

ความเป็นพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์

อรรณพ พุทธิฤทธิ์¹ และสุลีสพร แสงกระจ่าง^{2*}

¹ศูนย์ข่าวสารมะเร็งเชิงรุก, ²งานระบาดวิทยาโมเลกุล สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

บทคัดย่อ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ คือ ขยะที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น จอมอนิเตอร์ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ปัจจุบันการบริโภคสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ประกอบไปด้วยสารพิษอันตรายหลายชนิด เมื่อเลิกใช้แล้วจะถูกนำไปรีไซเคิล ฟังกลบหรือเผาทำลาย ซึ่งอาจทำให้สารพิษเหล่านี้รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรง สารพิษอันตรายที่พบบ่อย คือ โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (lead)ปรอท (mercury) แคดเมียม (cadmium) โครเมียม (chromium) แบรลเลียม (beryllium) พลวง (antimony) และสารอื่นๆ ที่สามารถพบได้ เช่น สารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (brominated flame retardants) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) โพลีคลอริเนตไบฟีนิล (polychlorinated biphenyls, PCBs) ไตรฟีนิลฟอสเฟต (triphenyl phosphate, TPP) โนนิลฟีนอล (nonylphenol, NP) และโพลีคลอริเนตเต็ดรานฟทาเลน (polychlorinated naphthalene, PCNs) นอกจากนี้แล้วยังสามารถพบได้ออกซิน (dioxins) และฟิวแรน (furans) ซึ่งจะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อมีการเผาเพื่อทำลายขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีนเป็นส่วนประกอบ ดังนั้น สหภาพยุโรป (EU Directives) จึงได้ออกกฎหมายเพื่อให้ผู้ผลิตสินค้าประเภทนี้เป็นผู้รับผิดชอบรับคืนสินค้าที่เลิกใช้แล้วเพื่อนำไปทำลายทิ้ง และออกกฎหมายให้ผู้ผลิตเลิกใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อย่างไรก็ตามขยะอิเล็กทรอนิกส์ยังคงมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับขยะประเภทอื่น จึงยังคงเป็นประเด็นสำคัญที่ทุกประเทศทั่วโลกต้องดูแลและจัดการอย่างจริงจัง

คำสำคัญ: ขยะอิเล็กทรอนิกส์, สารเคมีอันตราย, บ่อฝังกลบ, การเผา

*Corresponding author:

ดร.สุลีสพร แสงกระจ่าง

กลุ่มงานวิจัย สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

พระราม6 ราชเทวี กรุงเทพฯ

Email: suleesa@yahoo.com

Electronic waste and hazardous substances

Orawan Phuphisut¹ and Suleeporn Sangrajang^{2*}

¹Cancer News Unit, ²Molecular Epidemiology Unit, Research Division, National Cancer Institute

ABSTRACT

E-waste is defined as computer central processing units, monitors, televisions, cell phones and other digital devices. The rapidly increasing number of e-waste has the potential to create serious consequences for human health and environmental quality because hazardous chemicals are used in components of electrical and electronic devices that can release into the soil, water supplies, and evaporate into the air when these electronic wastes are placed into landfills or incinerators. Toxic heavy metals most commonly found in e-wastes include lead, mercury, cadmium, chromium, beryllium, antimony and other toxins such as brominated flame retardants, polyvinyl chloride, polychlorinated biphenyls, triphenyl phosphate, nonylphenol, and polychlorinated naphthalene. Moreover, dioxins and furans are released when electronics containing chlorinated plastics or plastic treated with brominated flame retardants are incinerated. The European Union (EU) has introduced legislation making producers responsible for their end of life products and banned the use of certain hazardous substances in electrical and electronic products. However these products are being purchased at a rapidly increasing rate. E-waste now should be the first priority public health issue worldwide.

Keywords: Electronic waste, hazardous substances, landfill, incineration

*Corresponding author:

Suleeporn Sangrajang

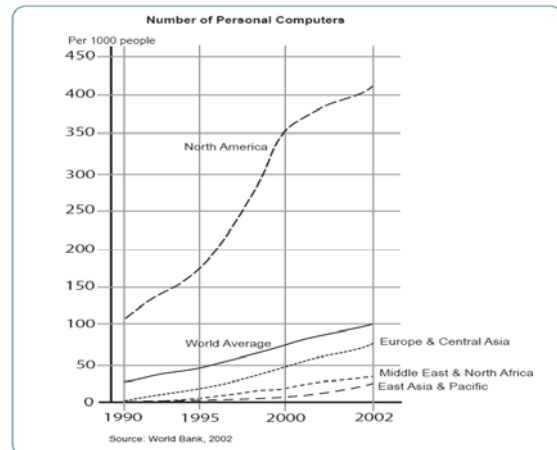
Molecular Epidemiology Unit, Research Division,

