



การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของ
สัดส่วนร่างกายด้วยเทคนิคจัดกลุ่มแบบเคมีน
ERGONMICS OFFICE FURNITURE SIZING SET ARRANGEMENT
BASED ON ANTHROPOMETRICS USING K-MEANS
CLUSTERING TECHNIQUES

ปรีชาพล บุญส่ง*, สุธนิตย์ พุทธพนม

Preechapon Boonsong*, Sutanit Puttapanom

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Engineering, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: preechaponb@gmail.com

วันที่เข้ารับ 19 ตุลาคม 2566

วันที่แก้ไขบทความ 19 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 21 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

สัดส่วนร่างกายบุคคลมีผลต่อขนาดโต๊ะเก้าอี้ในสำนักงาน เพื่อการนั่งปฏิบัติงานตามหลักการยศาสตร์ แต่การผลิตเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมรายบุคคลนั้นเป็นไปค่อนข้างยาก การมีจำนวนชุดขนาดที่มากขึ้นจะช่วยให้ผู้ใช้งานเลือกใช้โต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายได้ งานวิจัยนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเสนอแนวทางในการผลิตโต๊ะเก้าอี้ในสำนักงานโดยมีวัตถุประสงค์คือ ศึกษาความเหมาะสมของขนาดความสูงโต๊ะเก้าอี้สำนักงานที่ใช้แพร่หลายปัจจุบันกับสัดส่วนร่างกายของคนไทยวัยทำงาน และหาชุดขนาดความสูงของโต๊ะเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายวัยทำงานด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน การศึกษาและตรวจสอบความเหมาะสมของสัดส่วนร่างกายและความสูงของโต๊ะเก้าอี้ขนาดมาตรฐานที่ใช้กันแพร่หลายในสำนักงานที่มีขนาดเดียวจากกลุ่มตัวอย่าง 857 คนพบว่า มีค่าความเหมาะสมเพียง 50 คน คิดเป็นร้อยละ 5.83 แต่เมื่อจัดกลุ่มชุดขนาดของโต๊ะเก้าอี้เป็น 2 (S และ L) และ 3 (S M และ L) ขนาด ด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน ได้ให้ค่าความเหมาะสมเพิ่มเป็นร้อยละ 89.38 และ 96.03 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเสนอขนาดความสูงของโต๊ะเก้าอี้จำนวน 3 ขนาดคือ S, M และ L เพื่อนำไปกำหนดชุดขนาดความสูงโต๊ะเก้าอี้ในสำนักงานที่เหมาะสมกับสัดส่วนคนไทยวัยทำงานสำหรับการผลิตต่อไป

คำสำคัญ: การยศาสตร์, เทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีน, เฟอร์นิเจอร์

Abstract

Ergonomically, a user's anthropometry and furniture are related. However, to produce furniture of exactly the right size for an individual is quite difficult. If multiple sizes are available, there will be a greater chance that a user can find an office desk and chair that is ergonomically suitable. Hence, the objectives of this research are to investigate the appropriateness of the current popular office desks and chairs, and propose the measurements for desk and chair sizes that would be more ergonomically appropriate for Thai office workers using k-mean clustering technique. For the furniture considered in this study, the office desk is 75 centimeters high, and the chair has seat height of 42 centimeters. The match between the sample anthropometry and desk and chair size is 5.83% or 50 out of 857 participants. However, after defining 2(S and L) and 3(S M and L) sizes of desk and chair sets, the percents of match increase significantly; the two-size and three-size are 89.38% and 96.03%, respectively. Therefore, the 3 sizes: S, M and L are recommended for Thai office workers.

Keywords: Ergonomics, Furniture, k-Means clustering

1. บทนำ

การนั่งปฏิบัติงานในสำนักงานพบว่ามากกว่าร้อยละ 90 ใช้เวลานั่งทำงานติดต่อกันวันละหลาย ชั่วโมงและอาจไม่มีการเปลี่ยนท่าทางการนั่งเกิน 1 ชั่วโมงส่งผลต่อความสามารถปฏิบัติงานและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคออฟฟิศซินโดรม เกิดโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยการทำซ้ำ ๆ ได้ (Genaidy *et al.*, 2017; Lewis *et al.*, 2002; สุทธิ, 2544) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวมาคือ การขาดความรู้ในการปรับเก้าอี้ให้เหมาะสมกับการนั่งของแต่ละบุคคล (จันทน์, 2560) ได้มีงานวิจัยของ อนุดา และวริศรา (2564) ที่ศึกษาปัญหาการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บทางกายศาสตร์สำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูก (Work-related musculo skeletal disorders: WMSDs) ที่เกิดจากการนั่งปฏิบัติงานเป็นอาการเจ็บป่วยของกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการใช้งานโต๊ะและเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของร่างกายตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomics) ที่เป็นการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้เหมาะกับบริบทการทำงานที่สามารถทำให้สามารถลดและป้องกันความปวดกล้ามเนื้อและกระดูกและทำให้สามารถนั่งทำงานได้นานมากยิ่งขึ้นได้ ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ลดอัตราการขาดงานลาออกส่งผลทำให้ผลผลิตรวมที่เพิ่มขึ้น (กิตติ, 2553) ทั้งยังส่งผลถึงการลดปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพและอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ (จันทน์, 2560)

