หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

พารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะของสายตา

(Parameters Influencing Visual Performance)

3.1 คำนำ

โดยปกติระบบการมองเห็น (Visual System) ของผู้ปฏิบัติงานที่แสดงออกมานอกจากจะแสดงคุณสมบัติทางสายตาแล้วยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมที่สามารถมองเห็นได้ขณะทำงาน (Visual Environment) ด้วย กล่าวคือ ถ้าสภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้ดี เช่นแสงสว่างขณะทำงานมีเพียงพอ ก็จะมีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้สายตาเพื่อทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าแสงสว่างที่ต้องการขณะทำงานมีไม่เพียงพอก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นลดลง ซึ่งก็จะบังเกิดผลเสียหายติดตามมาอีกมากมาย เช่น ผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยความไม่สะดวกสบาย หงุดหงิด เกิดความเครียด อุบัติเหตุเพิ่มขึ้น เหล่านี้เป็นต้น สำหรับในเชิงปฏิบัตินั้นประสิทธิผลของระบบการมองเห็นจะวัดออกมาได้ โดยอยู่ในเทอมของสมรรถนะของสายตา ซึ่งความสามารถของสมรรถนะของสายตาจะขึ้นอยู่กับการปะทะสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างระบบการมองเห็นกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของงานที่ทำและสภาพแวดล้อมขณะทำงาน ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะของสายตา

คำว่า "สมรรถนะของสายตา" ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถจะทำงานได้ด้วยความเร็วและความเที่ยงตรงแค่ไหน และสามารถแยกแยะรายละเอียดต่าง ๆ ในขอบเขตลานสายตาได้มากน้อยเพียงไร คุณสมบัติของงานที่ทำที่มีผลต่อสมรรถนะของสายตาก็คือ ขนาด, รูปร่าง, ตำแหน่งที่ตั้ง, สีและแสงของฉากด้านหลัง, การสะท้อนของแสงจากชิ้นงานกับฉากด้านหลังหรือบริเวณรอบ ๆ นอกจากนี้สมรรถนะของสายตายังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยตัวอื่น ๆ อีก กล่าวคือ แสงแยงตา (Glare) ขนาดความสว่างของแสงไม่คงที่, เกิดการรบกวนต่อการมองเห็น (Visual Distraction) และลักษณะบริเวณที่ทำงาน เป็นต้น ซึ่งการทำงานที่อยู่ภายใต้สภาวะการส่งสว่างที่ไม่เหมาะสมเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน ก็จะทำให้เกิดการล้าขึ้นได้ การล้าที่กล่าวถึงนี้เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ(30)

1. การล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System) ซึ่งเป็น

ผลมาจากความพยายามที่จะต้องการแปลสัญญาณต่าง ๆ ที่ไม่ชัดเจนและกำกวม

2. การล้าของกล้ามเนื้อร่างกาย เกิดขึ้นเนื่องจากการทรงตัวอยู่ในท่าที่ไม่เหมาะสมนาน ๆ ทั้งนี้เพื่อต้องการเปลี่ยนแปลงช่วงระยะห่างของการทำงานหรือเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนต่อการมองเห็น หรือแสงสะท้อนที่ไม่ต้องการ เช่น ในงานเขียนแบบ และอาการเครียดที่เกิดกับกล้ามเนื้อเฉพาะจุด เช่น กล้ามเนื้อที่ต้นคอ ก็อาจเกิดขึ้นได้ เมื่อต้องทำงานโดยการเอียงศีรษะไปทางหนึ่งทางใด เพื่อใช้สายตาเพ่งมองขณะทำงาน เช่น การทำงานที่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

3.2 องค์ประกอบต่าง ๆ ของงานที่มีผลต่อการมองเห็น (Visual Task Components)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการมองเห็น ถ้าพิจารณาเฉพาะคุณสมบัติของงานที่ทำหรือสิ่งเร้าก็จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ (30)

3.2.1 ปริมาณความจ้าหรือค่าความจ้าผิว (Luminance)

3.2.2 ความแตกต่างของสีและแสงของวัตถุกับฉากด้านหลัง หรือบริเวณโดยรอบ (Contrast)

3.2.3 ขนาด, รูปร่าง และความหยาบละเอียดของวัตถุ

3.2.4 สีของแสงที่ส่องสว่าง

3.2.5 การเคลื่อนไหวของวัตถุและเวลาที่ใช้มอง

3.2.6 ตำแหน่งบนจอตาที่เกิดภาพเสมือน

3.2.1 ปริมาณความจ้าหรือค่าความจ้าผิว (Luminance)

