.1.4 เครื่องเก็บตัวอย่างไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีปล่องเตาหลอมโลหะหรือเตาเผาขยะ

2.1.5 ถ้าต้องการตรวจวัดจากยานพาหนะ ให้ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างใกล้ถนนที่มีรถติดมากที่สุดและในถนนที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูง

2.2 ดำเนินการเก็บตัวอย่าง

2.2.1 ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างให้อยู่แนวระนาบและยึดขาตั้งเครื่องให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องล้ม

2.2.2 ใส่กระดาษกรองบนตะแกรงสำหรับกระดาษกรองโดยให้หงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น จัดวางกระดาษกรองให้สมดุลกับตะแกรง และที่จับกระดาษกรอง ตรวจสอบเช็คจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (ภาพที่ 8.16)

2.2.3 ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศในเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

2.2.4 ปิดฝาด้านบน เปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง ตั้งเวลาเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงปรับอัตราการไหลของอากาศ (ภาพที่ 8.17) บันทึกเวลาเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความกดของอากาศด้วยบารอมิเตอร์ (Barometer) ปิดประตุน้ำเครื่อง (ภาพที่ 8.18)

2.2.5 สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial Filter Pressure: $P_{f(i)}$) โดยอ่านค่าจากมาร์โนมิเตอร์ที่ต่อกับ Pressure Tap ที่อยู่ที่ชั้นวางกระดาษกรอง

2.2.6 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงานและบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final Filter Pressure: $P_{f(f)}$)

2.2.7 นำกระดาษกรองออกจากเครื่อง พับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาว ให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากันใส่กระดาษกรองในถุงซิปลง เพื่อนำกลับไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการต่อไป



ภาพที่ 8.16 การติดตั้งกระตาดากรองลงบนตะแกรงของเครื่องเก็บตัวอย่าง
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.17 ปรับอัตราการไหลของอากาศ
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.18 เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP (ซ้าย) PM10 (ขวา) เก็บตัวอย่าง 24 ชม.
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

2.3 การดูความชื้นกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

2.3.1 สภาวะแวดล้อมสำหรับการดูความชื้นกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง คือ ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน $\pm 5\%$ อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน $\pm 3\%$ องศาเซลเซียส

2.3.2 ก่อนดูความชื้นกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูความชื้นทุกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของอนุภาคอื่นๆ

2.3.3 นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูความชื้น

2.3.4 คลี่รอยพับครึ่งของกระดาษกรองออก และวางบนชั้นวางของตู้ดูความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น (ภาพที่ 8.19)

2.3.5 ดูความชื้นกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมงเมื่อครบ 24 ชั่วโมง ให้พับกระดาษกรองตามแนวเดิม เพื่อเตรียมไปชั่งน้ำหนักต่อไป



ภาพที่ 8.19 ลักษณะกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างและนำใส่ตู้การดูความชื้น
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

2.4 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

2.4.1 เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้ อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

2.4.2 ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4ตำแหน่ง)

2.4.3 สอบเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มน้ำหนักมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิม ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ให้ยกเลิกการชั่งน้ำหนัก แล้วใช้เครื่องชั่งที่ได้มาตรฐานแทน

2.4.4 นำกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้ว มาชั่งน้ำหนัก

2.4.5 บันทึกน้ำหนักกระดาษกรอง ลงบนซองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อไป

การสอบเทียบ (Calibration) เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP

การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโดรลูมิคเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิด ไฮโดรลูมิค จะมี 2 ประเภท คือ เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโดรลูมิคที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ และเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโดรลูมิคที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ (Volumetric Flow Controller: VFC) ในการสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่างดังกล่าวจะดำเนินการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านการสอบเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard) และได้รับการรับรองจากผู้ผลิตแล้ว ที่เรียกว่าชุดสอบเทียบ Orifice Flow Rate Transfer Standard หรือ Calibration Orifice โดยชุดสอบเทียบ Orifice มีอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ Orifice เป็นกระบอกโลหะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เซนติเมตร ยาว 15.9 เซนติเมตร มีรูเปิดที่ปลายด้านหนึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 เซนติเมตร และ Resistance Plates เป็นแผ่นต้านทานการไหลของอากาศจำนวน 5 แผ่น แต่ละแผ่น มีจำนวนรูเปิดต่างกัน ตั้งแต่ 5,7,10,13 และ 18 รู (ภาพที่ 8.18) ขั้นตอนการสอบเทียบมีดังนี้



ภาพที่ 8.20 ชุดสอบเทียบ Orifice Flow Rate Transfer Standard ประกอบด้วยกระบอกโลหะ และแผ่นต้านทานการไหลของอากาศจำนวน 5 แผ่น

1. การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดนี้ เป็นการสอบเทียบเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างด้วยชุดสอบเทียบ Orifice ที่มีขั้นตอนการสอบเทียบดังนี้

 - 1.1 ตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศ
 - 1.2 เปิดฝาบานของเครื่องเก็บตัวอย่าง คลายน็อตที่ยึดแผ่นหน้าของกระดาษกรอง (Face Plate) แล้วเอาแผ่นหน้าที่ยึดกระดาษกรองดังกล่าวออก
 - 1.3 ติดตั้งระบบการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง (ภาพที่ 8.18)
 - 1.4 ตรวจสอบเช็คการเชื่อมต่อและการอุดตันหรือหักงอของหักงอของท่อต่อ ระหว่างเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศกับ Pressure Tap ที่อยู่ด้านล่างของมอเตอร์
 - 1.5 ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ
 - 1.6 ตรวจสอบเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบโดยใช้ฝามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิวป์ปิดปลายท่อที่ใช้สำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์แล้วเปิดมอเตอร์ ไม่ควรเปิดมอเตอร์ขณะที่อุดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice ออก เกิน 15 วินาที เพราะอาจจะทำให้มอเตอร์ไหม้ได้
 - 1.7 สังเกตการรั่วของอากาศที่ไหลผ่านกระบอกใส่มอเตอร์ด้านล่างเครื่องแล้วตรวจสอบเช็คการหักงอหรือฉีกขาดของจุดเชื่อมต่อกับมาร์นอมิเตอร์ เปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ ปล่อยให้อากาศไหลผ่าน
2. การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดนี้ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศจริงของ V_{fc} (Look Up Table) ที่ผ่านการรับรองจากผู้ผลิตกับสถานภาพของ Critical Venture ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศในเครื่องเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ คือ ชุดสอบเทียบ Orifice อุปกรณ์อื่นๆ คือ มาร์นอมิเตอร์ (Manometer Water) บาร์รอมิเตอร์ (Barometer) ขั้นตอนดำเนินการสอบเทียบมีดังนี้