หลักการของการยศาสตร์ ขนาดของเฟอร์นิเจอร์ (Dimensions) ที่เป็นโต๊ะเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometrics) ของผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตามการที่จะผลิตโต๊ะและเก้าอี้ให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับบุคคลนั้นเป็นไปได้ยาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องค่าใช้จ่ายการผลิตหรือการตลาดและอื่นๆ แต่ถ้ามมีการจัดชุดขนาดเหมือนในสินค้าบางประเภท อาทิ เสื้อผ้าที่มีขนาด S, M และ L ก็จะมีทางเป็นไปได้มากกว่า และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีงานวิจัยหลายเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มเพื่อจัดชุดขนาดที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อาทิ งานวิจัยของ Hsu *et al.* (2009) ได้วิจัยด้านการใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering) ที่ได้นำขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะอุตสาหกรรมด้านเสื้อผ้า โดยทำการศึกษาค้นหาข้อมูลสำคัญของขนาดสัดส่วนของร่างกาย ของเพศหญิงเพื่อนำไปสู่การกำหนดกลุ่มขนาดเพื่อใช้ในการปรับปรุงธุรกิจเสื้อผ้า ด้านการตลาด และด้านการขนส่ง โดยอ้างอิงขนาดมาตรฐาน ISO ต่าง ๆ มาทำการเปรียบเทียบ งานวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ด้านร่างกายและขนาดเสื้อผ้าที่จะออกสู่ตลาด โดย Zakaria (2011) ได้นำหลักการจัดกลุ่มไปออกแบบระบบการกำหนดขนาดต่าง ๆ (Sizing System) โดยใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อกำหนดขนาดเสื้อผ้าเด็กนักเรียนในประเทศมาเลเซียออกเป็นขนาดต่างๆ เช่น S, M และ L รวมทั้ง Thidarat & Sutanit (2019) ได้นำเทคนิคการจัดกลุ่มขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในโรงเรียนมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของร่างกายซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนที่มีขนาดเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนักเรียน ในขณะที่งานวิจัยของ Vithange *et al.* (2013) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบกำหนดกลุ่มขนาดกางเกง (Pant) สำหรับผู้หญิงในศรีลังกาที่ทำการศึกษถึงความจำเป็นในการกำหนดขนาดเสื้อผ้าสำหรับการผลิตที่ต้องมีการกำหนดขนาดไว้ก่อนหน้าเพื่อจะได้วางแผนผลิตออกมาเป็นขนาดมาตรฐานในอุตสาหกรรม และมาตรฐานนี้ก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของคนในแต่ละประเทศและได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 5 ขนาด ซึ่งแต่ละขนาดมีค่าที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้จัดขนาดตามความยาวช่วงขา (Inseam) และรอบเอว (Waist)

การจัดกลุ่มชุดขนาดด้วยวิธี k-Means เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มแบบหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ที่สามารถจัดกลุ่มของปัจจัยได้หลายมิติในเวลาเดียวกันและเป็นแบบไม่ต้องการกำหนดหรือระบุจำนวนกลุ่มหรือกลุ่มมาก่อน คือสามารถค้นหารูปแบบโดยอัตโนมัติและจัดกลุ่มชุดข้อมูลที่คล้ายกันเข้าด้วยกันโดยไม่ต้องใช้กฎที่ชัดเจนหรือกำหนดจำนวนหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (No labeled) (ปริญาญา, 2558) โดยมีลักษณะสร้าง Centroid-based คือค่ากลางแต่ละมิติเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มได้ซึ่งเหมาะกับปัญหาของงานวิจัยที่ไม่ทราบจำนวนกลุ่มชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์ที่แน่ชัดได้ เป็นอัลกอริทึมการจัดกลุ่มที่เรียบง่ายประมวลผลได้เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น (Chatterjee, 2019; Jain, 2010) และเป็นเทคนิคการจัดกลุ่มที่ใช้กันมากที่สุด (Milecia, 2020)

จากการทบทวนวรรณกรรมได้พบว่ามีการใช้เทคนิค k-Means ในการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ อาทิ การจัดส่วนของเนื้ออกในภาพรังสีวิทยาคลื่นสนามแม่เหล็กด้วยอัลกอริทึม k-Means แบบถ่วง

น้ำหนัก (Mehidi *et al.*, 2019) ผู้วิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดกลุ่ม k-Means แบบถ่วงน้ำหนัก มีประสิทธิภาพในการจัดส่วนเนื้องอกจากภาพ MRI ได้ เทคนิคนี้จะช่วยในการจัดขอบเขตของเนื้องอกได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีส่วนทำให้การวินิจฉัยและการวางแผนการรักษาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลของภาพแบบดิจิทัลไปใช้ได้กับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบ k-Means ได้ และมีงานวิจัยด้านการจัดส่วนภาพเพื่อการมองด้วยหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่นำ k-Means มาใช้สำหรับการจัดส่วนภาพซึ่งเป็นงานพื้นฐานในการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ โดย Tas & Ergin (2020) ได้ใช้ k-Means เพื่อจัดส่วนภาพทางการแพทย์เพื่อให้ได้การอธิบายเนื้องอกได้อย่างแม่นยำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวินิจฉัยโรคมะเร็งและการวางแผนการรักษา มีการกล่าวถึงทิศทางในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค Data-Mining เพื่อยืนยันว่าเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน อาทิ งานวิจัยของ (Jain, 2010) ได้ทำการศึกษาวิจัยในหัวข้อเรื่อง “Data clustering: 50 years beyond K-Means” โดยกล่าวถึงประวัติการจัดกลุ่ม เรื่องราวของ k-Means และการนำไปปรับปรุงขยายงานวิจัยต่อไปซึ่งเป็นอีกเหตุผลที่สนับสนุนการใช้เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูล

อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า มีงานวิจัยด้านการจัดชุดขนาดความสูงของโต๊ะเก้าอี้สำนักงานด้วยวิธี k-Means ค่อนข้างน้อย ดังนั้นจากหลักการและเหตุผลที่ได้กล่าวนำมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธีเคมีนเพื่อต้องการศึกษาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงานและหาขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย โดยแบ่งออกเป็นจำนวนกลุ่มขนาดโต๊ะเก้าอี้ต่าง ๆ และหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดที่มีขนาดความสูงเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้สำนักงานเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการกระบวนการผลิตจริงได้หรือแนวทางในการเลือกซื้อหรือปรับปรุงเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานให้มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงานเพื่อการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพตามหลักการยศาสตร์ได้

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

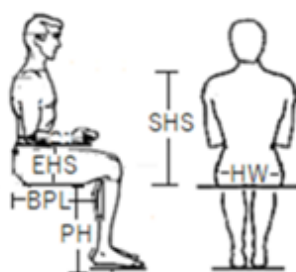
2.1 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของขนาดความสูงของเฟอร์นิเจอร์โต๊ะเก้าอี้สำนักงานขนาดที่แพร่หลายในปัจจุบันขนาดเดียวกับสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน

2.2 เพื่อหาชุดขนาดความสูงของโต๊ะเก้าอี้ที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทำงาน โดยใช้หลักการจัดกลุ่มแบบวิธี k-Means จำนวนกลุ่มชุดขนาดต่าง ๆ

2.3 เพื่อเสนอชุดขนาดความสูง (Dimensions) ที่เหมาะสมของชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่สามารถเป็นไปได้ในแง่การผลิตจริงและครอบคลุมคนส่วนใหญ่ให้มากที่สุด

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษารวบรวมทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสมการสำหรับตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้กับขนาดสัดส่วนร่างกายตามหลักการการยศาสตร์ด้วยวิธีการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งได้ผลการทบทวนตามตารางที่ 1 ที่แสดงสมการตรวจสอบความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายตามภาพที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย EHS: ความสูงศอก ,PH: ความสูงของขาพับในขณะนั่ง และ SHS: ความสูงไหล่จากพื้นที่นั่ง และผลิตภัณฑ์ ไม่พบแหล่งการอ้างอิง ประกอบไปด้วย DH: ความสูงโต๊ะ, SH: ความสูงพื้นเก้าอี้ ที่ส่งผลต่อการนั่งปฏิบัติงานที่เหมาะสมดังได้กล่าวไว้ในสมการ (1) และ (2)



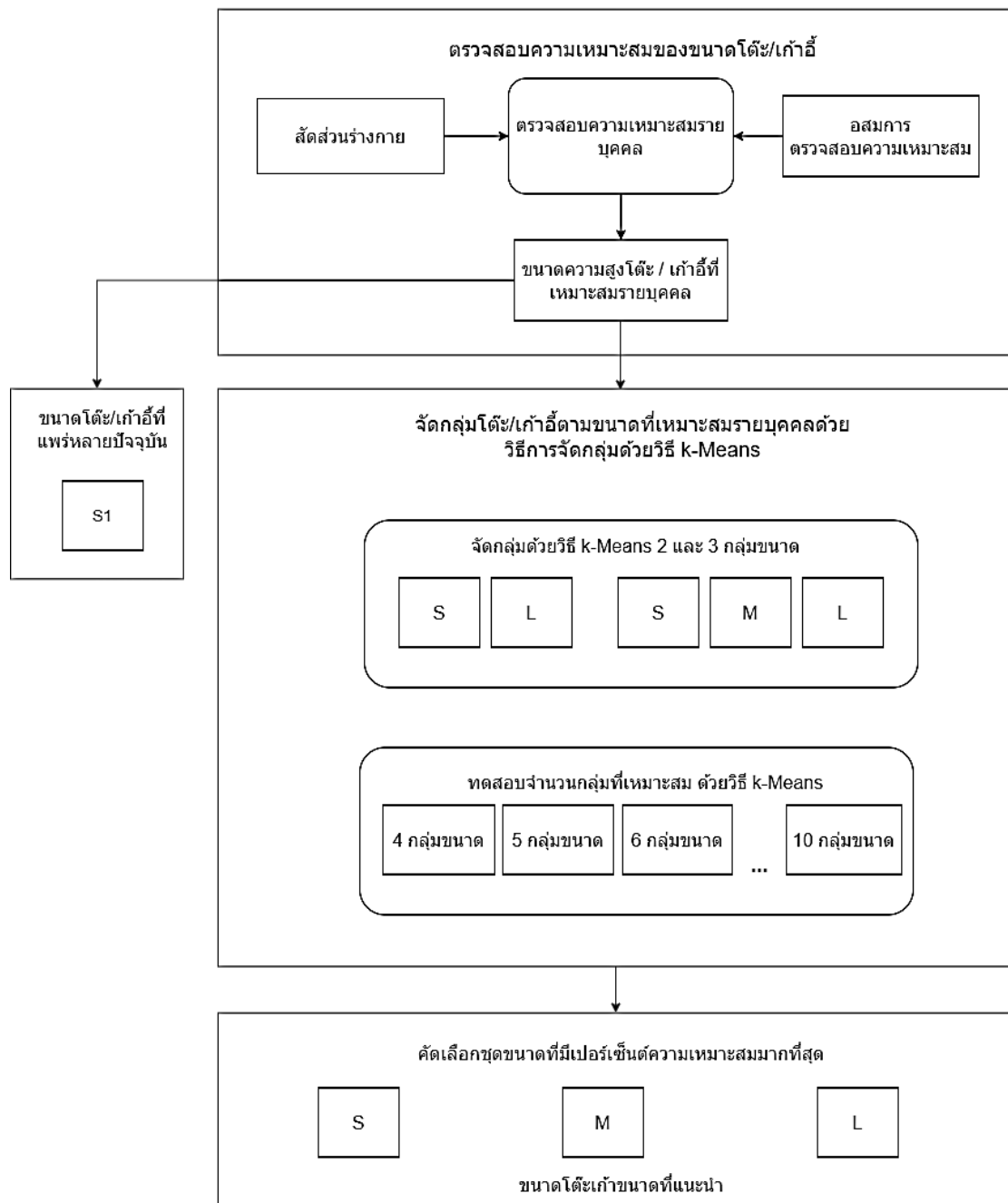
ภาพที่ 1 แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ดำเนินงาน



ภาพที่ 2 แสดงขนาดความสูงโต๊ะ(DH) เก้าอี้(SH) และระยะพื้นเก้าอี้พื้นโต๊ะ(SDH)

โดยจากสมการ (1) ในตารางที่ 1 ความสูงของที่นั่งที่ความสูงของที่นั่ง (SH) จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของขาพับ (PH) ซึ่งความสูงของที่นั่งนั้นต้องมีระดับที่ต่ำกว่าขาพับเพื่อให้ขาที่นอนล่างเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยที่ขาที่นอนล่างจะต้องทำมุม 5-30 องศา กับพื้น (Molenbroek *et al.*, 2003) และในปัจจุบันสำนักงานส่วนใหญ่มีการสวมรองเท้าขณะทำงาน ดังนั้น จึงต้องมีการคิดความสูงของพื้นรองเท้าด้วย (SC: Shoe correction) สมการตรวจสอบความเหมาะสมความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ ความสูงของโต๊ะทำงานจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับความสูงของศอก (EHS) โดยมุมองศาของศอกและมุมองศาที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่น้อยที่สุด คือ มุม 20 องศา และ 25 องศา ตามลำดับ

(Chaffin, 2006) ดังอสมการ (2) โดยที่ EHS คือ ความสูงของศอก SDH คือ ความสูงจากพื้นที่นั่งจนถึงโต๊ะ



ภาพที่ 3 แสดงกรอบงานวิจัย



ตารางที่ 1 แสดงผลการทบทวนวรรณกรรมสมการตรวจสอบความเหมาะสมที่ใช้แพร่หลาย

ขนาดต้องการ	สมการตรวจสอบความเหมาะสม	นักวิจัย ปี พ.ศ. ที่ใช้
SH	$(PH + SC)\cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + SC)\cos 5^\circ$ (1)	(Afzan <i>et al.</i> , 2012; Agha, 2010; Castellucci <i>et al.</i> , 2021; Dianat <i>et al.</i> , 2018; Gouvali & Boudolos, 2006; Kahya, 2019; Thidarat & Sutanit, 2019)
SDH	$ESH \leq SDH \leq 0.8517 * EHS + 0.14855 * SHS$ (2)	(Castellucci <i>et al.</i> , 2021; Kahya, 2019; Thidarat & Sutanit, 2017)
DH	$SH + SDH$ (3)	(Castellucci <i>et al.</i> , 2021; Kahya, 2019)

3.2 จัดเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อการพิจารณาความเหมาะสมของขนาดโต๊ะเก้าอี้ตามขั้นตอนที่ 1 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ ประชาชนวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 18 ปี ขึ้นไป จำนวน 857 คน จากงานตรวจสอบสุขภาพของประชาชนประจำปีซึ่งจัดโดยโรงพยาบาลวัดโบสถ์ อำเภอบัวโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก โดยคำนึงถึงจริยธรรมในมนุษย์เป็นสำคัญ และใช้เครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ แบบบันทึกข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) และดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกาย ทำการตรวจสอบด้วย Normality Test ซึ่งได้ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติซึ่งอนุมานได้ว่าสามารถเป็นตัวแทนประชากรได้ ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลส่วนสูงเนื่องจากส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนด้านความยาว (Oyewole *et al.*, 2010; Roebuck *et al.*, 1975) ซึ่งสัดส่วนทางด้านความยาวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ความสูงของขาพับด้านใน (Popliteal height: PH) ความสูงของข้อศอกระหว่างพื้นผิวที่นั่ง (Elbow Height Sitting: EHS) และความสูงจากพื้นที่นั่งถึงไหล่ (Shoulder height sitting: SHS) และดำเนินการวิจัยตามกรอบการวิจัยในภาพที่ 3

3.3 จัดสร้างข้อมูลความเหมาะสมรายบุคคล โดยเริ่มลำดับที่สำคัญจากการตรวจสอบความเหมาะสมของความสูงเก้าอี้ (SH) ด้วยสมการ (1) เป็นอันดับแรก ตามด้วยการหาส่วนระยะห่างระหว่างพื้นเก้าอี้และพื้นโต๊ะ (SDH) ด้วยสมการ (2) เป็นอันดับที่ 2 และหาความเหมาะสมของความสูงของโต๊ะ (DH) ด้วยสมการ (3) เป็นอันดับสุดท้าย

3.4 ตรวจสอบความเหมาะสมรายบุคคลกับขนาดโต๊ะเก้าอี้ที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบันคือ โต๊ะสูง 75 ซม. และเก้าอี้สูง 42 ซม. ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 930-2533) และทำการทดลองพร้อมหาร้อยละที่เหมาะสม สรุปเป็นรายงานผล

3.5 ทำการทดสอบการจัดกลุ่มด้วยค่าความสูงโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมรายบุคคลในขั้นตอนที่ 3 ออกเป็นจำนวนขนาดต่างๆ ด้วยฟังก์ชัน k-Means ในโปรแกรม MATLAB โดยใช้ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมรายบุคคลตามข้อ 3 เป็นข้อมูลนำเข้าและทำการทดลองจัดกลุ่มขนาดออกเป็นกลุ่มขนาดต่างๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขนาด 3 กลุ่มขนาด จนถึง 10 กลุ่มขนาด และสรุปผลรวม

3.6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมของทุกชุดขนาดโต๊ะและเก้าอี้เพื่อนำเสนอชุดขนาดที่มีจำนวนเหมาะสมรวมมากที่สุดและเป็นไปได้ในแง่การผลิตจริงได้ต่อไป