เมื่อปริมาณแสงตกกระทบวัตถุจะเรียกว่า "การส่องสว่าง" (Illumination) ซึ่งหมายถึงความหนาแน่นหรือความเข้มของปริมาณแสง (Luminous Flux) ที่ตกกระทบบนตำแหน่งใด ๆ ของวัตถุ และมีหน่วยวัดเป็นลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) หรือลักซ์ (lux) แต่สิ่งที่ตาเราเห็นคือ ความจ้า เป็นความจ้าของแสงตามธรรมชาติอันเกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตาซึ่งเรียกว่า "ปริมาณความจ้า" หรือ "ค่าความจ้าผิว" และมีหน่วยวัดเป็นแคนเดล่าต่อตารางเมตร (cd/m^2) เมื่อเพิ่มปริมาณแสงมากขึ้นความจ้าจะเพิ่มมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามความจ้าของวัตถุใด ๆ ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถในการสะท้อนแสง (Reflectance)

ของวัตถุนั้น ๆ ด้วย และคนเราจะสามารถมองเห็นได้ก็ต่อเมื่อปริมาณความจ้ามีค่ามากขึ้นเกิน Threshold Value และในกรณีที่วัตถุมีความจ้ามากขึ้นก็จะมีผลทำให้สมรรถนะของสายตาดีขึ้น คือสามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น วัตถุยิ่งเล็กหรือมีความแตกต่าง (Contrast) น้อย ก็ต้องการปริมาณความจ้ามาก นั่นก็คือจะต้องเพิ่มปริมาณการส่องสว่าง แต่ถ้าวัตถุมีขนาดใหญ่และความแตกต่างมาก ปริมาณของการส่องสว่างที่ต้องการก็ย่อมน้อยกว่า

ในความรู้สึกของมนุษย์สมรรถภาพตาที่ดีที่สุดเรียกว่า "Threshold" ดังนั้นในสภาพที่มีแสงมัวมาก ๆ อย่างที่สุด แต่ยังสามารถมองเห็นได้ในสภาวะการเฉพาะนั้น ๆ เรียกว่า "Threshold Value" ถ้าตาตอบสนองต่อแสงที่เกินระดับ Threshold ดังกล่าวเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถเห็นภาพได้ แต่ถ้ามีการตอบสนองต่อแสงที่ต่ำกว่าระดับ Threshold ก็จะไม่สามารถเห็นภาพได้ จริง ๆ แล้วการตอบสนองหรือเกิดการเห็นขึ้นมันไม่ได้ง่ายเช่นนี้ เพราะว่าบางครั้งมนุษย์ก็สามารถเห็นภาพได้ แม้แต่ขณะที่มีความมืดมาก ๆ และในทางตรงกันข้ามอาจจะมองไม่เห็นอะไรเลย แม้ว่าจะมีการตอบสนองเกินค่า Threshold นี้ก็ตาม สาเหตุที่เป็นเช่นนี้มีเหตุผลอยู่สองประการ ประการแรกคือตัวของแสงเองไม่ได้ฉายออกมาจากแหล่งของมันอย่างต่อเนื่อง โดยจะฉายแสงออกมาอย่างแรงกล้าในหน่วยเล็ก ๆ ที่เรียกว่า 'Quanta' ในทิศทางที่ไม่แน่นอน แม้แต่แหล่งกำเนิดแสงที่คงที่ ที่มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยของการฉายแสงในช่วงกำหนดคงที่ แต่เวลาที่เท่ากันและติดต่อกัน มันก็ไม่สามารถฉายแสงออกมาได้ด้วยจำนวนเดียวกันอย่างเที่ยงตรงได้ ลักษณะเช่นนี้อาจเปรียบเทียบได้กับหยดฝน ในขณะที่เกิดฝนตก คือจำนวนหยดฝนที่ตกลงบนพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ขนาดหนึ่งนิ้วที่อยู่ติดกันบนพื้นดิน ก็จะมีจำนวนที่แตกต่างกันอยู่บ้าง โดยใช้เวลาเพียง 2-3 นาที ดังนั้น Threshold ของมนุษย์จะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความแปรปรวนสุ่ม (Random Variation) เหล่านี้ของแสง ปัจจัยที่สองก็คือว่า ร็อดและโคนจะรับจำนวนหน่วยของการแผ่รังสีของแสงไม่สม่ำเสมอในขณะที่อยู่ในสภาพของความไวเดียวกัน ตัวอย่างเช่นถ้ามีพลังงานการแผ่รังสีของแสงสองขนาด ตกลงบนโมเลกุลของร็อด ติดตามกันมาอย่างรวดเร็วมาก พลังงานหน่วยที่สองจะไม่มีผลทำให้เกิดการเห็นได้ เพราะว่าโมเลกุลของร็อดไม่มีเวลาพอที่จะทำให้เกิดความไวในการรับแสงของมันให้กลับคืนมาได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ และปริมาณของแสงสองขนาดอาจตกที่บริเวณแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แน่นอนที่สุดปริมาณของแสงบางส่วนจะสะท้อนกลับออกมาจาก