National Cancer Institute, Ratchathewi, Bangkok 10400

Email: suleesa@yahoo.com

บทนำ

การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดในปัจจุบัน ทำให้อุปกรณ์และสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ถูกผลิตขึ้นมามากมายเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย การบริโภคสินค้าอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นจำนวนมาก ขยะอิเล็กทรอนิกส์ [electronic waste (e-waste)] คือ ขยะที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น จอมอนิเตอร์ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เครื่องเล่นซีดี ดีวีดี โทรศัพท์มือถือ รวมถึงแบตเตอรี่¹ เป็นต้น ด้วยความที่ทุกคนต้องการความทันสมัยของเทคโนโลยีทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ตกทุนและล้ำสมัย ถูกเลิกใช้งาน ทั้งที่ยังไม่หมดอายุการใช้งาน โดยในแต่ละปีจะมีขยะอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกมากถึง 20-50 ล้านตัน² โทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ก่อให้เกิดปัญหาหนักที่สุด เพราะมีการเปลี่ยนเครื่องใหม่บ่อยที่สุด³ ดังภาพที่ 1 แสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้คอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องทั่วโลก ในยุโรปขยะอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มจำนวนขึ้นร้อยละ 3-5 ต่อปี ซึ่งเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าขยะอย่างอื่นถึง 3 เท่า⁴ ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาขยะอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าภายใน 5 ปีข้างหน้า⁵ ซึ่งปัญหาที่สำคัญของขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ คือ ประกอบไปด้วยสารเคมีที่มีพิษตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต (persistent bio-accumulative and toxic, PBTs) รวมทั้งโลหะหนัก (heavy metal) และสารอื่นๆ ที่เป็นอันตรายอีกหลายชนิด ถ้าไม่มีการจัดการที่ดี ภายหลังเลิกใช้อาจส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารพิษสู่สิ่งแวดล้อมได้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรง



ภาพที่ 1 แสดงอัตราการใช้คอมพิวเตอร์

สารพิษที่พบได้ในขยะอิเล็กทรอนิกส์

เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะ

ประกอบไปด้วย

วัสดุหลายชนิด

โดยส่วนมากเป็น

โลหะหนัก เช่น

ตะกั่ว (lead)

ปรอท (mercury)

แคดเมียม (cadmium)

โครเมียม

(chromium) และเบริลเลียม (beryllium) รวมทั้งสารเคมี

อันตรายชนิดอื่นที่พบในปริมาณมากเช่นกัน คือ สาร

หน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (brominated flame

retardants) ที่รวมถึง polybrominated biphenyls (PBBs),

polybrominated diphenylethers (PBDEs) และ

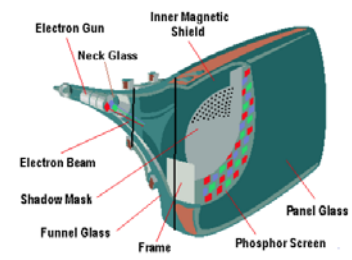
tetrabromobisphenol-A (TBBPA or TBBA)⁵ ซึ่งถูกใช้

มากในการผสมเข้าไปกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้

การติดไฟช้าลง จากการศึกษาในพื้นที่ฝังกลบขยะ

อิเล็กทรอนิกส์ พบว่า แหล่งที่สำคัญของโลหะหนัก คือ

หลอดแก้วจอภาพชนิด cathode ray tube (CRT) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 หลอดแก้วจอภาพชนิด cathode ray tube (CRT)⁶

โดย 70 % ของโลหะหนักทั้งหมดเกิดจากขยะจอมอนิเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์และโทรทัศน์ชนิดที่เป็น CRT และ 40% ของโลหะหนักที่พบเป็นสารตะกั่ว⁶ นอกจากสารที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งจะพบในปริมาณที่มากแล้วยังมีสารพิษอื่นๆ ที่พบได้จากขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น พลาสติกพีวีซี (polyvinyl chloride, PVC plastics) โนนิลฟีนอล (nonylphenol, NP) ไตรฟีนิลฟอสเฟต (triphenyl phosphate, TPP) โพลีคลอริเนตเตดแนฟทาเลน (polychlorinated naphthalene, PCNs) ซึ่งสารแต่ละชนิดก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

โลหะหนัก (heavy metal)