 - 2.1 ติดตั้งระบบการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง (ภาพที่ 8.19)
 - 2.2 วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรกลงตรงกลางระหว่าง Orifice กับที่จับกระดาษกรอง และทำการรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด
 - 2.3 เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อดูความสมบูรณ์ของมอเตอร์ (ฟังเสียงเดินเรียบและสม่ำเสมอ ไม่มีกลิ่นเหม็นไหม้)
 - 2.4 ตรวจสอบเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบโดยใช้ฝามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิวป์ปิดปลายท่อสำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์แล้วเปิดมอเตอร์
 - 2.5 สังเกตการรั่วไหลของอากาศที่ผ่านกระบอกใส่มอเตอร์ด้านล่างของเครื่อง

2.6 ตรวจสอบการหักงอของจุดเชื่อมต่อของมาร์นอมิเตอร์โดยหมุนเปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ให้อากาศไหลผ่าน สังเกตการไหลของเหลวในท่อเลื่อนสเกลของมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้อยู่ตรงกับระดับของเหลวในท่อต่อมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้ตรงกับระดับของเหลวของในท่อต่อมาร์นอมิเตอร์ชุดแรก เข้ากับ Orifice และต่อมาร์นอมิเตอร์อีกหนึ่งชุดเข้ากับ Pressure Tap เข้ากับขั้วกระดาศกรอง

2.7 อ่านและบันทึกข้อมูลอื่นๆ ลงแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับการสอบเทียบ VFC เช่น วันที่สถานที่ ผู้ดำเนินการ หมายเลข/รุ่นของ VFC อุณหภูมิ ความกดอากาศ และหมายเลขของ Orifice เป็นต้น

2.8 ปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่าน Orifice (Pressure tap: ΔH) อ่านค่าจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Orifice และบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาศกรอง (P_f) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Pressure Tap ใต้ชั้นวางกระดาศกรอง (ภาพที่ 8.20-8.21) อ่านค่าอัตราการไหลของอากาศจากกราฟวงกลม กรณีบริษัทผู้ผลิตมีตารางการคำนวณมาให้ก็สามารถนำไปใส่โปรแกรมตาม (ตารางที่ 8.4) หรือถ้าไม่มีโปรแกรมก็เตรียมไว้เพื่อนำไปคำนวณ (ในหัวข้อการวิเคราะห์) ต่อไป

2.9 ปิดมอเตอร์แล้ววางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไปแล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจนครบทั้ง 5 แผ่น

2.10 ปิดมอเตอร์ แล้วนำเอา Orifice ออกจากเครื่องเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 8.21 การติดตั้งชุด Orifice กับเครื่อง TSP และต่อชุด Orifice กับมาร์นอมิเตอร์
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.22 บันทึกค่าความกดอากาศด้วยมาร์นอมิเตอร์ (Manometer Water)
 ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.23 เริ่มสอบเทียบบันทึกค่าจากมาร์นอมิเตอร์ และกระดาษกราฟวงกลม
 ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

ตารางที่ 8.4 การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP จากโปรแกรมสอบเทียบของบริษัทผู้ผลิต

Tisch Environmental, Inc. TSP Sampler Calibration (Dickson recorder)						
SITE						
Location: Cleves, Ohio			Date: Sep 2017			
Sampler: TE-5170 MFC			Tech: Jim Tisch			
CONDITIONS						
Barometric Pressure (in Hg):		29.43	Corrected Pressure (mm Hg):		748	
Temperature (deg F):		69	Temperature (deg K):		294	
Average Press. (in Hg):		29.43	Corrected Average (mm Hg):		748	
Average Temp. (deg F):		69	Average Temp. (deg K):		294	
CALIBRATION ORIFICE						
Make: Tisch			Qstd Slope: 2.01000			
Model: TE-5028A			Qstd Intercept: -0.02003			
Serial#: 5			Date Certified: Original			
CALIBRATIONS						
Plate or Test #	H2O (in)	Qstd (m ³ /min)	I (chart)	IC (corrected)	LINEAR REGRESSION	
1	11.50	1.696	46.0	45.96	Slope = 39.2991	
2	9.50	1.542	36.0	35.97	Intercept = -23.0613	
3	7.40	1.362	29.0	28.98	Corr. coeff. = 0.9911	
4	4.70	1.088	19.0	18.99		
5	2.90	0.857	12.0	11.99	# of Observations: 5	

หมายเลข 1 ค่าความกดอากาศอ่านค่าจากบาร์โรมิเตอร์ (Barometer)

หมายเลข 2 ค่า Slope, ค่า Intercept อ่านจากใบรับรองการสอบเทียบ

หมายเลข 3 ค่าความกดของอากาศขณะสอบเทียบอ่านจากมาร์ทโนมิเตอร์ (Manometer Water)

หมายเลข 4 ค่าอัตราการไหลของอากาศอ่านจากกราฟบันทึก (Recorder Chart)

หมายเลข 5 ผลการสอบเทียบตั้งแต่ 0.98 มีความแม่นยำสูง

การตรวจวัดฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละออง (TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) มีขั้นตอนการดำเนินงานเหมือนกัน ประกอบด้วย การเตรียมความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ การดูความขึ้นกระดาศกรองก่อน-หลัง การเก็บตัวอย่าง การซั้งกระดาศกรองก่อน-หลัง การเก็บตัวอย่าง การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างและการติดตั้งที่มั่นคงแข็งแรง และการวิเคราะห์สรุปและรายงานผล

การสอบเทียบ (Calibration) เครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀

เครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀ ชนิดไฮโดรลิก จะมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ (Volumetric Flow Controller: VFC) ในการสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่างดังกล่าวจะดำเนินการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านการสอบเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard) และได้รับการรับรองจากผู้ผลิตแล้ว ที่เรียกว่าชุดสอบเทียบ Orifice Flow Rate Transfer Standard หรือ Calibration Orifice โดยชุดสอบเทียบ Orifice มีอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ Orifice เป็นกระบอกโลหะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เซนติเมตร ยาว 15.9 เซนติเมตร มีรูเปิดที่ปลายด้านหนึ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 เซนติเมตร Resistance Plates เป็นแผ่นต้านทานการไหลของอากาศจำนวน 5 แผ่น แต่ละแผ่น มีจำนวนรูเปิดต่างกัน ตั้งแต่ 5,7,10,13 และ 18 รู หรือ 10,13,18,22 และ 24 รู (ภาพที่ 8.22) ขั้นตอนดำเนินการสอบเทียบมีดังนี้



ภาพที่ 8.24 ชุดสอบเทียบ Orifice Flow Rate Transfer Standard ประกอบด้วยกระบอกโลหะ และแผ่นต้านทานการไหลของอากาศจำนวน 5 แผ่น