ผิวหน้าที่ไปรั่งแสงต่าง ๆ ของตา และก็มีบางส่วนที่ถูกดูดกลืนด้วยตัวกลางของตาก่อนที่จะถึงจอตา นอกจากนี้ยังมีบางส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนด้วยร็อดและโคน ถ้าหากร็อดและโคนได้รับแสงในช่วงแรก ๆ

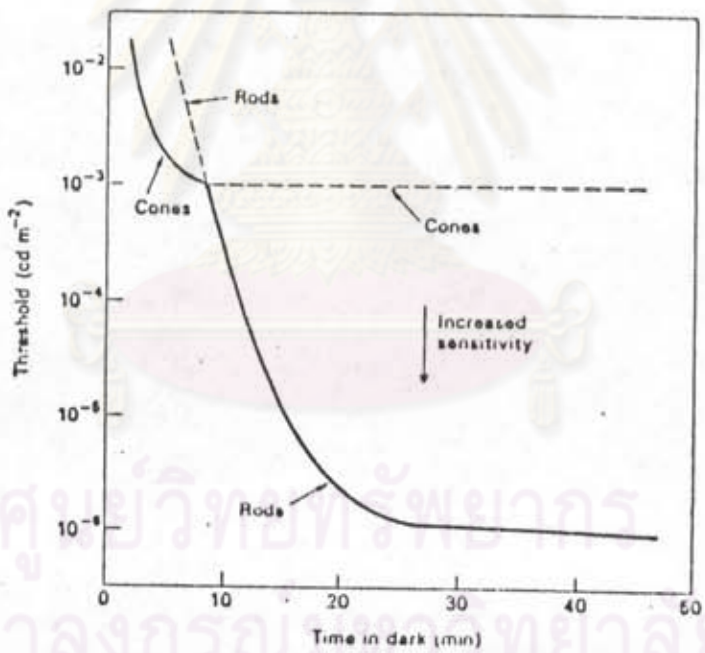
Threshold ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาความไวของตา เมื่อถูกกระตุ้น ตัวอย่างที่ดีมากก็คือฟังชั่นแสดงการปรับสภาพสายตาให้เข้ากับความมืด (Dark Adaptation Function) ที่แสดงในรูป 3.1 การเปลี่ยนแปลงระดับการกระตุ้นที่ต่ำที่สุดที่ทำให้เกิดความรู้สึกต่อแสง (Absolute Threshold) จะแสดงด้วยตัวเลขตามความไวของตาที่เพิ่มขึ้นเมื่อตาปรับสภาพขณะอยู่ในที่มืด ฟังชั่นนี้เป็นค่าที่เกิดขึ้นโดยครั้งแรกให้ตาอยู่ในสภาวะสมดุลย์กับบริเวณที่มีปริมาณความจ้าไม่มากนัก (Moderate) แล้วค่อย ๆ เพิ่มปริมาณความจ้าไปเรื่อย ๆ ซึ่งตาก็จะปรับสภาพของตัวเองให้เข้ากับปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ลักษณะเช่นนี้คือการปรับสภาพสายตาเมื่ออยู่ในที่สว่าง (Light Adaptation) โดยอาจจะใช้เวลาเพียง 5 นาที ก็จะสมบูรณ์(3)

ปกติแล้วฟังชั่นแสดงการปรับสภาพสายตาเมื่ออยู่ในที่มืดจะแบ่งออกเป็นสองส่วนอันเนื่องมาจากการเกิดสารสีของร็อดและโคน ไม่เกี่ยวข้องกัน จากรูป 3.1 Luminance Threshold ของจอตาที่รับภาพในเวลากลางวัน เพื่อให้มีลานสายตากว้างคือ 1 องศา หรือมากกว่าเป็น 10^{-3} cd/m^2 และ Luminance Threshold ของจอตาที่รับภาพในเวลากลางคืนเป็น 10^{-6} cd/m^2 และสำหรับกรณีที่แสงเป็นจุดปริมาณความจ้าที่น้อยที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ (Threshold Point Brilliance) คือ 3.4×10^{-9} ลักซ์ ซึ่งเป็นการส่องสว่างที่ตาได้รับจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มของการส่องสว่าง 1 แคนเดล่า ที่ระยะทาง 17 กิโลเมตร

3.2.2 ความแตกต่างของสีและแสงของวัตถุ กับฉากด้านหลังหรือบริเวณโดยรอบ (Contrast)