1) ตะกั่ว (lead) เป็นสารประกอบหลักในหลอดแก้ว จอมอนิเตอร์ CRT และแบตเตอรี่ สารตะกั่วมีความเป็นพิษสูงต่อคนและสัตว์ การได้รับพิษตะกั่วสะสมเรื้อรังจะส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง และสมอง ทำให้มีอาการหงุดหงิดง่าย กระวนกระวาย ซึม เวียนศีรษะ เดินเซ หกล้มง่าย นอนไม่หลับ บุคลิกภาพเปลี่ยนแปลง ความจำเสื่อม ในรายที่เป็นรุนแรงอาจมีอาการสั่นเวลาเคลื่อนไหว ชัก หดสติ และเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินอาหาร ระบบโลหิต ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบโครงสร้างโดยตะกั่วจะไปสะสมที่กระดูก ระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้แล้วสารตะกั่วถูกจัดว่าเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งกลุ่ม 2A (IARC, 2006)⁸

2) ปรอท (mercury) พบในหลอดฟลูออเรสเซนต์ และมอนิเตอร์ LCD (liquid crystal display) ปรอทเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ สามารถระเหยกายเป็นไอและแขวนลอยอยู่ในอากาศได้ และจะตกตะกอนลงสู่ดินและแหล่งน้ำได้เมื่อฝนตก สารปรอทนั้นเมื่ออยู่ในดินจะถูกเปลี่ยนเป็น methylmercury โดย

แบคทีเรียในดิน ซึ่งเป็นรูปที่สามารถสะสมอยู่ในไขมันในร่างกายได้เป็นเวลานาน พิษของปรอทมีตั้งแต่ขั้นเล็กน้อยจนถึงรุนแรงและอาจเสียชีวิต โดยอาจทำให้เกิดอาการใจสั่น นอนไม่หลับ ปวดศีรษะ สายตาพร่ามัว เดินเซ พูดจาไม่ชัด อ่อนเพลีย และอาจทำลายระบบประสาท ส่งผลต่อการเรียนรู้ กระบวนการคิด ความจำ สมาธิ และการสื่อสาร การสะสมของสารชนิดนี้ในร่างกายในปริมาณสูงจะส่งผลกระทบต่อระบบการหายใจ และอาจถึงขั้นเสียชีวิต เราสามารถได้รับพิษจากปรอทผ่านทางห่วงโซ่อาหาร โดยการรับประทานปลาที่มีปรอทสะสมอยู่ภายใน ในกรณีสตรีมีครรภ์รับประทานปลาที่มีการสะสมของสารปรอทอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาการทารกในครรภ์ และยังพบว่าปรอทจะถูกสะสมอยู่ในน้ำนมแม่ด้วย

3) แคดเมียม (cadmium) พบในชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วัสดุกึ่งตัวนำ (semiconductors) อุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด (infrared detectors) และจอมอนิเตอร์ CRT แคดเมียมสามารถสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมและมีความเป็นพิษสูง¹⁰ พิษอย่างเฉียบพลันเกิดจากการสูดไอของโลหะแคดเมียมเข้าไปทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ระยะยาวแคดเมียมจะไปสะสมที่กระดูก ทำให้กระดูกผุ เมื่อได้รับแคดเมียมสะสมมากๆ จะสังเกตเห็นวงสีเหลืองที่โคนของซี่ฟัน ซึ่งจะขยายขึ้นไปเรื่อยๆ จนอาจเต็มซี่ ถ้าขนาดของวงยังกว้างและสีเข้มแสดงว่ามีแคดเมียมสะสมมาก แคดเมียมออกไซด์ถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ นอกจากนี้ยังทำอันตรายต่อไต ทำให้สูญเสียประสาทการดมกลิ่นและทำให้เลือดจาง ถ้าได้รับปริมาณมากระยะสั้นๆ จะมีอาการจ็บไข้ ปวดศีรษะ อาเจียน อาการนี้จะพบได้นานถึง 20 ชั่วโมงแล้วตามด้วยอาการเจ็บหน้าอกและไอรุนแรง¹¹

4) โครเมียม (chromium) ใช้ผสมกับโลหะทำให้เกิดความแข็งแรงมีความเหนียวทนทาน ทำให้โลหะไม่