1. ทำการติดตั้งระบบการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง (ภาพที่ 8.23)
2. วางแผนด้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรกลงตรงกลางระหว่าง Orifice กับที่จับกระดาษกรอง และทำการรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด
3. ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ
4. เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อดูความสมบูรณ์ของมอเตอร์ (ฟังเสียงเดินเรียบและสม่ำเสมอ ไม่มีกลิ่นเหม็นไหม้)
5. ตรวจสอบเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบโดยใช้ฝามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิ้วโป้งปิดปลายท่อสำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์แล้วเปิดมอเตอร์
6. สังเกตการรั่วไหลของอากาศที่ผ่านกระบอกใส่มอเตอร์ด้านล่างของเครื่อง
7. ตรวจสอบเช็คการหักงอของจุดเชื่อมต่อของมาร์นอมิเตอร์โดยหมุนเปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ให้อากาศไหลผ่าน สังเกตการไหลของเหลวในท่อเลื่อนสเกลของมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้อยู่ตรงกับระดับของเหลวในท่อต่อมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้ตรงกับระดับของเหลวของในท่อต่อมาร์นอมิเตอร์ชุดแรกเข้ากับ Orifice และต่อมาร์นอมิเตอร์อีกหนึ่งชุดเข้ากับ Pressure Tap เข้ากับขั้วกระดาษกรอง (ภาพที่ 8.24)
8. อ่านและบันทึกข้อมูลอื่นๆ ต่างๆ ลงแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับการสอบเทียบ VFC เช่น วันที่สถานที่ ผู้ดำเนินการ หมายเลข/รุ่นของ VFC อุณหภูมิ ความกดอากาศ และหมายเลขของ Orifice เป็นต้น
9. เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่าน Orifice (Pressure Tap: ΔH) อ่านค่าจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Orifice และบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Pressure Tap ได้ชั้นวางกระดาษกรอง อ่านค่าอัตราการไหลของอากาศจากกระดาษกราฟวงกลมกรณีบริษัทผู้ผลิตมีตารางการคำนวณมาให้ก็สามารถนำไปใส่โปรแกรมตาม (ตารางที่ 8.5) หรือถ้าไม่มีโปรแกรมก็เตรียมไว้เพื่อนำไปคำนวณ (ในหัวข้อการวิเคราะห์) ต่อไป
10. ปิดมอเตอร์แล้ววางแผนด้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไปแล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจนครบทั้ง 5 แผ่น
11. ปิดมอเตอร์ แล้วนำเอา Orifice ออกจากเครื่องเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 8.25 การติดตั้งชุด Orifice กับเครื่อง PM10
 ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 8.26 การติดตั้งชุด Orifice กับมาร์นอมิเตอร์
 ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

ตารางที่ 8.5 การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀ จากโปรแกรมสอบเทียบของบริษัทผู้ผลิต

Tisch Environmental, Inc. PM ₁₀ High Volume Sampler Calibration					
SITE					
Location:	Cleves, Ohio	Date:	Feb 2017		
Sampler:	TE-6070 PM ₁₀	Tech:	Jim Tisch		
CONDITIONS					
Barometric Pressure (in Hg):	30.07	Corrected Pressure (mm Hg):	764		
Temperature (deg F):	78	Temperature (deg K):	299		
Average Press. (in Hg):	30.07	Corrected Average (mm Hg):	764		
Average Temp. (deg F):	78	Average Temp. (deg K):	299		
CALIBRATION ORIFICE					
Make:	Tisch Environmental, Inc	Slope:	1.26034		
Model:	TE-5028A	Intercept:	-0.00453		
Serial#:	3	Date Certified:	Original		
CALIBRATION					
Plate or Test #	H ₂ O (in)	Q _a (m ³ /min)	I (chart)	IC (corrected)	LINEAR REGRESSION
1	11.00	1.650	56.0	35.04	Slope = 27.0850
2	9.50	1.534	50.0	31.28	Intercept = -9.9114
3	7.00	1.317	43.0	26.90	Corr. coeff. = 0.9900
4	6.10	1.230	35.0	21.90	SFR = 1.130
5	4.00	0.996	28.0	17.52	SSP = 33.08
					# of Observations: 5

หมายเลข 1 ค่าความกดอากาศอ่านค่าจากบารโรมิเตอร์ (Barometer)

หมายเลข 2 ค่า Slope, ค่า Intercept อ่านจากใบรับรองการสอบเทียบ

หมายเลข 3 ค่าความกดของอากาศขณะสอบเทียบอ่านจากม้านอมิเตอร์ (Manometer Water)

หมายเลข 4 ค่าอัตราการไหลของอากาศอ่านจากกราฟบันทึก (Recorder Chart)

หมายเลข 5 ผลการสอบเทียบตั้งแต่ 0.98 มีความแม่นยำสูง

หมายเลข 6 อัตราการไหลของอากาศที่นำไปปรับเมื่อเก็บตัวอย่างจริง

การสอบเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀ จะดำเนินการสอบเทียบด้วยชุดสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านการสอบเทียบกับมาตรฐานปฐม (Primary Standard) และได้รับการรับรองจากผู้ผลิตแล้ว ที่เรียกว่าชุดสอบเทียบ Orifice Flow Rate Transfer Standard หรือ Calibration Orifice ดังนั้นระหว่างการสอบเทียบ จะต้องใช้ความระมัดระวังและปฏิบัติตามคู่มือการสอบเทียบโดยละเอียด เพื่อให้ผลการสอบเทียบถูกต้องในครั้งเดียวและตรงตามมาตรฐาน

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. คำนวณหาปริมาณอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP

1.1 คำนวณปริมาณอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

1.1.1 นำข้อมูลผลการสอบเทียบจากภาคสนามมาคำนวณ

1.1.2 เช็คข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ประกอบด้วยค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) m (ความชัน) และ b (Intercept) จากข้อมูลผลการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดสอบเทียบ Orifice

1.1.3 คำนวณอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดสอบเทียบ Orifice (Q_{std}) โดยสมการที่ (8.1)

$$Q_{std} = 1/m * [\Delta H * (P_a/P_{std}) * (T_{std}/T_a)]^{1/2} - b \dots\dots\dots(8.1)$$

เมื่อ

Q_{std} เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดสอบเทียบ Orifice

(ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

ΔH เป็น Pressure tap เมื่อผ่าน Orifice (นิ้วน้ำ (in H₂O))

T_a เป็นอุณหภูมิขณะสอบเทียบ (องศาเซลเซียส (องศาเซลเซียส + 273))

P_a เป็นความกดของอากาศขณะสอบเทียบ (มิลลิเมตรปรอท (mm Hg))

T_{std} เป็นอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเซลเซียส)

P_{std} เป็นความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

b เป็น Intercept จาก Calibration curve ชุดสอบเทียบ Orifice

(จากใบรับรองการสอบเทียบ)

m เป็นความชัน จาก Calibration curve ชุดสอบเทียบ Orifice

(จากใบรับรองการสอบเทียบ)

1.1.4 คำนวณอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

1) สอบเทียบที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Transformed Recorder Chart Reading: IT) ไปที่ความกดของอากาศเฉลี่ยตามภูมิภาค (P_s) และอุณหภูมิเฉลี่ยตามฤดูกาล (T_s) โดยสมการที่ (8.2)

$$IT = I \left[\left(\frac{P_a}{P_s} \right) \left(\frac{T_s}{T_a} \right) \right]^{1/2} \dots\dots\dots(8.2)$$