การมองเห็นวัตถุภายใต้สภาวะรอบตัวมันเองนั้นขึ้นอยู่กับความแตกต่างของปริมาณความจ้า หรือสี ระหว่างตัววัตถุกับบริเวณรอบข้าง เมื่อใดก็ตามถ้าปริมาณความจ้าเพิ่มขึ้น จะทำให้ตาไวต่อความแตกต่างมากขึ้น คือหมายถึงว่า ถ้า Contrast ยิ่งมาก การมองเห็นก็ยิ่งทำได้ง่าย ความต้องการปริมาณแสงลดน้อยลง ยกตัวอย่างเช่น ตัวหนังสือดำบนกระดาษขาว ย่อม

เห็นได้ง่ายกว่าตัวหนังสือสีดำบนพื้นสีเทา และถ้า Contrast ยิ่งน้อย ปริมาณแสงที่ต้องการมีมากขึ้น เช่น การเย็บผ้าสีดำด้วยด้ายสีดำ ย่อมต้องการแสงเป็นจำนวนมาก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามความไวของตาต่อ Contrast นี้จะลดลงถ้าปริมาณความจ้าและสีเปลี่ยนไปมาก ๆ เช่น แหล่งกำเนิดแสงจ้าที่อยู่ภายในขอบเขตของลานสายตาขณะทำงาน จะทำให้เกิดแสงแยงตา (Glare) ซึ่งจะลด Contrast ลงหรือขณะเมื่อมองวัตถุแล้วหันไปมองบริเวณอื่นที่มีความจ้ามากกว่าก็จะทำให้ Contrast ลดลง อันเนื่องมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้น ๆ ของการปรับสภาพสายตา ถ้าแสงมีปริมาณความจ้าสูง (high Luminance) และสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาก็จะทำให้เกิดการรบกวนต่อการเห็น แล้วยังลด Contrast ลงอีกด้วย



รูปที่ 3.1 ฟังชั่นการปรับสภาพสายตาให้เข้ากับความมืดหลังจากที่ปรับเข้ากับแสงมาแล้ว

(จากหนังสือ The Perception of Light and Colour)

3.2.3 ขนาด, รูปร่าง และความหยาบละเอียดของวัตถุ

การจำแนกแยกแยะทางสายตาต่อขนาด รูปร่าง และความหยาบละเอียดเป็นขบวนการทางด้านจิตสรีรวิทยา (Psychophysiological Process) ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างน้อยที่สุดก็ต้องประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการคือ

1) สามารถที่จะรับรู้ Contrast ได้ดี
2) สามารถที่จะแยกแยะรายละเอียดต่าง ๆ ที่ซับซ้อนได้ดี
3) สามารถมองเห็นความลึกและกะระยะได้

ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดที่ซับซ้อนจะแสดงอยู่ในรูปของความคมชัดของสายตา ค่าความคมชัด (Acuity Value) ขึ้นอยู่กับคุณภาพของสายตาผู้ปฏิบัติงาน คุณสมบัติของสภาพแวดล้อม (Environment Characteristics) และปริมาณของความจ้าที่ทำให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน การเปลี่ยนแปลงขนาดเป็นวิธีการที่สำคัญในการปรับปรุงความสามารถของการเห็น เช่น ขยายรายละเอียดต่าง ๆ ให้ใหญ่ขึ้น นำเข้ามาใกล้ผู้ปฏิบัติงานหรืออาจใช้แว่นขยายช่วยในการมอง

การมองเห็นความลึกและระยะใกล้ไกลไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับหน้าที่ในการเคลื่อนไหวตา เช่น คุณภาพของการใช้สายตาร่วมกัน และหน้าที่ของสติปัญญา เช่น จดจำขนาด และรูปร่างของวัตถุต่าง ๆ ที่รู้จักได้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับการแปลความหมายของรูปแบบตัวกระตุ้นต่าง ๆ ที่บุคคลสนองตอบเมื่ออยู่ในสภาพลวงตาได้อีกด้วย ส่วนการมองเห็นความหยาบละเอียดนั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบของเงา และแสงที่ตกลงบนผิวหน้าวัตถุ

3.2.4 สีของแสงที่ส่องสว่าง

สีเป็นคุณสมบัติของแสง และช่วยทำให้การเห็นวัตถุต่าง ๆ ในบริเวณที่ทำงานได้ง่ายและรวดเร็ว การเห็นสีจะดีขึ้นตามปริมาณการส่องสว่างที่เพิ่มขึ้น การเห็นสีและการแยกแยะสีจะดีมาก ถ้าแสงตกลงบนจุดกึ่งกลางจอตา เช่น แสงสีแดงจะเห็นได้ดีเมื่อแสงตกลงกึ่งกลางของจอตา แต่สำหรับแสงสีน้ำเงินเป็นแต่เพียงตกลงบนบริเวณรอบนอกของจอตาก็สามารถจะเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากภายในโฟเวียมีโคนที่ไวต่อสีน้ำเงินน้อยกว่าบริเวณรอบ ๆ ถ้าแสงที่ส่องสว่างวัตถุเป็นแสงที่ประกอบไปด้วยขนาดความยาวคลื่นเหมือนกับแสง