เป็นสนิมทนต่อการผุกร่อน การสูดหายใจเอาฝุ่นละอองหรือควันของกรดโครมิกจะทำให้เกิดโรกระบบทางเดินหายใจ แผ่นกั้นระหว่างจมูกซึ่งเป็นกระดูกอ่อนถูกทำลายโครเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็น trivalent chromium ซึ่งสามารถจับกับโปรตีนส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย สารประกอบเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium, CrVI) ทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ดีเอ็นเอเสียหาย การได้รับสารเฮกซะวาเลนต์โครเมียม จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง เป็นโรคหืดหอบ โรกระบบทางเดินหายใจ ทำให้เชื้อราเป็นรู ปอด ตับ ไต ลำไส้ถูกทำลายมีอาการบวม น้ำ เจ็บแสบ กระบังลมหรือลิ้นปี่ ทำให้ฟันเปลี่ยนสี และอาจทำให้เกิด pulmonary congestion และถ้าได้รับเป็นเวลานานๆ จะทำให้เป็นมะเร็ง การสัมผัสกับฝุ่นละอองหรือสารละลายของกรดโครมิกทำให้ผิวหนังอักเสบ และทำให้เป็นมะเร็งที่ปอด^{12, 13}

5) เบริลเลียม (beryllium) พบในแผงวงจร (motherboard) และคอนเนคเตอร์ (connector) ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ก่อให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อเมือกในระบบทางเดินหายใจ ไอ และหายใจลำบาก ผิวหนังอักเสบ เป็นไข้ ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ และเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์¹⁰

6) พลวง (antimony) ใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดความเป็นพิษคล้ายกับสารหนู (arsenic) พิษเฉียบพลันจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร ลำไส้ คลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง พิษเรื้อรังจะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ ตับอาจถูกทำลาย นอกจากนี้อาจมีอาการทางผิวหนัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผิวหนัง ทำให้หนังดำ

อาการบวมแข็งอาจจะเป็นสาเหตุของมะเร็งที่ผิวหนังได้¹⁴

สารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (brominated flame retardants)

สารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (brominated flame retardants, BFR) ถูกใช้เป็นส่วนผสมในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดเพื่อทำให้การติดไฟช้าลงในกรณีที่เกิดไฟไหม้¹⁵ พบมาในแผงวงจร สายเคเบิล และพลาสติกหุ้มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สารในกลุ่มนี้ได้แก่ polybrominated biphenyls (PBBs) และ polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) สามารถสะสมอยู่ในร่างกายคงทนโดยจะไปรบกวนการทำงานของระบบประสาทสมอง ต่อมไทรอยด์ และฮอร์โมน ยับยั้งการทำงานของไทรอยด์ฮอร์โมน ส่งผลต่อการพัฒนาทารกในครรภ์ และมีรายงานว่า会增加ความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งระบบทางเดินอาหารและต่อมน้ำเหลือง¹⁶

สารชนิดอื่นๆ

1) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) เป็นพลาสติกที่ใช้ในชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และใช้เพื่อทำเป็นฉนวนหุ้มสายไฟและสายเคเบิลต่างๆ ในการผลิตและการเผาพลาสติก PVC (เผาในเตาหรือเผาแบบทั่วไป) จะทำให้เกิดสารไดออกซิน คลอไรด์และสารฟิวแรนซึ่งตกค้างและสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมยาวนาน และโดยมากมีความเป็นพิษสูงแม้ในความเข้มข้นที่ต่ำ¹⁰

2) โพลีคลอริเนตไบฟีนิล (polychlorinated biphenyls, PCBs) ใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิต PVC เป็นสารพิษตกค้างยาวนานและสะสมคงทนในร่างกาย อาจทำให้เกิดอาการเรื้อรัง

ได้แก่ เนื้อเยื่อลำ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน และแขนขา เกิดอาการบวม ต่อมาจะ เกิดฝีและตุ่มเล็กๆ ที่ผิวหนัง ผิวหนังบริเวณหน้าคอและช่วงบนของลำตัวจะหยาบและหนา เปลือกตาบวม นอกจากนี้ยังอาจทำลายระบบประสาท ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกัน¹⁴ และอาจทำให้เกิดเป็นมะเร็ง

3) ไตรฟีนิลฟอสเฟต (triphenyl phosphate, TPP) เป็นสารหน่วงการติดไฟในกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส (organophosphorus) ใช้ในการผลิตเศษของมอนิเตอร์คอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนัง และมีรายงานว่ารบกวนการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน¹⁴

4) โนนิลฟีนอล (nonylphenol, NP) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด สะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร ทำให้ดีเอ็นเอและการทำงานของเอนไซม์ในคนเสียหาย¹⁴