4. ผลการวิจัย

หลังจากคัดเลือกสมการตรวจสอบความเหมาะสมของสัดส่วนขนาดร่างกายทั้งสมการที่ (1) และสมการที่ (2) แล้วได้นำมาตรวจสอบกับขนาดขนาดโต๊ะ/เก้าอี้ขนาดที่แพร่หลายในปัจจุบันคือ ความสูงเก้าอี้ (SH) 42.5 ซม. และความสูงโต๊ะ (DH) สามารถสรุปจำนวนเหมาะสมได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเหมาะสมรวม (Match: M) เพียง 5.83% เท่านั้นแต่จำนวนไม่เหมาะสมรวม (Not match: N) มีถึง 94.17% แสดงให้เห็นได้ว่าขนาดที่มีในปัจจุบันไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทยเป็นอย่างมากในการกำหนดให้ใช้เพื่อการทำงานที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

จากผลวิเคราะห์ที่ใช้เก้าอี้สูง 42.5 ซม. และโต๊ะสูง 75 ซม. จึงได้เริ่มทำการทดสอบหาขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้รายบุคคล โดยการจัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means จำนวน 2 กลุ่ม ได้ผลลัพธ์ขนาดตามตารางที่ 3 ซึ่งเป็นขนาดความสูงของเก้าอี้และโต๊ะตามขนาดต่างๆ โดยมีขนาดที่ 1 (S1) คือ เก้าอี้สูง 39.42 ซม. โต๊ะสูง 63.3 ซม. และ ขนาดที่ 2 (S2) เก้าอี้สูง 42.16 ซม. โต๊ะสูง 70.16 ซม. ตามลำดับ และได้ผลสรุปความเหมาะสมรวมดังตารางที่ 4 โดยมีจำนวนเหมาะสม (M) ที่เพิ่มมากขึ้นเป็น 89.38% ซึ่งเป็นจำนวนที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งหมายความว่า การจัดกลุ่มมีผลอย่างมากต่อการได้ขนาดเฟอร์นิเจอร์โต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนร่างกายตามมาตรฐานความสูงโต๊ะเก้าอี้ที่แพร่หลายปัจจุบัน

ความเหมาะสมกับเก้าอี้สูง 42.5 ซม. และโต๊ะสูง 75 ซม.	จำนวนเหมาะสมรวม
M	5.83%
N	94.17%
ผลรวมทั้งหมด	100.00%

ตารางที่ 3 ค่าความสูงของโตะและเก้าอี้ได้จากการจัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม

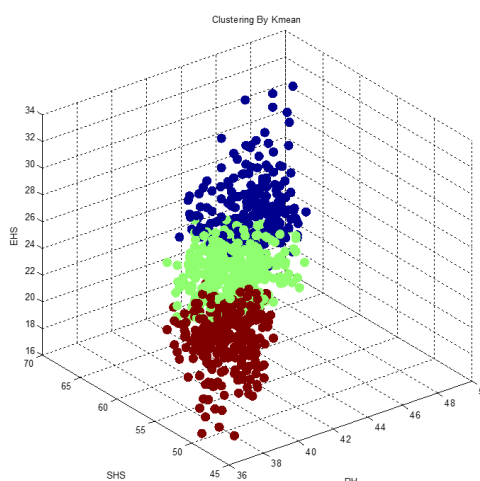
ชุดขนาด 2 กลุ่ม	ความสูงเก้าอี้(ซม.)	ความสูงโตะ(ซม.)
S1	39.42034905	63.32233583
S2	42.15974644	70.15774776

ตารางที่ 4 ค่าความเหมาะสมของโตะเก้าอี้ที่จัดด้วยวิธี k-Means แบบ 2 กลุ่ม

สรุปผลตามรายการ	จำนวนเหมาะสมรวม
M	89.38%
N	10.62%
ผลรวมทั้งหมด	100.00%

ตารางที่ 5 ค่าความสูงของโตะและเก้าอี้ที่ขนาดได้จากการจัดด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม

ชุดขนาด 3 กลุ่ม	ความสูงเก้าอี้(ซม.)	ความสูงโตะ(ซม.)
S1	38.98516135	61.87331315
S2	40.66847614	66.84092273
S3	43.0054073	72.01193225



ภาพที่ 4 แสดงการจัดกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกาย 3 กลุ่มขนาดด้วยเทคนิค k-Means

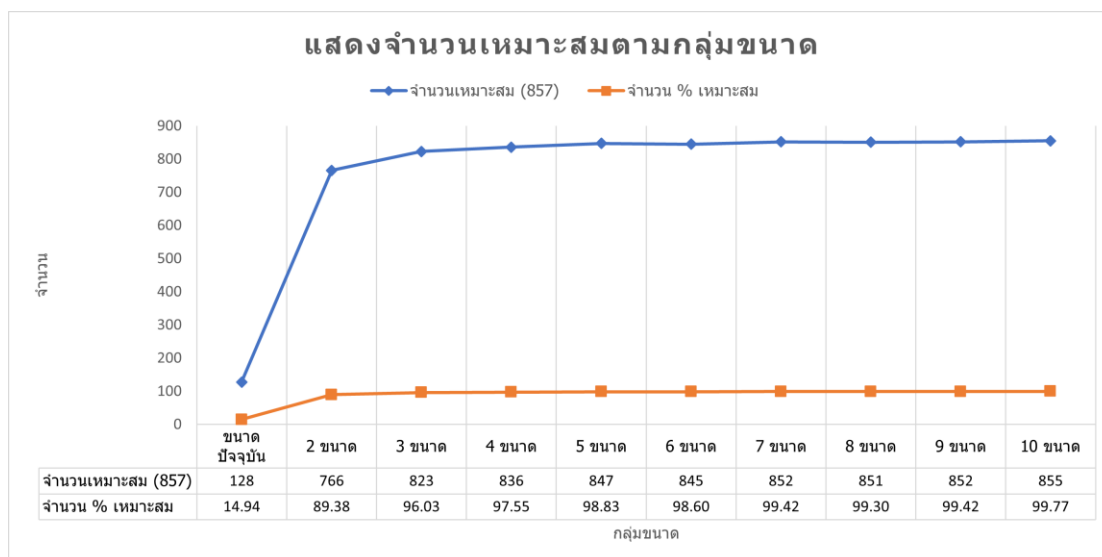
เมื่อจำนวนกลุ่มมีผลต่อการได้ขนาดเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้และโตะที่เหมาะสมเพิ่มมากขึ้นแล้ว จึงได้ทำการทดลองเพิ่มจำนวนกลุ่มขึ้น โดยจัดชุดข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายเป็น 3 กลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 4 และได้จัดทำชุดขนาดของโตะเก้าอี้จำนวน 3 ขนาด และได้กลุ่มขนาดดังตารางที่ 5 และมีความเหมาะสม (M) เพิ่มขึ้นเป็น 96.03% ดังตารางที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีจำนวนที่เหมาะสมเพิ่มมากขึ้น