อาทิตย์ ซึ่งคุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่า "การคงตัวของสี" (Color Constancy) อย่างไรก็ตาม ถ้าแสงมีส่วนผสมของแถบแสงสีแตกต่างจากแสงอาทิตย์มาก ๆ ก็จะมีผลทำให้สีที่เห็นเปลี่ยนไป ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.4

การเห็นสีของวัตถุไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแถบแสงสีของแสงที่ให้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผิวหน้าของวัตถุ, ปริมาณความจ้า, ความแตกต่างของสี และสภาพของสายตาที่ปรับให้เข้ากับสี (Color Adaptation) นอกจากนี้แล้วตาจะต้องไม่มีความบกพร่องในการมองเห็นสี เพราะไม่เช่นนั้นจะทำให้การมองเห็นสีผิดไปจากความเป็นจริง และความสามารถในการจำแนกสีลดลง ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.4.5 ซึ่งความบกพร่องในการมองเห็นสีนี้ เป็นสิ่งสำคัญในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสี เช่น งานในโรงงานทอผ้า โรงงานผลิตสี เป็นต้น

3.2.5 การเคลื่อนไหวของวัตถุและเวลาที่ใช้ในการมอง

การมองเป้าหมายเคลื่อนที่ ภาพเสมือนที่เกิดบนจอตาก็จะเคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งแม้ว่าบริเวณรอบนอกของจอตาจะมีความคมชัดของสายตาต่ำก็ตาม แต่ก็มีความไวต่อภาพที่เคลื่อนไหวมาก ด้วยเหตุนี้เองวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวจะมองเห็นได้ชัดมากกว่าวัตถุที่อยู่กับที่เมื่อมองด้วยบริเวณรอบนอกของจอตาหรือส่วนนอกของลานสายตา ความเที่ยงตรงของการมองวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง Contrast และเวลาที่ใช้มอง ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อย่อยที่ 3 ของหัวข้อที่ 2.5

3.2.6 ตำแหน่งบนจอตาที่เกิดภาพเสมือน

ความคมชัดของสายตาคือความสามารถของตาในการแยกแยะรายละเอียดที่เล็ก ๆ ได้ แต่ความสามารถนี้จะลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าภาพเสมือนที่ปรากฏบนจอตาเคลื่อนที่ออกจากโฟเวีย สำหรับงานที่ต้องการให้ผู้ปฏิบัติทราบรายละเอียดมาก ๆ ระบบการมองเห็นจะทำหน้าที่ด้วยประสิทธิภาพที่สูง คือทำให้ภาพของวัตถุตกลงบนแกนสายตาพอดี แล้วภาพนี้จะเคลื่อนสู่โฟเวีย ทำให้การเห็นมีความคมชัด

3.3 คุณสมบัติต่าง ๆ ของแสง

ปริมาณความจ้าจะประทะสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของงานดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 3.2 การที่จะลดการประทะสัมพันธ์ให้น้อยลงก็ต้องเพิ่มปริมาณการส่องสว่างมากขึ้น เพื่อให้มีความสว่างพอเหมาะต่อการมองเห็น ซึ่งแสงสว่างไม่เพียงแต่ช่วยให้เห็นดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้น แม่นยำขึ้น ทำงานละเอียดผิดน้อยลง และลดจำนวนอุบัติเหตุด้วย ไม่จำเป็นต้องเปิดไฟสว่างจ้าเสมอไป ถ้าไฟสว่างมากไปอาจเป็นเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เพราะแสงที่มากเกินไปทำให้ตาพร่า มองเห็นชัดน้อยลง

นอกจากความสว่างของแสงแล้ว แสงแยงตา (Glare) และแสงวาบ (Flicker) ก็เป็นคุณสมบัติของแสงอีกอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการมองเห็น

3.3.1 แสงแยงตา (Glare)

แสงแยงตาแบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 2 ชนิดคือ แสงแยงตาที่เกิดจากต้นกำเนิดแสง (Direct Glare) และแสงแยงตาที่เกิดจากการสะท้อน (Reflecced Glare) แสงแยงตาที่เกิดจากต้นกำเนิดแสงจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณความจ้าจากต้นกำเนิดแสงอื่น ๆ หรือจากแสงที่ส่องเข้ามาทางหน้าต่างมีมากกว่าปริมาณความจ้าภายในห้อง ส่วนแสงแยงตาที่เกิดจากการสะท้อนจะเกิดจากการสะท้อนของแสงจากพื้นผิวที่เป็นเงาหรือพื้นผิวกึ่งด้าน แสงแยงตาทั้ง 2 ชนิดนี้มีผลกระทบต่อการมองเห็น 2 แบบคือ แบบแรกทำให้เกิดความเสียหายต่อการมองเห็น (Disability Glare) คือทำให้การมองเห็นผิดไปจากปกติ โดยไม่จำเป็นต้องทำให้รู้สึกรำคาญ ส่วนแบบที่สองเป็นแสงแยงตาที่ทำให้เกิดความรำคาญในการมอง (Discomfort Glare) เท่านั้น โดยไม่ทำความเสียหายต่อการมองเห็นเลย แต่อย่างไรก็ตาม ผลกระทบต่อการมองเห็น 2 แบบดังกล่าวนี้ บ่อยครั้งมากที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน สำหรับปัญหาการเกิดแสงแยงตาภายในอาคารโดยทั่ว ๆ ไปนั้นจะมีปัญหาเรื่องแสงแยงตาที่เกิดจากต้นกำเนิดแสง แล้วทำให้เกิดความรำคาญมากกว่าที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อการมองเห็น แสงแยงตาที่ทำให้เกิดความรำคาญจะพบได้ทั่ว ๆ ไป เช่น เมื่อรู้สึกว่าการมองเห็นไม่สะดวกสบายเท่าที่ควรคือ มีแสงสว่างจ้าอยู่ในขอบเขตลานสายตา และความไม่สะดวกสบายนี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป สำหรับแสงแยงตาที่ทำความเสียหายต่อการมองเห็นจะ

เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่ใหญ่ แต่มีปริมาณความจ้าต่ำหรือเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก แต่มีปริมาณความจ้าสูง โดยแสงที่ส่องจะอยู่ใกล้กับระดับแนวสายตา

3.3.2 แสงวาบ (Flicker)

แสงวาบหมายถึง แสงที่ส่องสว่างด้วยความเข้มไม่สม่ำเสมอ และมีความถี่ต่ำ แสงวาบนี้อาจเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงเองหรือบริเวณอื่น ๆ ที่ถูกส่องสว่าง โดยอยู่ในขอบเขตลานสายตา ความถี่ของการได้รับแสงวาบจะขึ้นอยู่กับปริมาณความจ้า พื้นที่ของแหล่งกำเนิดแสงหรือบริเวณที่ถูกส่องสว่าง แล้วทำให้เกิดแสงวาบ สำหรับผลของแสงวาบต่อการมองเห็นคือ แสงวาบจะรบกวนสภาวะของสายตา และทำให้การมองไม่สะดวกสบาย ซึ่งทั้งแสงวาบและแสงแยงตาดังกล่าวข้างต้นถ้าไม่สามารถกำจัดออกไปได้ หรือไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ก็จะทำให้สมรรถนะของสายตาเลวลง

3.4 สายตา (Eyesight)

การมองเห็นวัตถุและปฏิกริยาต่าง ๆ ของนัยน์ตาที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมรอบข้าง เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อน ซึ่งในบุคคลที่มีนัยน์ตาปกติจะมีระบบการมองเห็นที่สามารถปรับสภาพสายตาเพื่อทำให้เกิดการเห็นได้ทุกระยะ แต่อย่างไรก็ตามการเพ่งจัดระยะที่ต้องกระทำอย่างรวดเร็ว บางครั้งก็มีปัญหาบ้าง อันเนื่องมาจากการปรับขนาดของรูม่านตา และการจัดตำแหน่งของลูกตา ในกรณีที่ต้องใช้สายตาเพ่งมองในระยะใกล้ ๆ นาน ๆ จะทำให้เกิดความเครียดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ต้องเบนแกนสายตาทั้งสองข้างเข้าหากัน และการที่ต้องเพ่งจัดระยะอยู่ตลอดเวลา ซึ่งปัจจัยทั้งสองอย่างนี้ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบลักษณะการทำงานและบริเวณที่ทำงาน คุณสมบัติของสายตาแต่ละคนไม่เหมือนกัน และจะเปลี่ยนไปตามอายุ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับโรคต่าง ๆ อีกด้วย เช่น โรคเบาหวาน สำหรับคนที่มีอายุมากขึ้น ความสามารถในการเพ่งจัดระยะจะลดลง การแก้ไขจะทำได้ก็โดยใช้แว่นสายตาช่วย ซึ่งก็จะทำให้สภาพการมองเห็นดีขึ้น แต่การเพ่งจัดระยะก็ยังมีขีดจำกัดเหมือนเดิม นอกจากนี้ความสามารถในการถ่ายทอดแสงในสื่อของตาลดลง แต่ความสามารถในการกระจายแสงจะเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ตามีความไวต่อแสงแยงตาอย่างมาก โดยเฉพาะแสงแยงตาที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อการมองเห็นด้วยเหตุนี้เอง คนเราเมื่อมีอายุมากขึ้น (ปกติเกิน 40 ปีขึ้นไป) สมรรถนะสายตาจะเลวลง