5) โพลีคลอริเนตเตดแนฟทาไลน์ (polychlorinated naphthalene, PCNs) เคลือบสายไฟเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวน ใช้เป็นสารเติมแต่งในยางและพลาสติก และใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟ ส่งผลต่อผิวหนัง ระบบประสาท และระบบสืบพันธุ์¹⁴

ผู้ที่ได้รับผลกระทบจากขยะอิเล็กทรอนิกส์

ผู้ที่ได้รับผลกระทบจากสารพิษอันตรายเหล่านี้ ได้แก่ คนงานที่ทำงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิต คนเก็บและคัดแยกขยะ ผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อุตสาหกรรมการผลิต พื้นที่หลุมฝังกลบ และผู้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่ผู้ที่จัดว่ามีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ คือ ผู้ที่ทำงานในภาคอุตสาหกรรมและผู้ที่ทำการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมารีไซเคิล มีรายงานการศึกษาพบว่า ผู้หญิงที่ทำงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิต

อุปกรณ์กิ่งตัวนำ ซึ่งในระหว่างกระบวนการผลิตจะมีการสัมผัสสารจำพวกโลหะหนักและ epoxy resin จะมีความเสี่ยงต่อการแท้งบุตรหรือเด็กเกิดมามีการพิการทางสมองสูง และในช่วง 20 -30 ปี ที่ผ่านมามีหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าคนงานในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะมีความเสี่ยงเป็นมะเร็งปอด มะเร็งโพรงหลังจมูก มะเร็งเต้านม มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ และมะเร็งสมอง สูงอย่างมีนัยสำคัญ¹⁰

จากการศึกษาของหน่วยงานป้องกันโรคติดต่อในสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control, CDC) รายงานว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีสารเคมีสะสมอยู่ในร่างกายประมาณ 150 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดที่ทำการศึกษานั้น ซึ่งแท้จริงแล้วอาจจะมากกว่านั้นเพราะมีสารมากกว่า 10,000 ชนิด ที่ถูกใช้อยู่ในอุตสาหกรรมเหล่านี้ และจากการศึกษาของคณะทำงานด้านสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Environmental Working Group) ซึ่งทำการศึกษาในอาสาสมัคร 9 คน พบว่ามีการสะสมของสารตกค้างในร่างกาย 171 ชนิด โดย 56 ชนิดถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง¹⁰

นอกจากคนงานและผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อุตสาหกรรมการผลิตแล้ว ผู้ที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ก็ถูกจัดว่ามีความเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษอันตรายเช่นกัน ดังรายงานการศึกษาของ The Computer Take Back Campaign and Clean Production Action ในปี ค.ศ. 2004 ทำการตรวจสอบสารหน่วงการติดไฟ (flame retardants) ในฝุ่นบนคอมพิวเตอร์ พบว่า ฝุ่นที่อยู่บนคอมพิวเตอร์มีการปนเปื้อนไปด้วยสารหน่วงการติดไฟ ซึ่งสารหน่วงการติดไฟนี้ใช้มากในกรอบหุ้มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำให้การติดไฟช้าลงในกรณีที่เกิดไฟไหม้ และการศึกษาในครั้งนี้ยังรายงานอีกว่า สารหน่วง

การติดไฟนี้สามารถพบได้ในฝุ่นที่อยู่ภายในอาคาร รวมถึงในอากาศภายนอกและภายในบ้าน¹⁰ ซึ่งสารหน่วงการติดไฟนี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

ขยะอิเล็กทรอนิกส์กับการฝังกลบและการเผาทำลาย

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้จะถูกนำไปฝังกลบหรือไม่ก็เข้าเตาเผาขยะ ซึ่งการฝังกลบขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะต้องมีการจัดการหลุมฝังกลบอย่างรัดกุมเป็นไปตามมาตรฐานสากลเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารพิษลงสู่ดินและแหล่งน้ำ โดยเฉพาะ พรอทและตะกั่วซึ่งจะพบมีการปนเปื้อนอยู่ในพื้นที่ฝังกลบขยะอิเล็กทรอนิกส์¹⁷ จากการวิจัยของกรีนพีซสากล (Greenpeace) ในปี ค.ศ. 2009 ที่ได้ทำการศึกษาสารพิษปนเปื้อนในแหล่งพื้นที่รีไซเคิลและทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศกานา พบสารพิษอันตรายร้ายแรงปนเปื้อนอย่างรุนแรงในตัวอย่างดินและตะกอนจากแหล่งทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์สองแห่งในประเทศกานา โดยพบปริมาณโลหะหนักที่สูงมาก เช่น พบสารตะกั่วในปริมาณสูงมากกว่าดินหรือตะกอนที่ไม่มีการปนเปื้อนหลายร้อยเท่า และพบสารพิษอื่นๆ เช่น ฟาธาเลต (phthalate) ซึ่งเป็นสารรบกวนต่อระบบสืบพันธุ์ โดยพบในเกือบทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา และหนึ่งตัวอย่างพบว่าปนเปื้อนคลอรีเนตไดออกซิน (chlorinate dioxin) ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่สำคัญ¹⁸