เมื่อ

IT เป็นค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศที่ได้ปรับแก้ค่าแล้ว (Transformed Recorder Chart Reading)

I เป็นค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

P_a เป็นความกดอากาศในบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

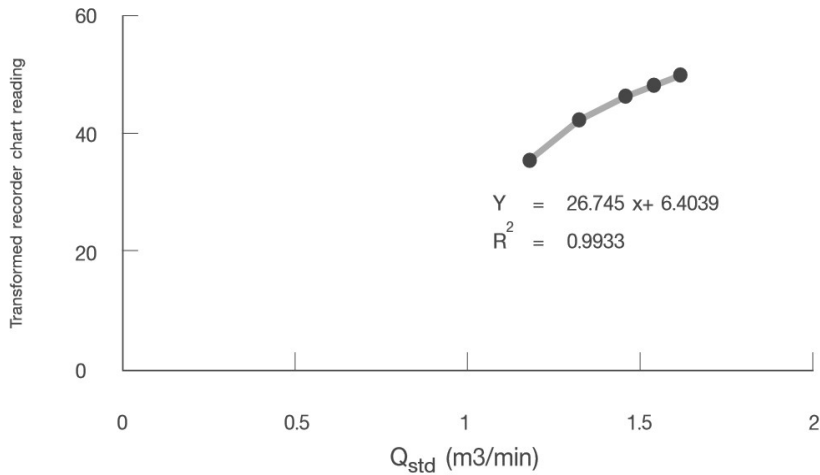
P_s เป็นความกดอากาศเฉลี่ยตามภูมิภาค (มิลลิเมตรปรอท)

T_s เป็นอุณหภูมิในบรรยากาศ (องศาเซลเซียส)

T_a เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยตามฤดูกาล (องศาเซลเซียส)

2) พล็อตกราฟอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดสอบเทียบ Orifice (Q_{std}) ที่

คำนวณได้บนแกน X และค่า IT บนแกน Y ดังตัวอย่าง



จากนั้นจะได้สมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังสมการที่ (8.3)

$$IT = m [Q_{std}] + b \dots\dots\dots(8.3)$$

1.1.4.3 หอัตรการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง โดยนำค่าที่อ่านได้จากกราฟวงกลมที่บันทึกอัตราการไหลของอากาศ (I) ไปเทียบกับสมการการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_{std} กับ IT คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ใช้เก็บตัวอย่างโดยสมการที่ (8.4)

$$V_{std} = Q_{std} \cdot t \dots\dots\dots (8.4)$$

เมื่อ

V_{std} เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

Q_{std} เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

t เป็นเวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที)

1.2 การคำนวณปริมาตรอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง TSP ที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

1.2.1 นำข้อมูลสอบเทียบจากภาคสนาม (แบบฟอร์มที่ 3 ภาคผนวก 3) มาคำนวณ

1.2.2 เช็ข้อมูลสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) m (ความชัน) และ b (Intercept) จากข้อมูลผลการสอบเทียบอัตราการไหลอากาศมาตรฐานของ Orifice จากใบรับรองการสอบเทียบของ Orifice

1.2.3 คำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice $Q_{a(Orifice)}$ ดังสมการที่ (8.5)

$$Q_{a(Orifice)} = 1/m \cdot \left([\Delta H \cdot (T_a/P_a)]^{1/2} - b \right) \dots\dots\dots (8.5)$$

เมื่อ

$Q_{a(Orifice)}$ เป็นอัตราการไหลอากาศที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice (ลูกบาศก์เมตร/นาที)
 ΔH เป็น Pressure Drop เมื่อผ่าน Orifice (นิ้วน้ำ)

T_a เป็นอุณหภูมิในบรรยากาศขณะสอบเทียบ(องศาเซลเซียส)

P_a เป็นความกดอากาศในบรรยากาศขณะสอบเทียบ(มิลิเมตรปรอท)

b เป็น Intercept จาก Calibration Curve ชุดสอบเทียบ Orifice (จากใบรับรองการสอบเทียบ)

m เป็นความชัน จาก Calibration Curve ชุดสอบเทียบ Orifice (จากใบรับรองการสอบเทียบ)

1.2.4 ในการคำนวณหาปริมาณอากาศจากการเก็บตัวอย่างตามปกติ (P_f) จะคำนวณได้จากสมการที่ (8.6)

$$P_f = [P_{f(I)} + P_{f(F)}] / 2 \dots\dots\dots(8.6)$$

เมื่อ

P_f เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (นิ้วน้ำ)

P_{f(I)} เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial Filter Pressure) (นิ้วน้ำ)

P_{f(F)} เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษหลังเก็บตัวอย่าง (Final Filter Pressure) (นิ้วน้ำ)

1.2.5 เปลี่ยนหน่วยของความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) จากนิ้วน้ำ เป็น มิลลิเมตรปรอท โดยสมการที่ (8.7)

$$P_f = 25.4 (\text{in. H}_2\text{O} / 13.6) \dots\dots\dots(8.7)$$

1.2.6 คำนวณค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง โดยสมการที่ (8.8)

$$P_1 = P_a - P_f \dots\dots\dots(8.8)$$

เมื่อ

P₁ เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง (มิลลิเมตรปรอท)

P_a เป็นความกดอากาศบรรยากาศ มีหน่วยเป็น (มิลลิเมตรปรอท)

P_f เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองที่วัดได้ (มิลลิเมตรปรอท)

1.2.7 คำนวณและบันทึกค่า Pressure Ratio

$$\text{Pressure Ratio} = P_1 / P_a$$

ตัวอย่าง เช่น Pressure Ratio = 749.0 / 764.5 = 0.980

1.2.8 นำ Pressure Ratio ที่คำนวณได้ และอุณหภูมิในบรรยากาศ (T_a) เปิดหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างจาก Look up table (Q_{a(sampler:Look up table)}) ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 8.5 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของ VFC จาก Look Up Table มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/นาที

P ₁ /P _a	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	26	28	30	32
0.978	1.189	1.193	1.197	1.200
0.979	1.191	1.194	1.198	1.201
0.980	1.192	1.196	1.199	1.203
0.961	1.193	1.197	1.200	1.204
0.982	1.195	1.198	1.202	1.205

ตัวอย่าง นำ Pressure Ratio ที่คำนวณได้ (0.980) ไปเปิดใน Look up table ที่

อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง =1.196 ลูกบาศก์เมตร/นาที

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง =1.199 ลูกบาศก์เมตร/นาที

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = (1.196 + 1.199)/2

= 1.198 ลูกบาศก์เมตร/นาที

1.2.9 คำนวณหาร้อยละความแตกต่าง (%Difference) ระหว่างอัตราการไหลของอากาศ

ที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice (Q_{a(Orifice)}) กับอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บ

ตัวอย่าง (Q_{a(sampler:Look up table)}) โดยใช้สมการที่ (8.9)

$$(\%Difference) = \frac{Q_{a(sampler)} - Q_{a(orifice)}}{Q_{a(orifice)}} \times 100 \dots \dots \dots (8.9)$$