เกือบครอบคลุมทุกคน ทำให้เห็นได้ชัดว่าจำนวนกลุ่มของขนาดความสูงเก้าอี้และโต๊ะมีผลต่อความเหมาะสมโดยรวมของขนาดโต๊ะเก้าอี้ในการปฏิบัติงานตามหลักการของการยศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ที่จัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม

สรุปผลตามรายการ	จำนวนเหมาะสมรวม
M	96.03%
N	3.97%
ผลรวมทั้งหมด	100.00%

จากการแสดงค่าความเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ที่จัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means แบบ 3 กลุ่ม แสดงผลวิเคราะห์ในตารางที่ 6 พบว่าการจัดกลุ่มที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมรวมที่เพิ่มขึ้นด้วย จึงได้ทำการทดลองจัดกลุ่มขนาดโต๊ะเก้าอี้ออกเป็นชุดขนาดจำนวนต่าง ๆ โดยได้ทดสอบเพิ่มจาก 4 ขนาดถึงจำนวน 10 ขนาด และได้ผลการทดลอง มีความเหมาะสมรวมเป็น 97.55%, 98.83%, 98.60%, 99.42%, 99.30%, 99.42% และ 99.77% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจำนวนความเหมาะสมมีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่ไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมสำหรับแต่ละชุดการจัดกลุ่มขนาดเฟอร์นิเจอร์

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การจัดชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานตามความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธี k-Means สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตตามลำดับดังนี้

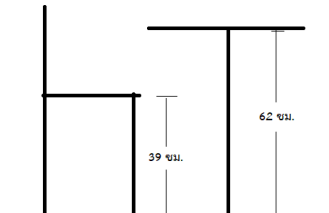
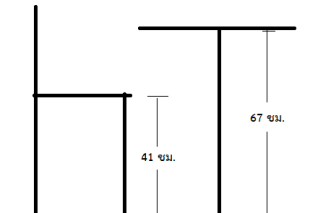
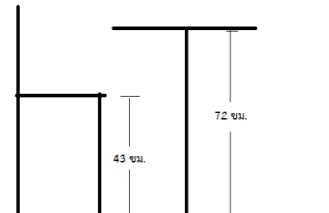
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อต้องการศึกษาความเหมาะสมของขนาดความสูงโต๊ะเก้าอี้สำนักงานที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบันกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานพบว่า ส่วนใหญ่ใช้ขนาดเดียวคือ โต๊ะสูง 75 cm และเก้าอี้สูง 42 cm ซึ่งเป็นขนาดที่กำหนดโดยมาตรฐานอุตสาหกรรม (Community & standard, n.d.) และได้พบว่ามีเหมาะสมแค่ 5.83% หรือ 6% เท่านั้นหรือถ้าคิดเป็นจำนวนบุคคลคือ 34 คนจาก 857 คนถือว่าน้อยมาก ในขณะที่ความไม่เหมาะสมคิดเป็น 94.17% หรือคิดเป็น 807 คนจาก 857 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่ค่อนข้างมาก ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอข้อมูลของเก้าอี้และโต๊ะทำงานในสำนักงานขนาดเดียวที่ใช้งานอย่างแพร่หลายว่าเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานหรือไม่ ซึ่งได้เสนอผลการทดลองตามตารางที่ 2 โดยจะพบว่ามีเหมาะสมที่น้อยมาก จึงเป็นเหตุผลที่ต้องมีการจัดกลุ่มชุดขนาดต่อไป