การเผาขยะอิเล็กทรอนิกส์จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของโลหะหนัก ไม่ว่าจะเป็น ตะกั่ว แคดเมียม และสารปรอทสู่บรรยากาศ สารปรอทที่แพร่เข้าสู่บรรยากาศจะสะสมตัวอยู่ในห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะในปลา ซึ่งเป็นช่องทางสำคัญที่จะแพร่สารปรอทไปสู่มนุษย์ และถ้าขยะอิเล็กทรอนิกส์ชนิดนั้นมีส่วนประกอบของ

พลาสติก PVC และ BFRs ก็จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารไดออกซิน (dioxins) และสารฟิวแรน (furans) โดยสารทั้งสองชนิดไม่ทำให้เกิดอาการพิษหรือเสียชีวิตอย่างทันทีแต่อาการจะค่อยๆ เกิดและเพิ่มความรุนแรงจนถึงตายได้ อาการเฉียบพลันที่ปรากฏคือ ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เรียกว่า “Chloraone” คือมีผิวหนังขึ้นเป็นสีหาวดำ มีถุงสีน้ำตาลอมเหลืองของผิวหนังบริเวณหลังใบหู ขอบตา หลัง ไหล่ และบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ อาจมีขนขึ้นในบริเวณที่ปกติจะไม่มีขึ้น ผิวหนังมีสีเข้มขึ้น สีของเล็บเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เชื้อบูตาอักเสบและมีฝีดำ มีรายงานการเกิดอาการ “Chloraone” นี้ในคนที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับการปนเปื้อน ไดออกซินและฟิวแรน ในประเทศอิตาลี ได้หวัน และญี่ปุ่น ส่วนพิษเรื้อรังจากไดออกซินและฟิวแรน จะทำให้น้ำหนักตัวลดลง เกิดความผิดปกติที่ตับ เซลล์ตับตาย และเกิดอาการโรคผิวหนังอักเสบ นอกจากนี้แล้วจะเป็นพิษต่อระบบประสาท ภูมิคุ้มกัน ระบบสืบพันธุ์ และอาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อทารกในครรภ์¹⁹

การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

เนื่องด้วยขยะอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี และด้วยมีลักษณะที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ทำให้หลายๆ ประเทศพยายามผลักดันเอาขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ออกนอกประเทศของตน โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีการส่งออกขยะอิเล็กทรอนิกส์ไปยังประเทศที่กำลังพัฒนาในรูปของสินค้ามือสอง และหลายครั้งเป็นการส่งออกไปอย่างผิดกฎหมาย โดยเฉพาะในประเทศอังกฤษ ในปี พ.ศ. 2546 ขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างน้อย 23,000 เมตริกตัน ถูกส่งออกอย่างผิดกฎหมาย²⁰ โดยไม่มีการระบุว่าเป็นสินค้าประเภทใด ไปยังประเทศอินเดีย แอฟริกา และจีน²¹ ส่วนหนึ่งอาจจะยังใช้งานได้อยู่

แต่บางส่วนที่ใช้ไม่ได้แล้วมีการนำเข้าเพื่อรีไซเคิลคัดแยกเอาสารที่มีค่าออก ไม่ว่าจะเป็นทองแดง เหล็ก ซิลิกอน นิเกิล หรือทองคำ แต่ท้ายที่สุดสิ่งที่เหลือจากการคัดแยกก็คือขยะ ทำให้ประเทศที่กำลังพัฒนากลายเป็นที่รองรับขยะและแบกรับภาระในการจัดการขยะที่เหลือเหล่านี้