3.5 เสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ ซึ่งทำให้ความดันของอากาศสั่นสะเทือนเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ ภายในความดันของบรรยากาศ ระดับของเสียงสามารถวัดได้ โดยวัดระดับการสั่นสะเทือนของความดันเสียง (Sound Pressure Level) ซึ่งหน่วยที่ใช้วัดคือ เดซิเบล โดยธรรมชาติแล้วหูของคนไม่สามารถรับเสียงที่มีระดับการสั่นสะเทือนเท่ากัน ได้ดังเท่ากัน ถ้าความถี่ของเสียงต่างกัน ทั้งนี้หมายความว่าหูสามารถรับเสียงที่ความถี่ระดับหนึ่งได้ดีกว่าความถี่อีกระดับหนึ่ง ซึ่งระดับความถี่ที่หูสามารถได้ยินมากที่สุดคือ 500-5,000 เฮิร์ทซ์ ด้วยเหตุนี้ เครื่องมือที่ใช้วัดจึงออกแบบให้ใช้วัดระดับความถี่ดังกล่าวนี้ และความถี่เสียงระดับนี้นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร ได้กำหนดให้อยู่ใน Scale-A ดังนั้น ความดังของเสียงจึงมีหน่วยเป็น dBA (Decibel Scale-A) ตามปกติคนเราจะทนระดับของเสียงได้ประมาณ 120 เดซิเบล (เอ) และข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลกสำหรับระดับที่ปลอดภัยคือ 85 เดซิเบล (เอ) เมื่อสัมผัสวันละ 8 ชั่วโมง ส่วนของประเทศไทยตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย ในหัวข้อเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม ได้กำหนดไว้ที่ 90 เดซิเบล (เอ) เมื่อสัมผัสเกินวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง ระดับของเสียงที่สูงกว่านี้จัดเป็นเสียงอึกทึกหรือเสียงรบกวน (Noise) ซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงปรารถนาสำหรับคนเรา แต่อย่างไรก็ตามเสียงในระดับสูงตั้งแต่ 80 เดซิเบล (เอ) ขึ้นไป จะก่อให้เกิดความรำคาญ แต่ถ้าได้ยินบ่อย ๆ จะเกิดความเคยชินจนทนได้ ถึงกระนั้นก็ตามก็ยังส่งผลเสียหาย ซึ่งจะเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัวสำหรับคนส่วนมาก กล่าวคือ ทำให้หูตึงหูหนวก ท้องเฟ้อ เส้นโลหิตตีบ โรคหัวใจ โรคความดันโลหิต เป็นต้น และสำหรับผลเสียทางด้านจิตใจก็คือ ทำให้อารมณ์เปลี่ยนแปลง จิตใจปั่นป่วน สมาธิที่จดจ่อในการทำงานเสียไป หงุดหงิดไม่ไหง่าย มีอาการเครียดทางประสาทเพิ่มขึ้น ทำให้กลายเป็นโรคจิตหรือโรคประสาทได้ ซึ่งด้วยเหตุผลอันนี้เอง ถ้าจะพิจารณาในแง่สมรรถนะของสายตา ก็อาจกล่าวได้ว่าเสียงรบกวนน่าจะมีผลต่อสมรรถนะของสายตาด้วย เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์และการเกิดความเครียดของประสาทนั้นมีผลกระทบต่อการทำงานของม่านตา ซึ่งทำให้รูม่านตาผิดขนาดไปจากที่ควรจะเป็น ผลที่ตามมาก็คือทำให้สภาพของสายตาเลวลง และสูญเสียความคมชัดไป ซึ่งการเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ก็เท่ากับเป็นการเสริมผลกระทบของเสียงรบกวนต่อประสิทธิภาพของการทำงานด้วย กล่าวคือ เสียงรบกวนมาก ๆ ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง ผลผลิตและคุณภาพตกต่ำ และอุบัติเหตุเพิ่มขึ้น(31)

3.6 อุณหภูมิ

อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศต่อร่างกายเป็นเรื่องสำคัญ ทั้งนี้เพราะว่าอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและทางสรีรวิทยา แล้วมีผลทำให้ความต้านทานต่อการติดเชื้อมีน้อย อาจเกิดโรคบางอย่างได้ง่าย และอัตราตายจากโรคสูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศที่ไม่เหมาะสม เช่น ร้อนจัดเกินไป หรือเย็นจัดเกินไปมีผลต่อการปฏิบัติหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ อย่างมาก และอาจเป็นอันตรายถึงตายได้ ดังกรณีเป็นลมเพราะอากาศร้อน และโรคความกัด เป็นต้น