หากร้อยละความแตกต่างที่คำนวณได้ไม่เกิน ± 3% แสดงว่า Look up table ถูกต้อง สามารถใช้ในการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่างได้ หากเกิน ± 3% ให้ทำการสอบเทียบใหม่อีกครั้งโดยกำหนดให้

แกน X คือ Q_{a(orifice)} / (T_a)^{1/2}

แกน Y คือ (P₁/P_a)

1.2.10 ปรับแก้ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (Q_{a(sampler)}) ให้เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (Q_{std}) ที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการที่ (8.9)

$$Q_{(std)} = Q_{a(sampler)} * (P_a/P_{std}) * (T_{std}/T_a) \dots \dots \dots (8.10)$$

เมื่อ

$Q_{(std)}$ เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท และอุณหภูมิ 298 องศาเซลเซียส) (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

$Q_{a(sampler)}$ เป็นอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

P_a เป็นความกดอากาศบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

P_{std} เป็นความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

T_a เป็นอุณหภูมิในบรรยากาศขณะสอบเทียบ (องศาเซลเซียส)

T_{std} เป็นอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเซลเซียส)

1.2.11 คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดในการเก็บตัวอย่าง (V_{std}) สมการที่ (8.11)

$$V_{std} = Q_{std} * t \dots \dots \dots (8.11)$$

เมื่อ

V_{std} เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

Q_{std} เป็นอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

t เป็นเวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที)

1.3 การคำนวณหาความเข้มข้นของ TSP โดยสมการที่ (8.12)

$$\text{ความเข้มข้นของ TSP} = \left(\text{มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร} \right) = \frac{(w_f - w_i) * 10^3}{V_{std}} \dots \dots \dots (8.12)$$

เมื่อ

w_f เป็นน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

w_i เป็นน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V_{std} เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

10^3 เป็นการแปลงหน่วยจาก กรัม เป็น มิลลิกรัม

2. การคำนวณหาปริมาณอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀

2.1 นำข้อมูลสอบเทียบจากภาคสนามมาคำนวณ

2.2 เช็คข้อมูลสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) m (ความชัน) และ b (Intercept) จากข้อมูลผลการสอบเทียบอัตราการไหลอากาศมาตรฐานของ Orifice จากใบรับรองการสอบเทียบของ Orifice

2.3 คำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice $Q_{a(Orifice)}$ ด้วยสมการที่ (8.13)

$$Q_{a(Orifice)} = 1/m * ([\Delta H * (T_a/P_a)]^{1/2} - b) \dots\dots\dots(8.13)$$

เมื่อ

$Q_{a(Orifice)}$ เป็นอัตราการไหลอากาศที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

ΔH เป็น Pressure Drop เมื่อผ่าน Orifice (นิ้วน้ำ)

T_a เป็นอุณหภูมิในบรรยากาศ ขณะสอบเทียบ (องศาเซลเซียส)

P_a เป็นความกดอากาศในบรรยากาศ ขณะสอบเทียบ (มิลิเมตรปรอท)

b เป็น Intercept จาก Calibration Curve ชุดสอบเทียบ Orifice (จากใบรับรองการสอบเทียบ)

m เป็นความชัน จาก Calibration Curve ชุดสอบเทียบ Orifice (จากใบรับรองการสอบเทียบ)

2.4 ในการคำนวณหาปริมาณอากาศจากการเก็บตัวอย่างตามปกติ นั้น (P_f) จะคำนวณได้จากสมการที่ (8.14)

$$P_f = [P_{f(I)} + P_{f(F)}] / 2 \dots\dots\dots(8.14)$$

เมื่อ

P_f เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (นิ้วน้ำ)

$P_{f(I)}$ เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial filter pressure) (นิ้วน้ำ)

$P_{f(F)}$ เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure) (นิ้วน้ำ)

2.5 เปลี่ยนหน่วยของความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) จากนิ้วน้ำ เป็นมิลิเมตรปรอท โดยสมการที่ (8.15)

$$P_f = 25.4 (in. H_2O / 13.6) \dots\dots\dots(8.15)$$

2.6 คำนวณค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง โดยสมการที่ (8.16)

$$P_1 = P_a - P_f \dots \dots \dots (8.15)$$

เมื่อ

P_1 เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง (มิลลิเมตรปรอท)

P_a เป็นความกดอากาศบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

P_f เป็นความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองที่วัดได้ (มิลลิเมตรปรอท)

2.7 คำนวณและบันทึกค่า Pressure Ratio

$$\text{Pressure Ratio} = P_1 / P_a$$

ตัวอย่าง เช่น Pressure ratio = $749.0 / 765.5 = 0.979$

2.8 นำ Pressure Ratio ที่คำนวณได้ และอุณหภูมิในบรรยากาศ (T_a) เปิดหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างจาก Look Up table

($Q_a(\text{sampler: Look up table})$)

ตารางที่ 8.6 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของ VFC จาก Look Up Table มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

P_1/P_a	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	26	28	30	32
0.978	1.189	1.193	1.197	1.200
0.979	1.191	1.194	1.198	1.201
0.980	1.192	1.196	1.199	1.203
0.961	1.193	1.197	1.200	1.204
0.982	1.195	1.198	1.202	1.205

ตัวอย่างการนำ Pressure Ratio ที่คำนวณได้ (0.979) ไปเปิดใน Look Up Table ที่

อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.194 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.198 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = $(1.194 + 1.198) / 2$

= 1.196 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

2.9 คำนวณหาร้อยละความแตกต่าง (%Difference) ระหว่างอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดสอบเทียบ Orifice ($Q_{a(Orifice)}$) กับอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่าง ($Q_{a(sampler: Look\ up\ table)}$) โดยสมการที่ (8.16)

$$(\%Difference) = \frac{Q_{a(sampler)} - Q_{a(Orifice)}}{Q_{a(Orifice)}} \times 100 \dots \dots \dots (8.16)$$

หาร้อยละความแตกต่างที่คำนวณได้ไม่เกิน $\pm 3\%$ แสดงว่า Look up table ถูกต้อง สามารถใช้ในการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่างได้ หากเกิน $\pm 3\%$ ให้ทำการสอบเทียบใหม่อีกครั้งโดยกำหนดให้

แกน X คือ $Q_{a(Orifice)} / (T_a)^{1/2}$

แกน Y คือ (P_1 / P_a)

2.10 ปรับแก้ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ($Q_{a(sampler)}$) ให้เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (Q_{std}) ที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการที่ (8.17)

$$Q_{std} = Q_{a(sampler)} * (P_a / P_{std}) * (T_{std} / T_a) \dots \dots \dots (8.17)$$

เมื่อ

Q_{std} เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท และ อุณหภูมิ 298 องศาเซลเซียส) (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