ในส่วนขององค์กรด้านสิ่งแวดล้อมจึงมีการเคลื่อนไหวในเรื่องนี้โดยพยายามชี้ให้เห็นว่า ผู้ผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์มากที่สุดแต่ภาระในการจัดการกับขยะเหล่านี้ให้กับภาครัฐเป็นผู้กำจัดการ ในปี พ.ศ. 2545 สหภาพยุโรป (EU Directives) จึงมีคำสั่ง 2 ฉบับเพื่อหาทางแก้ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งได้กระชับว่าด้วยการจำกัดสารที่เป็นอันตราย (Restriction of Hazardous Substances, RoHS) เป็นระเบียบที่กำหนดให้ผู้ผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ต้องหยุดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษและโลหะหนักในการผลิตสินค้า ในสินค้าที่วางจำหน่ายหลังจากเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549²² และระเบียบว่าด้วยขยะจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment, WEEE) กำหนดให้ผู้ผลิตรับผิดชอบนำขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสินค้าของตนกลับคืนไปเพื่อกำจัดโดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2548²³ จากการวางระเบียบของสหภาพยุโรปทำให้ประเทศไทยมีการจัดทำกรอบระเบียบเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นครั้งแรก ทั้งนี้ กรอบระเบียบที่กำหนดไว้นั้นประกอบด้วยแนวทางการควบคุมที่ต้นทางโดยการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมภาษีจากผู้นำเข้าสินค้าและผู้ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างทางโดยจะไม่มีกฎหมายบังคับแต่จะใช้มาตรการทางด้านการตลาด และแนวทางสุดท้ายเป็นการควบคุมที่ปลายทางจะสนับสนุนให้เกิดโรงแยกขยะแบบครบวงจรซึ่งจะทำให้การจัดการขยะเหล่านี้ง่ายขึ้นมีกฎระเบียบ

ชัดเจน ช่วยลดปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่าได้อย่างถูกต้องโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

สำหรับประเทศไทยนั้น กรีนพีซได้รายงานชี้ให้เห็นถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ซึ่งมีการนำเข้าโทรศัพท์มือถือระหว่างปี พ.ศ. 2543-2546 ประมาณ 28 ล้านเครื่อง เฉพาะในปี พ.ศ. 2546 มีการนำเข้าแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือถึง 43 ล้านก้อน เพิ่มขึ้น 43% จากปี พ.ศ. 2545 ในไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีคอมพิวเตอร์ใช้งานอยู่มากกว่า 2.6 ล้านเครื่อง หรือ ในทุก 100 ครอบครัว มีคอมพิวเตอร์ใช้งาน 15.5 เครื่อง ซึ่งเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2547 ซึ่งในทุก 100 ครอบครัว มีคอมพิวเตอร์ใช้งานอยู่ 11.7 เครื่อง ปัจจุบันประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่เป็นปลายทางของขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีผู้ประกอบการเพียงไม่กี่รายที่สามารถรีไซเคิลและสกัดแยกโลหะมีค่าออกจากซากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ความสามารถในการสกัดแยกโลหะด้วยวิธีที่มีคุณภาพไม่ส่งกระทบด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพยังอยู่ในวงจำกัดเท่านั้น ศูนย์ที่ชื่อว่า "วงษ์พาณิชย์" เป็นศูนย์ศึกษาขยะอิเล็กทรอนิกส์เพื่อรีไซเคิลแห่งแรกของประเทศไทย สามารถรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้สำเร็จในแต่ละปีซากคอมพิวเตอร์ไม่ต่ำกว่า 25-30 ล้านเครื่องถูกนำมาผ่านกระบวนการรีไซเคิล ณ ศูนย์ฯแห่งนี้ ซึ่งทางศูนย์ฯสามารถรีไซเคิลชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้ถึงร้อยละ 80 จากกระบวนการรีไซเคิลด้วยกระบวนการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่ปลายทางของขยะอิเล็กทรอนิกส์จะอยู่ในร้านรับซื้อของเก่า ไม่มีการควบคุมและกำจัดอย่างเป็นระบบมีการนำเอามาถอดชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ทองแดงและโลหะมี

ค่า โดยการเผาสายไฟฟิวซ์หรือใช้น้ำกรดราดลงบนแผงวงจรไฟฟ้าเพื่อนำทองแดงไปขาย ซึ่งการเผาโลหะเหล่านี้จะปล่อยสารพิษอันตราย เช่น ไดออกซิน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งและสารอินทรีย์ระเหย ระบบการทำงานของระบบสืบพันธุ์และระบบประสาท ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใดเข้ามารับผิดชอบกับการกำจัดและจัดการกับขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้อย่างจริงจัง นอกจากนี้แล้วการเผาเพื่อทำลายขยะของโรงเผาขยะก็เป็นแหล่งปลดปล่อยสารอันตรายที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งในกรณีที่เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็จะปล่อยสารที่มีชื่อว่า PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons) ซึ่งความเป็นพิษที่สำคัญของ PAHs คือความสามารถในการก่อมะเร็งเช่นกัน