การจัดอุณหภูมิอากาศในสถานที่ทำงานให้อยู่ในเกณฑ์สบาย จะทำให้การปฏิบัติงานทั้งในด้านใช้แรงงานหรือความนึกคิดมีประสิทธิภาพดีขึ้น ถ้าจัดอุณหภูมิให้ได้เหมาะสมที่สุด ประสิทธิภาพเหล่านี้จะสูงสุด ถ้าหากอุณหภูมิสูงขึ้นเหนือเกณฑ์สบาย จะทำให้รู้สึกไม่สบายเหนื่อยล้า อารมณ์หงุดหงิด สมรรถภาพการใช้สมองลดลง ทำงานผิดพลาดบ่อยขึ้น อุบัติเหตุเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการทำงานแบบที่ต้องใช้ความชำนาญและความปราณีตลดลงอย่างเห็นได้ชัด และสำหรับกรณีที่อุณหภูมิอากาศในสถานที่ทำงานเย็นจัดเกินไป ก็จะทำให้เกิดความรำคาญและกระวนกระวาย ทำงานพลาดเพราะขาดสมาธิและจากการสั่นสะท้าน ซึ่งด้วยผลกระทบที่เกิดจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวเหล่านี้ ถ้าจะพิจารณาในแง่สมรรถนะของสายตา ก็จะมีลักษณะเหมือนกับผลกระทบของเสียง ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.4 ข้างต้น

การตัดสินว่าสภาพอากาศอย่างไรจึงจะเหมาะที่สุดต่อร่างกายนั้น นอกจากอุณหภูมิของอากาศโดยตรงแล้วจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการระบายความร้อนด้วย ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและกระแสลม ความชื้นของอากาศจะขัดขวางการระบายความร้อน โดยการระเหยของเหงื่อ ส่วนกระแสลมจะช่วยเพิ่มการระบายความร้อนจากผิวหนังโดยการพา ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิสบายสำหรับคนไทยซึ่งสรุปผลดังนี้คือ(32) อุณหภูมิอากาศที่สบายที่สุดของผู้ชายเท่ากับ 24.0 ± 1.3 องศาเซนติเกรด ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 62-72 กระแสลม 22-30 เซนติเมตรต่อวินาที ส่วนของผู้หญิง อุณหภูมิอากาศที่สบายที่สุดเป็น 22.3 ± 2.5 เซนติเกรด ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 59-89 กระแสลม 21-60 เซนติเมตรต่อวินาที และนอกจากนี้ยังมีผู้ได้ศึกษาถึงขีดความทนต่อสภาพอากาศร้อนของคนไทย ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้คือ(33) จากการศึกษาคนไทย 21 คน ขณะที่นั่งพัก ได้ค่าเฉลี่ยคิดเทียบเป็นอุณหภูมิอากาศที่มีความชื้น

สัมพัทธ์ร้อยละ 100 ปราศจากกระแสลม ได้เท่ากับ 35.0 ± 1.0 องศาเซนติเกรด หญิงทนอากาศร้อนได้เท่ากับชาย ขีดความทนของหญิงเท่ากับ 34.6 ± 1.1 องศาเซนติเกรด ส่วนของชายเท่ากับ 35.3 ± 3.1 องศาเซนติเกรด ค่าแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเทียบกับรายงานในต่างประเทศที่อยู่ในเขตอากาศที่เย็นกว่าคนไทย ทั้งหญิงและชายจะทนอากาศร้อนได้สูงกว่า

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ปัจจัยของความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมไม่ได้นำมาเกี่ยวข้อง เพียงแต่สนใจเฉพาะอุณหภูมิเท่านั้น

3.7 ประสพการณ์ในการทำงาน

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาให้ประสพการณ์ของการทำงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องศึกษา ทั้งนี้เพราะว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน ก็อาจทำให้สมรรถนะของสายตาเลวลงได้

นอกจากพารามิเตอร์ 6 ตัวดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก ที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะของสายตา กล่าวคือ สีของผนังห้อง เพดานและพื้น หรือแม้กระทั่งสีของเครื่องมือและเครื่องจักร ความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ ขีดจำกัดของลานสายตา อันเนื่องมาจากการจัดบริเวณที่ทำงาน และขีดจำกัดในการเคลื่อนไหวตัวหรือศีรษะเพื่อให้การมองเห็นได้สะดวกสบายมีความคมชัดสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย