บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

การคาดคะเนจำนวนนักเรียน

ส่วนประกอบสำคัญที่เป็นกุญแจของการวางแผนการศึกษา คือการประมาณจำนวนนักเรียนในอนาคต[1] เพราะจำนวนนักเรียนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับองค์ประกอบต่าง ๆ ทางการศึกษา เช่น จำนวนโรงเรียนที่จะสร้าง จำนวนครูที่จะบรรจุแต่งตั้งใหม่ จำนวนเงินที่จะสนับสนุนโครงการต่าง ๆ ของโรงเรียน กล่าวคือ การประมาณจำนวนนักเรียนยิ่งมีความถูกต้องมากเท่าใด การประมาณการในเรื่องอื่น ๆ ในอนาคต เช่น การกำหนดจำนวนอุปกรณ์ บุคลากร และงบประมาณต่าง ๆ ก็จะมีความเหมาะสมมากขึ้นเท่านั้น

ในทางทฤษฎี การคาดคะเนจำนวนนักเรียนจะบอกให้ทราบว่าในระยะเวลาหนึ่งในอนาคต จะมีนักเรียนเป็นจำนวนเท่าใด โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในระบบการศึกษา และแนวโน้มต่าง ๆ ในอดีตจะดำเนินต่อไปในอนาคตด้วยแบบแผนเดียวกัน[2]

ในทางปฏิบัติการคาดคะเนจำนวนนักเรียนโดยทั่วไปเป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียน โดยถือทั้งข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าแนวโน้มต่าง ๆ ในอดีต จะไม่เปลี่ยนแปลงใน

---

[1] U Thien Wan, Basic Education; Projecting School Enrollment and Teacher Demand (Up to 1985-86) (Burma Educational Research Bureau, Ministry of Education, The Socialist of Requblic of Burma, 1974), p.1.

[2] UNESCO, "The Role of Education Projection in Educational Planning," Statistical Analysis of Demographic and Education Data for Projecting School Enrollment in Afghanistan. (Kabul 1977), p.39.

อนาคต และข้อตกลงเบื้องต้นที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงในบางตัวแปรด้วย เพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงความเป็นจริง สามารถคำนวณได้สะดวก และช่วยให้สามารถนำผลที่ได้มาพิจารณาในการเปลี่ยนแปลงนโยบายการศึกษาให้เหมาะสม ฉะนั้นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนในทางปฏิบัติ อาจเรียกได้ว่าเป็นการทำนายจำนวนนักเรียนในอนาคตอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Forecast) เช่น การทำนายจำนวนนักเรียนเข้าใหม่ จำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวนนักเรียนที่ออกจากระบบการศึกษา เป็นต้น

องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนนักเรียนมี 2 ประการ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรในวัยเรียน (School Age Population) ซึ่งองค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร ได้แก่ การเกิด การย้ายถิ่น เป็นต้น

2. การขยายของระบบการศึกษาอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจ เช่น การขยายการศึกษาภาคบังคับจาก 4 เป็น 7 ปี ทำให้ช่วงเวลาที่นักเรียนต้องอยู่ในโรงเรียนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนก็เพิ่มมากขึ้น การขยายการศึกษาภาคบังคับโดยเปลี่ยนแปลงอายุเด็กที่เริ่มเข้าเรียนจาก 7 ปีบริบูรณ์ ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2503 มาเป็นอายุย่างเข้าปีที่ 7 หรือ 6 ปีบริบูรณ์ ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 ทำให้จำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่หนึ่งเพิ่มมากขึ้น หรือการรับนักเรียนเข้าเรียน 2 ผลัด ก็ทำให้จำนวนนักเรียนในโรงเรียนเพิ่มมากขึ้น ฯลฯ

ตัวอย่างงานวิจัยที่แสดงข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพิ่มของประชากร และการขยายการศึกษาในการฉายภาพจำนวนนักเรียน ได้แก่งานวิจัยเรื่อง การเพิ่มประชากรกับการพัฒนากำลังคนในประเทศไทย โดย เทียนฉาย กีระนันท์[1] และเรื่องการฉายภาพทาง

---

[1]เทียนฉาย กีระนันท์, การเพิ่มประชากรกับการพัฒนากำลังคนในประเทศไทย, (สถาบันประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน่วยผลิตเอกสารมหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517), หน้า 3-12.