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อต้องการศึกษาวิจัยค้นหาจำนวนกลุ่มชุดความสูงของโต๊ะเก้าอี้ที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายกลุ่มวัยทำงานจำนวนกลุ่มชุดขนาดตั้งแต่ 2 กลุ่มจนถึง 10 กลุ่มชุดขนาดโดยใช้เทคนิคจัดกลุ่มแบบวิธี k-Means และทดสอบเปรียบเทียบจำนวนเหมาะสมรวม โดยได้เปรียบเทียบ จำนวนเหมาะสมรวมของขนาดปัจจุบันที่กำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่มีขนาดเดียว จำนวนเหมาะสมรวมของการจัดกลุ่มด้วย k-Means 2 ขนาด และจำนวนเหมาะสมรวมของการจัดกลุ่มด้วย k-Means 3 ขนาด จะพบว่า การมีชุดขนาดให้เลือกมากขึ้นจะทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนคือจากเดิมที่ใช้ขนาดโต๊ะเก้าอี้ขนาดเดียวที่แพร่หลายจะมีความเหมาะสมแค่ 5.83% แต่เมื่อการจัดกลุ่มเพิ่มขึ้นก็จะมีผลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นโดยเพิ่มขึ้น 80% เป็นอย่างน้อยจากขนาดปัจจุบัน ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าการจัดกลุ่มออกเป็นหลายกลุ่มขนาดมีความเหมาะสมมากกว่ากลุ่มขนาดเดียว โดยสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้ 1) ขนาดเดียวที่ใช้อย่างแพร่หลายคือเก้าอี้สูง 42 ซม. โต๊ะสูง 75 ซม. มีความเหมาะสมรวม 5.83% 2) จัดกลุ่มเป็น 2 ชุดขนาด มีความเหมาะสมรวมเป็น 89.38% ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก 3) จัดกลุ่มเป็น 3 ชุดขนาด มีความเหมาะสมรวมเป็น 96.03% ซึ่งมีความเหมาะสมรวมที่เพิ่มขึ้นอีก 4) จัดกลุ่มเป็น 4 ชุดขนาด มีความเหมาะสมรวมเป็น 97.55% มีการเพิ่มขึ้นจาก 3 ชุดขนาดแต่ไม่มากนัก และ 5) ผลรายงานของการทดลองด้วยจำนวน 5 ถึง 10 ขนาด ก็จะมีเหมาะสมรวมที่เพิ่มมากขึ้นด้วยแต่ไม่มากนัก จึงเป็นไปตามหลักการที่ว่า การมีหลายกลุ่มชุดขนาดให้เลือกสามารถทำให้ความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน (Abimbola *et al.*, 2019; Chatterjee, 2019; Esfandarani & Shahrabi, 2012) ทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยของแต่ละขั้นตอนการศึกษาเพื่อนำไปสู่การกำหนดขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานที่มีความเหมาะสม

กับขนาดสัดส่วนของร่างกายสำหรับกลุ่มวัยทำงานได้ และจากภาพที่ 5 สามารถสังเกตได้ว่าจะเริ่มไม่แตกต่างกันที่จำนวนชุดขนาดตั้งแต่ 3 ขนาดเป็นต้นไป

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อต้องการเสนอชุดขนาดความสูงที่เหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงและสามารถครอบคลุมคนส่วนใหญ่ได้นั้น จากผลการทดลองเปรียบเทียบความเหมาะสมด้วยจำนวนกลุ่มต่างๆ ดังภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าการจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มขนาดจะมีความเหมาะสมมากที่สุดโดยมีความเหมาะสมรวมถึง 96% และไม่ต่างจาก 4 ขนาดซึ่งมี 97.55% มากนักแต่จำนวนกลุ่มขนาดน้อยกว่าซึ่งเป็นไปได้ในแง่การผลิตมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่อ้างถึงการจัดกลุ่มขนาดสัดส่วนร่างกายกับขนาดของเสื้อผ้าที่มีการจัดเป็น 3 ขนาด คือ S M และ L (Syakur *et al.*, 2018; Zakaria, 2011) หรือจัดออก 3 เป็นกลุ่มเหมาะสมแล้ว (Syakur *et al.*, 2018)

ผู้วิจัยจึงเสนอจำนวนชุดขนาดเฟอร์นิเจอร์การยศาสตร์สำนักงานโดยจัดเป็น 3 ขนาดตามภาพที่ 6 ซึ่งมีขนาดความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ขนาดเล็ก (S) มีขนาดความสูงของเก้าอี้ 39 ซม. โต๊ะสูง 62 ซม. ชุดขนาดกลาง (M) มีขนาดเก้าอี้สูง 41 ซม. โต๊ะสูง 67 ซม. และชุดขนาดใหญ่ (L) มีขนาดเก้าอี้สูง 43 ซม. โต๊ะสูง 72 ซม. และพบว่าขนาดความสูงของเก้าอี้มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันมากนักของแต่ละขนาด แต่ขนาดความสูงของโต๊ะมีความต่างกันประมาณ 5 ซม. ซึ่งมีความแตกต่างพอสมควรสามารถนำเก้าอี้ขนาดปัจจุบันคือ 42.5 ซม.ขนาดเดียวไปใช้กับโต๊ะที่มี 3 ขนาดได้ และสามารถเป็นไปได้ในแง่การผลิตจริง การผลิตเก้าอี้ขนาดเดียวจำนวนมากจะสามารถช่วยให้ธุรกิจลดต้นทุนในการผลิตลงได้มากอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยนี้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดชุดขนาดความสูงโต๊ะและเก้าอี้ในสำนักงานเพื่อเสนอสำหรับการผลิตจริง

ชุดขนาดที่ 1 (S1: S)	ชุดขนาดที่ 2 (S2: M)	ชุดขนาดที่ 3 (S3: L)
		

ภาพที่ 6 ชุดขนาดโต๊ะเก้าอี้สำนักงานที่เหมาะสมเพื่อนำเสนอ 3 ขนาด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตที่น่าเสนอคือ ควรพิจารณาศึกษาวิจัยการใช้งานเทคนิควิธีการจัดกลุ่มแบบอื่น อาทิ Fuzzy c-Means ที่สามารถทำให้สมาชิกอยู่ได้มากกว่า 1 กลุ่มหรือในที่นี้

คือข้อมูลส่วนตัวบุคคลสามารถอยู่ในหลายกลุ่มได้ เช่น สามารถเลือกโต๊ะเก้าอี้ขนาด S หรือ M ได้เป็นต้น อาจทำให้จำนวนกลุ่มขนาดลดลงอีกได้ซึ่งอาจจะส่งผลดีต่อการผลิตจริงต่อไปได้