$Q_{a(sampler)}$ เป็นอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

P_a เป็นความกดอากาศบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

P_{std} เป็นความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

T_a เป็นอุณหภูมิในบรรยากาศขณะสอบเทียบ (องศาเซลเซียส)

T_{std} เป็นอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเซลเซียส)

2.11 คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดในการเก็บตัวอย่าง (V_{std}) โดยสมการที่ (8.18)

$$V_{std} = Q_{std} * t \dots \dots \dots (8.18)$$

เมื่อ

V_{std} เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

Q_{std} เป็นอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

t เป็นเวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที)

2.12 การคำนวณหาความเข้มข้นของ PM10 ด้วยสมการที่ (8.19)

$$\text{ความเข้มข้นของ PM10} = \left(\text{มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร} \right) = \frac{(w_f - w_i) * 10^3}{V_{std}} \dots\dots\dots(8.19)$$

เมื่อ

w_f เป็นน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

w_i เป็นน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V_{std} เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

10^3 เป็นการแปลงหน่วยจาก กรัม เป็น มิลลิกรัม

การวิเคราะห์ผลจากการตรวจวัดจากเครื่องเก็บตัวอย่าง PM₁₀

จากการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) เวลาในการเก็บ 24 ชั่วโมง น้ำหนักฝุ่นก่อนเก็บ (Wi) เท่ากับ 2.1212 กรัม น้ำหนักฝุ่นหลังเก็บ (Wf) เท่ากับ 3.7412 กรัม อัตราการไหลของอากาศ (Q) ในการเก็บตัวอย่าง 40 ลูกบาศก์ฟุต/นาที จงหาปริมาณฝุ่นละอองที่อยู่ในเกณฑ์ของกฎหมายหรือไม่

1. เปลี่ยนหน่วยอัตราการไหลของอากาศ (Q)

$$\begin{aligned} Q &= 40 \text{ ลูกบาศก์ฟุต/นาที} (1 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาที} = 35.05 \text{ ลูกบาศก์ฟุต/นาที}) \\ &= 1.1412 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาที} \end{aligned}$$

2. เปลี่ยนอัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน

$$\begin{aligned} Q_{std} &= Q_{sample} * (P_{sample}/P_{std}) * (T_{STP}/T_{sample}) \\ &= 1.1412 * (755/760) * (273+25/273+27) \\ &= 1.1260 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาที} \end{aligned}$$

3. คำนวณปริมาตรอากาศทั้งหมด

$$\begin{aligned} V_{std} &= Q_{std} * t \\ \text{เมื่อ } Q_{std} &= \text{อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร/นาที)} \\ t &= \text{เวลาในการเก็บ (นาที)} \\ V_{std} &= 1.1260 * (60 * 24) \\ V_{std} &= 1621.44 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

4. คำนวณหาหน้าหนักฝุ่น

$$\begin{aligned}
 &= (W_f - W_i) * 1000 / V_{STd} \\
 &= (3.7412 - 2.1212) * 1000 / 1621.44 \\
 &= 0.9991 \text{ มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

เมื่อ

P_{sample} เป็นความดันที่ทำการเก็บอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

P_{STd} เป็นความดันที่สภาวะมาตรฐาน (มิลลิเมตรปรอท)

T_{STd} เป็นอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (องศาเซลเซียส)

T_{sample} เป็นอุณหภูมิที่ทำการเก็บอากาศ (องศาเซลเซียส)

สรุป ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ในเวลา 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าที่คำนวณได้เท่ากับ 0.9991 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร จึงไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อการควบคุมฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อม

แนวทางการวิเคราะห์เพื่อการควบคุมฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อม อาศัยการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ การควบคุมและป้องกันการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ การออกกฎหมาย การกำหนดนโยบายและวางแผนเพื่อควบคุมมลพิษอากาศ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแหล่งผลิตอากาศบริสุทธิ์ โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อควบคุมให้เป็นไปตามกฎหมายได้ดังนี้

1. การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศเป็นแนวทางในการติดตามสภาวะอากาศในขณะนั้น เพื่อให้สามารถพยากรณ์ และกำหนดมาตรการในการป้องกันในระดับที่เหมาะสมต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การตรวจวัดคุณภาพอากาศด้วยหน่วยเคลื่อนที่ ซึ่งอาจทำได้โดยอาศัยเจ้าหน้าที่ของรัฐติดตามตรวจสอบศึกษาแนวโน้มคุณภาพอากาศตามจุดต่างๆ ที่ต้องการ

1.2 การติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นการเฝ้าระวังที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดแบบถาวร เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในทุกๆ ย่าน เช่น ย่านที่พักอาศัย ย่านอุตสาหกรรม ย่านธุรกิจ ไม่ให้เกินมาตรฐาน หากพบว่า คุณภาพ อากาศในย่านใดเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน พืช สัตว์ และทรัพย์สินต่างๆ จะได้หาทางป้องกันหรือแก้ไขมิให้เกิดผลเสียหายนี้อีกต่อไป

1.3 การสังเกตการเปลี่ยนแปลงโดยประมาณ ซึ่งอาจสังเกตได้โดยประชาชนทั่วไปพบหรือสังเกตเห็นสิ่งผิดปกติเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ เช่น เห็นหมอกควันควรรีบแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ

2. การควบคุมและป้องกันการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด

การใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ควบคุมมลพิษประเภทต่างๆ นั้น จะติดตั้งเข้ากับแหล่งกำเนิดของมลพิษ เพื่อทำหน้าที่กำจัดหรือลดปริมาณของมลสารที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ ซึ่งในการควบคุมสภาวะอากาศเป็นพิษนั้น จะต้องพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมประหยัดและได้ผลดีที่สุด โดยมีหลักการใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 พยายามเลือกใช้วัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่ไม่มีสารก่อมลพิษทางอากาศ

2.2 ปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้มีองค์ประกอบของสารที่อาจก่อให้เกิดสารเป็นพิษขึ้นในภายหลังน้อยที่สุด

2.3 ปรับปรุงแก้ไขวิธีการในกระบวนการผลิตให้สามารถช่วยลดการเกิดสารมลพิษจากขั้นตอน การผลิตให้เหลือน้อยหรือไม่มีเลย

2.4 ติดตั้งระบบบำบัดหรือปรับปรุงอุปกรณ์การกำจัดมลพิษทางอากาศให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงปริมาณและชนิดของอากาศเสีย มาตรฐานปริมาณอากาศเสียที่ยอมให้ปล่อยออกสู่บรรยากาศ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการใช้งาน

3. การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศต้องครอบคลุมสารมลพิษอากาศทุกประเภทจากแหล่งก่อมลพิษประเภทต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญ และควรมีการปรับปรุงมาตรฐานให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

4. การออกกฎหมาย

โดยมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นกฎเกณฑ์และมาตรการที่มีผลบังคับใช้ตามกฎหมาย ซึ่งกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ออกมานั้น ต้องมีความเหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการเสมอ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติต้องสามารถบังคับให้เป็นไปตามที่กฎหมายบัญญัติไว้ได้