อีกวิธีหนึ่งที่สำคัญในการจัดการกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ คือ การควบคุมปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นส่วนเร่งทำให้สินค้าอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในสภาพถูกรื้อเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนเครื่องบ่อยที่สุด จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ขยะอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าขยะชนิดอื่นถึง 3 เท่า ดังนั้นแล้ว การจัดการกับขยะเหล่านี้ควรเริ่มต้นจากการรณรงค์ปลูกจิตสำนึกในการใช้สินค้าด้านอิเล็กทรอนิกส์ ควรใช้ให้คุ้มค่า ไม่เปลี่ยนสินค้าประเภทนี้บ่อยเกินความจำเป็น จะเป็นการลดต้นตอของขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบในระยะยาวต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

1. What Is E-Waste? Available at <http://www.calrecycle.ca.gov/electronics/WhatisEWaste/>, accessed February 15, 2010.
2. United Nations Environment Programme (UNEP). 2005. E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use. Early warning on Emerging Environmental Threats, No. 5.
3. Business Communications Company (BCC). 2005. Global e-waste market to cross \$11 billion by 2009. Press release. Available at <http://www.bccresearch.com/editors/RE-128.html>, accessed February 15, 2010.
4. Arensman, R. 2000. Ready for Recycling? Electronic business, 11th January 2000. Available at <http://www.reed-electronics.com/eb-mag/article/-CA42996?text=ready+for+recycling>, accessed February 15, 2010.
5. Greenpeace briefing. Available at <http://www.Greenpeace.org/raw/content/seasia/th/press/reports/e-waste.pdf>, accessed February 15, 2010.
6. Electronic Waste Recycling Promotion and Consumer Protection Act. 2006. Final Report the Workshop in Applied Earth Systems Management I. Master of Public Administration Program in Environmental Science and Policy Columbia University.
7. How Lead Affects the Way We Live & Breathe. Environmental Protection Agency. Available at <http://www.epa.gov/air/urbanair/lead/index.html>, accessed February 15, 2010.
8. Inorganic and Organic Lead Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 2006. vol 87.

9. CLS. Toxicological Effects of Methylmercury. National Research Council 2000. Available from: <http://darwin.nap.edu/books/0309071402/html/R1.html>, accessed February 15, 2010.
10. Electronic Waste: A public Health Issue. Available at <http://cleanproduction.org/library/electronicWasteJan10.pdf>, accessed February 15, 2010.
11. แคดเมียม. Available at <http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=1&ID=77>, accessed February 15, 2010.
12. Hexavalent Chromium. National Institute for Occupational Safety and Health 2005. Available at <http://www.cdc.gov/niosh/topics/hexchrom>, accessed February 16, 2010.
13. Irwin, R.J., Environmental Contaminants Encyclopedia Chromium 4 (Hexavalent Chromium). National Park Service, 1997.
14. K. Brigden, I. Labunska, D. Santillo, & M. Allsopp, Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exeter, Exeter EX4 4PS, UK report: recycling of electronic waste in china and india: work place and invironmental contamination. Greenpeace International. 2005.
15. An Introduction to Brominated Flame Retardants. 2000. Brussels: Bromine Science and Environmental Forum.
16. Janssen, S., Brominated Flame Retardants: Rising levels of concern. 2005. University of California at San Francisco.
17. How Lead Affects the Way We Live & Breathe. Environmental Protection Agency [cited June, 19 2006]; Available at <http://www.epa.gov/air/urbanair/lead/index.html>, accessed February 17, 2010.
18. Poisoning the poor – Electronic Waste in Ghana. Available at <http://www.greenpeace.org/international/news/poisoning-the-poor-electroni>. 05 August 2008, accessed February 17, 2010.
19. มหันตภัยไดออกซิน (dioxins). Available at http://www.pcd.go.th/Info_serv/haz_dioxin.html.
20. Dutch Ministry for Housing, Spatial Planning and the Envriionment Inspectorate (VROM). 2005. Waste export regulations are often contravened. Press release, 20th April 2005. Available at <http://www2.vrom.nl/pagina.html?id=9396>, accessed February 19, 2010.
21. Industry Council for Electronic Equipment Recycling (ICER). 2004. WEEE – Green list waste study. Report prepared for the Environment Agency. http://www.environmentagency.gov.uk/commondata/acrobat/exportsreportfinal_926377.pdf, accessed February 19, 2010.
22. RoHS Directive. Available at http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_037/l_03720030213en00190023.pdf, accessed February 20, 2010.
23. WEEE Directive. Available at http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_037/l_03720030213en00240038.pdf, accessed February 20, 2010