6. เอกสารอ้างอิง

- กิตติ อินทรานนท์. (2553). **การยศาสตร์ = Ergonomics** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทน์ นิลเลิศ. (2560). การนั่งตามหลักการยศาสตร์. **Siriraj Medical Bulletin**, 10(1), 23–28.
- ปริญญา สงวนสัตย์. (2558). **การเรียนรู้ของเครื่อง Machine Learning**. นนทบุรี: คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.
- สุทธิ ศรีบุรพา. (2544). **เออร์กอนอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้ = (Ergonomics on sitting and chairs)**. กรุงเทพฯ: พิสิษฐ์เซ็นเตอร์.
- อนุดา ธีรฐานกุล และวริศรา บ้านุ. (2564). ผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพด้านการยศาสตร์ต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อลดความเสี่ยง ต่อโรคกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดจากการทำงานของพนักงานในสถานประกอบการแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย. **วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อมและสุขภาพชุมชน**, 6(3), 38–44.
- Abimbola O.A., Kolawole, A., & Ekepre C.O. (2019). Application of Fuzzy Clustering Methodology for Garment Sizing. **American Journal of Data Mining and Knowledge Discovery**, 4(1). Doi: 10.11648/j.ajdmkd.20190401.15
- Afzan, Z.Z., Hadi, S.A., Shamsul, B.T., Zailina, H., Nada, I., & Rahmah, A.R.S. (2012, July). **Mismatch between school furniture and anthropometric measures among primary school children in Mersing, Johor, Malaysia**. Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES), Langkawi, Malaysia. Doi: 10.1109/SEANES.2012.6299557
- Agha, S.R. (2010). School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. **Ergonomics**, 53(3), 344–354.
- Castellucci, H.I., Viviani, C., Arezes, P., Molenbroek, J.F.M., Martínez, M., & Aparici, V. (2021). Application of mismatch equations in dynamic seating designs. **Applied Ergonomics**, 90, 103273. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2020.103273>
- Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., Martin, B.J. (2006). **Occupational biomechanics** (4th ed). Canada: John Wiley & Sons.

- Chatterjee, I. (2019, October). **A Comparative study of Clustering Algorithms. Analytics Vidhya.** Retrieved from <https://medium.com/analytics-vidhya/comparative-study-of-the-clustering-algorithms-54d1ed9ea732>
- Dianat, I., Molenbroek, J., & Castellucci, H.I. (2018). 013-A review of the methodology and applications of anthropometry in ergonomics and product design. **Ergonomics**, 61(12), 1696–1720. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1502817>
- Esfandarani, M.S., & Shahrabi, J. (2012). Developing a new suit sizing system using data optimization techniques. **International Journal of Clothing Science and Technology**, 24, 27–35. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09556221211194327>
- Genaidy, A.M., Huston, R.L., Dionysiou, D.D., & Karwowski, W. (2017). A system-of-systems framework for improved human, ecologic and economic well-Being. **Sustainability (Switzerland)**, 9(4). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su9040616>
- Gouvali, M.K., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. **Applied Ergonomics**, 37(6), 765–773.
- Hsu, C.H., Lee, T.Y., & Kuo, H.M. (2009). Mining the body features to develop sizing systems to improve business logistics and marketing using fuzzy clustering data mining. **WSEAS Transactions on Computers**, 8(7), 1215–1224.
- Jain, A.K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. **Pattern Recognition Letters**, 31, 651–666. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011>
- Kahya, E. (2019). 004-Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures of university students. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 74, 102864. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2019.102864>
- Lewis, R.J., Krawiec, M., Confer, E., Agopsowicz, D., & Crandall, E. (2002). Musculoskeletal disorder worker compensation costs and injuries before and after an office ergonomics program. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 29(2), 95–99. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00054-3](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00054-3)

- Mehidi, I., Chouaib, B.D.E., & Jabri, D. (2019, November). **An Improved Clustering Method Based on K-Means Algorithm for MRI Brain Tumor Segmentation.** 2019 6th International Conference on Image and Signal Processing and Their Applications (ISPA). Mostaganem, Algeria. Doi: 10.1109/ISPA48434.2019.8966891
- Milecia, M. (2020, September). **8 Clustering Algorithms in Machine Learning that All Data Scientists Should Know.** Retrieved from <https://www.freecodecamp.org/news/8-clustering-algorithms-in-machine-learning-that-all-data-scientists-should-know/>
- Molenbroek, J. F., Kroon-Ramaekers, Y.M., & Snijders, C.J. (2003). Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. **Ergonomics**, 46(7), 681–694. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/0014013031000085635>
- Oyewole, S.A., Haight, J.M., & Freivalds, A. (2010). The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 40(4), 437–447. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.02.002>
- Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E., & Thomson, W.G. (1975). **Engineering anthropometry methods.** 3.
- Syakur, M.A., Khotimah, B.K., Rochman, E.M.S., & Satoto, B.D. (2018). Integration K-Means Clustering Method and Elbow Method for Identification of The Best Customer Profile Cluster. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 336(1), 012017. Doi: 10.1088/1757-899X/336/1/012017
- Tas, M.O., & Ergin, S. (2020). Detection of the Brain Tumor Existence Using a Traditional Deep Learning Technique and Determination of Exact Tumor Locations Using K-Means Segmentation in MR Images. **İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi**, 1(2), 91-97.
- Thidarat, W., & Sutanit, P. (2017). Selection Ergonomically-Sized School Desk and Chair Base on Predictive Models. **Life Sciences and Environment Journal**, 18(1), 83-92.
- Thidarat, W., & Sutanit, P. (2019). School furniture ergonomic assessment via simplified measurements and regression models. **Songklanakarin Journal of Science & Technology**, 41(1), 89–95.



- Vithanage, C.P., Jayawardana, T.S.S., & Niles, S. N. (2013). The Development Of Pant Sizing System For Sri Lankan Females. **International Journal**, 1(1), 2307-227x.
- Zakaria, N. (2011). Sizing system for functional clothing—Uniforms for school children. **Indian Journal of Fibre & Textile Research**, 36, 348-357.