5. การกำหนดนโยบายและวางแผนเพื่อควบคุมมลพิษอากาศ

การกำหนดนโยบายและวางแผนตามนโยบายเป็นวิธีการขั้นต้นในการป้องกันปัญหามลพิษอากาศ หากสามารถกำหนดนโยบายได้อย่างครอบคลุมปัญหาทั้งหมดได้ และสามารถดำเนินตามนโยบายได้ตามเป้าหมาย การป้องกันปัญหาก็เป็นรูปธรรม โดยสามารถกำหนดนโยบายและวางแผนในการป้องกันแก้ไขมลพิษอากาศได้ดังนี้

5.1 การแบ่งแยกเขตเฉพาะ (Proper Zone) คือ การวางผังเมืองหรือชุมชนออกเป็นเขตหรือย่านต่างๆ ให้มีความเหมาะสมตามสภาพท้องถิ่นและกิจกรรมของชุมชนโดยแบ่งออกเป็นย่านต่างๆ ไม่

ปะปนกัน เช่น ย่านการค้า ย่านอุตสาหกรรมและย่านที่อยู่อาศัย การกำหนดผังเมืองออกเป็นย่านต่างๆ จะช่วยให้สามารถควบคุมและปฏิบัติงานเกี่ยวกับมลภาวะอากาศได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 การควบคุมกิจกรรมต่างๆ (Control of Activities) คือการดำเนินงาน เพื่อควบคุมกิจกรรมต่างๆ ในชุมชนโดยเฉพาะกิจกรรมที่เป็นแหล่งก่อให้เกิดสารที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษ จะต้องได้รับการควบคุมอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมนั้นอยู่ในมาตรฐานถูกต้องตามหลักวิชาการ การดำเนินการดังกล่าวนี้จะต้องมีการร่วมมือประสานกันระหว่างหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง

5.3 การให้การศึกษาและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องจัดทำในหลายระดับ หลายรูปแบบ และให้กับกลุ่มชนทุกกลุ่ม โดยเริ่มตั้งแต่การสอนแนวความคิดรวบยอดขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้กับประชาชนทั่วไป เด็กนักเรียนในระดับประถม และค่อยๆ เพิ่มเนื้อหา และความลึกซึ้งมากขึ้นไปโดยต่อเนื่องจนถึงระดับอุดมศึกษา รวมทั้งการให้ข้อมูลข่าวสารกับมวลชนในวาระต่างๆ โดยอาศัยสื่อมวลชนในรูปแบบต่างๆ เช่น เกร็ดความรู้วิธีการลดควันดำ การรณรงค์ลดควันจากรถจักรยานยนต์ เป็นต้น

5.4 กำหนดเขตควบคุม และจำกัดจำนวนแหล่งมลพิษ มิให้มีมากขึ้นจนเป็นเหตุในการเกิดปัญหามลพิษ

6. การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแหล่งผลิตอากาศบริสุทธิ์

การสร้างสวนสาธารณะ การปลูกต้นไม้ในเขตเมือง การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแหล่งผลิตอากาศบริสุทธิ์ ประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว คือ ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศ เนื่องจากต้นไม้ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ขณะเดียวกันก็จะปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ต้นไม้จึงทำหน้าที่เสมือนปอดที่ฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ ต้นไม้ยังช่วยลดสารมลพิษต่างๆ และฝุ่นละอองในอากาศ เช่น การสร้างสวนสาธารณะ การปลูกต้นไม้ในเขตเมือง เป็นต้น

การป้องกันและแก้ไขมลพิษอากาศนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมคุณภาพอากาศให้อยู่ในสภาพที่ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงจำเป็นต้องหามาตรการต่างๆ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งอาจไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งให้มีประสิทธิภาพได้ โดยอาจใช้หลายๆ วิธีควบคู่กันไปซึ่งมีวิธีการป้องกันและแก้ไขมลพิษอากาศ

กรณีศึกษา

สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร (2563) ได้เก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ พบว่าปัญหามลพิษทางอากาศ เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอันดับต้นๆ ของกรุงเทพมหานคร โดยสาเหตุหลักของปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครเกิดจากยานพาหนะที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ซึ่งเกิดจากควันดำที่ปล่อยจากท่อไอเสียของรถเครื่องยนต์ดีเซล โดยเกิดจากผู้ขับขี่รถยนต์ขาดการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ และหากฝุ่นละอองสะสมในร่างกายเป็นเวลานาน ก็จะส่งผล

ต่อสุขภาพอนามัยทำให้ป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ โรคปอด โรคหืดเรื้อรัง หรือโรคระบบทางเดินหายใจอื่นๆ ได้ และนอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม และผลจากการติดตามตรวจสอบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ และกรุงเทพมหานคร ในช่วงปีที่ผ่านมาพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นส่วนใหญ่เกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐาน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ถึงปัจจุบัน

มาตรการที่เสนอแนะในการขับเคลื่อนสู่ความเป็นเมืองสีเขียว

ในปัจจุบันเกณฑ์ความเป็นเมืองสีเขียวในด้านคุณภาพอากาศจัดให้กรุงเทพมหานครอยู่ในระดับดีกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของกลุ่มประเทศในทวีปเอเชียจำนวน 22 เมือง สำหรับมาตรการระยะสั้นและระยะยาวในการขับเคลื่อนกรุงเทพมหานครให้เป็นเมืองสีเขียว ดังต่อไปนี้

1. มาตรการระยะสั้น

1.1 การสร้างจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการดูแลคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการสร้างองค์ความรู้และความร่วมมือด้านการจัดการคุณภาพอากาศ

1.2 ส่งเสริมการปลูกต้นไม้ริมทางเท้าและบริเวณเกาะกลางถนนเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศ

1.3 สนับสนุนมาตรการตรวจจับรถยนต์ควันดำริมเส้นทางจราจร

1.4 จัดทำแผนที่คุณภาพอากาศโดยตรวจวัดพิศักษศาสตร์ของจุดตรวจวัดฝุ่นละอองและระดับเสียง เพื่อแสดงผลการตรวจวัดโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและแสดงเป็นสัญลักษณ์ระดับความรุนแรงของคุณภาพอากาศ

1.5 โครงการความร่วมมือเพื่อการลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง บริเวณริมถนนที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษ

2. มาตรการระยะยาว

2.1 พัฒนาระบบระบบขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประชาชนลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

2.2 การควบคุมมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ได้แก่ การจำกัดการใช้งานของรถยนต์ที่ปล่อยควันดำเกินมาตรฐานไม่ให้นำกลับมาใช้งานบนท้องถนนได้อีกจนกว่าจะมีการปรับปรุงแก้ไขเครื่องยนต์ และตรวจพบว่ารถดังกล่าวไม่ปล่อยควันดำเกินมาตรฐานแล้ว

2.3 การควบคุมมลพิษทางอากาศจากกิจกรรมการก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม การเผาขยะและเศษวัสดุพืชกลางแจ้ง

โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป

โปรแกรมวิเคราะห์ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป สำเร็จรูปไฟล์ Excel ช่วยให้ผู้เรียนคำนวณและประมวลผลฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป โดยใช้การวิเคราะห์ตามวิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในเวลา 24 ชั่วโมง หรือ ในเวลา 1 ปี ในประเทศไทยตามที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบให้ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรีในระบบปฏิบัติการ Windows จาก ไดรฟ์ (Google Drive) ของผู้เขียนตำรา ตาม URL นี้ <https://shorturl.asia/smT4D> แสดงลักษณะของโปรแกรม (ภาพที่ 8.25) ดังนี้

สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยการนำข้อมูลน้ำหนักกระตาศกรองก่อนเก็บ-หลังเก็บตัวอย่างป้อนเข้าไปในตารางสีเหลือง สีฟ้า และสีชมพู โปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาให้ในช่องสีแดง ผู้วิเคราะห์ก็สามารถนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานได้

Heat_Light_and_noise [Compatibility Mode]

Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

Clipboard Font Alignment Number Conditional Formatting

AngsanaUPC 14

Normal Bad

Check Cell Explana

AO46

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC A

1

2

3

5

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

Light Noise WBGT Vibration particulate particulate_EV Vibration (2)

Ready

Type here to search

โปรแกรมวิเคราะห์ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อม

นำผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือกรอกลงในตารางสี

โปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาให้ในช่องสีแดง

น้ำหนักกระดวยกรอง (กรัม)			
จุดเก็บ	กระดวยกรองก่อนเก็บ W _i	กระดวยกรองหลังเก็บ W _f	อัตราการไหลของอากาศ (Q)
A	1.2345	5.6789	1.1327
ระยะเวลาเก็บตัวอย่างอากาศ (ชั่วโมง)		24	

1. เปลี่ยนอัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน

$$Q_{std} = Q_{sample} \times (P_{sample} / P_{std}) \times (T_{std} / T_{sample})$$

$$= 1.1327 \times (755/760) \times (273+25/273+27)$$

$$= 1.1177 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาที}$$

2. คำนวณปริมาตรอากาศทั้งหมด

$$V_{STP} = Q_{std} \times t$$

$$= 1.1177 \times (60 \times 24)$$

$$= 1609.6 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

3. คำนวณหาน้ำหนักฝุ่น

$$PM_{10} = (W_f - W_i) \times 1000 / V_{std}$$

$$= 2.7613 \text{ มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร}$$

ภาพที่ 8.27 การวิเคราะห์ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป

จากภาพที่ 8.25 เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมทั่วไป ซึ่งตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10, ฉบับที่ 28 และฉบับที่ 36 แห่ง พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 กำหนดให้เก็บตัวอย่างอากาศ 2 ลักษณะคือ เก็บ 24 ชั่วโมง หรือ 1 ปี ในตัวอย่างโปรแกรมเป็นการเก็บ 24 ชั่วโมง เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาเป็นค่าปริมาณฝุ่นละอองหน่วยมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

สรุป

วิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) ในเวลา 24 ชั่วโมง หรือ ในเวลา 1 ปี ในประเทศไทยตามที่กรมควบคุมมลพิษ เห็นชอบให้ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษ เห็นชอบ เช่น ระบบเบต้าเรย์ (Beta Ray) ระบบเทปเปออลิเมนต์ ออสซิลเลตติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) และระบบไดโซโตมัส (Dichotomous) เป็นต้นวิธีการตรวจวัด ตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) ทำการตรวจวัดในสภาพแวดล้อม แล้วนำไปวิเคราะห์หรือคำนวณ ปริมาณฝุ่นในห้องปฏิบัติการ ก่อนที่จะทำการตรวจวัดจะต้องทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดในพื้นที่ ตรวจวัดก่อนเสมอ

คำถามทบทวน

1. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองใน บรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยไว้อย่างไร
2. ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) กำหนดเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับ ประเทศไทยไว้อย่างไร
3. วิธีเทียบเท่าที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบเป็นวิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีวิธีตรวจวัดอะไรบ้างจงอธิบาย
4. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่าง TSP กับ PM₁₀ ประกอบด้วยอะไรบ้าง
5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสำหรับการเก็บตัวอย่าง TSP กับ PM₁₀ ประกอบด้วย อะไรบ้าง
6. จงอธิบายวิธีการเตรียมกระดาษกรอง ก่อนนำกระดาษกรองไปเก็บตัวอย่าง
7. จงอธิบายวิธีการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง
8. จงอธิบายวิธีการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ
9. ชุดเครื่องมือหรืออุปกรณ์การสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration) เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ประกอบด้วยอะไรบ้าง
10. จงอธิบายวิธีการวิเคราะห์ผลจากกระดาษกรองหลังจากการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2546). **คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ**. ส่วนคุณภาพอากาศ
ในบรรยากาศ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม
- นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย. (2560). **การเก็บตัวอย่างด้านอาชีว
อนามัย**. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สวนสุนันทา.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553). **เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่น
ละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความใน
พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**. (2553, 24
มีนาคม).ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538).**เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพ
อากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษา
คุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**. (2538, 25 พฤษภาคม).กิจจานุเบกษา เล่ม 112
ตอนที่ 52ง.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547).**เรื่อง กำหนดมาตรฐาน
คุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและ
รักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**.(2547, 22 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา
เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2550).**เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพ
อากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษา
คุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**. (2550, 14 พฤษภาคม).ราชกิจจานุเบกษา.เล่ม
124 ตอนพิเศษ 58ง.
- ประกาศกรมควบคุมมลพิษ. (2562). **เรื่อง เครื่องวัดและวิธีตรวจวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือฝุ่นละอองใน
บรรยากาศโดยทั่วไป ระบบอื่นหรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ**. (2562, 18 ตุลาคม).
ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 136 ตอนพิเศษ 259ง. หน้า 37.
- พัชรชาติ สุวรรณธาดา. (2557). **ฝุ่นละอองในบรรยากาศ**. ส่วนคุณภาพอากาศในบรรยากาศ
สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ.

- สาคร ปันตา, พิสิษฐ์ วิมลธนสิทธิ์, กิจจา ไชยหนู, เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล, และอาทิตย์ ยาวุฑฒิ. (2561). การเปรียบเทียบเครื่องวัดแบบเบต้าเรย์และเทคนิคการกระเจิงแสงสำหรับตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และ PM10 ในจังหวัดเชียงใหม่. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14, หน้า 345-346, 2561.
- สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร. (2563). การวิเคราะห์สถานการณ์ด้านคุณภาพอากาศ. สืบค้น 9 พฤษภาคม 2564 จาก <http://bangkokgreencity.bangkok.go.th/greencity/air-quality.aspx>
- ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560). ภาพถ่ายเครื่องมือ. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- NATIONAL GEOGRAPHIC ASIA. (2021). Dust pm25. Retrieved May, 22, 2021, from <https://ngthai.com/environment/16358/dust-pm25-hazardous/>