การศึกษาระยะยาวในประเทศไทย โดยยูเนสโก[1]

งานวิจัยเรื่อง การเพิ่มประชากรกับการพัฒนากำลังคนในประเทศไทย ของ เทียนฉาย กีระนันท์ แสดงการฉายภาพจำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 จากจำนวนประชากรอายุ 7 ปี โดยถือว่าจำนวนประชากรอายุ 7 ปีทั้งหมด จะเข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2518-2523 และฉายภาพจำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1-4 จากจำนวนประชากรอายุ 7-10 ปี ในปีการศึกษาเดียวกัน โดยถือว่าจำนวนประชากรอายุ 7-10 ปี ทั้งหมดจะเข้าเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้น (ป.1-ป.4) โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนประชากรเป็น 3 แบบจำลอง คือ

แบบจำลองที่ 1 การเกิดในระดับสูง สมมุติให้อัตราเจริญพันธุ์ทั่วไป (General Fertility Rate) ลดลงร้อยละ 2.5 ทุก ๆ ช่วง 5 ปี ในระหว่างปี 2508-2513 และ 2513-2518 และอัตรานี้จะลดลงต่อไปอีกประมาณ 1 ใน 4 ภายใน 30 ปี คืออัตราเจริญพันธุ์ทั่วไปจะลดลงเหลือประมาณ 144.03 ในระหว่างปี 2538-2543

แบบจำลองที่ 2 การเกิดในระดับปานกลาง สมมุติให้อัตราเจริญพันธุ์ทั่วไปลดลงประมาณร้อยละ 2.5 ทุกช่วง 5 ปี ในระหว่างปี 2508-2513 และ 2513-2518 จากนั้นอัตราเจริญพันธุ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนเหลือประมาณ 96.65 ในระหว่างปี 2538-2543

แบบจำลองที่ 3 การเกิดในระดับต่ำ สมมุติให้อัตราเจริญพันธุ์ทั่วไปลดลงตามเป้าหมายของโครงการวางแผนครอบครัว คือในระหว่างปี 2508-2513 อัตราเจริญพันธุ์ทั่วไปลดลงร้อยละ 2.5 ในระหว่างปี 2513-2518 ลดลงร้อยละ 10 ปี 2518-2523 ลดลงร้อยละ 16.0 หลังจากนั้นอัตราเจริญพันธุ์ทั่วไปจะลดลงร้อยละ 10 ทุก ๆ ระยะ 5 ปี จนถึง พ.ศ. 2538-2543

---

[1]UNESCO, Long-Term Projections for Education in Thailand (Bangkok: UNESCO Regional Office for Education in Asia, 1965), pp. 14-15.

ผลของการคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามการเพิ่มของประชากรทั้ง 3 แบบจำลอง เป็นดังนี้[1]

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรอายุ 7 ปี ซึ่งจะเป็นจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 ระหว่างปี 2518-2543 (หน่วยเป็นพันคน)

ปี	แบบจำลองที่ 1 (การเกิดในระดับสูง)	แบบจำลองที่ 2 (การเกิดในระดับกลาง)	แบบจำลองที่ 3 (การเกิดในระดับต่ำ)
2518	1,223	1,223	1,223
2523	1,419	1,423	1,313
2528	1,621	1,548	1,351
2533	1,887	1,630	1,390
2538	2,110	1,698	1,471
2543	2,376	1,708	1,518

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า การประมาณจำนวนนักเรียนในอนาคต โดยการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นที่แตกต่างกันจะให้ผลการประมาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบผลการประมาณจำนวนนักเรียนตามแบบจำลองทั้งสามในปีใดปีหนึ่ง ตัวอย่างเช่นในปี 2543 เมื่อมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเกิดในระดับสูง จะให้ผลการประมาณจำนวนนักเรียนสูงสุด ในขณะที่เมื่อตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเกิดในระดับกลาง จำนวนนักเรียนที่ประมาณได้จะน้อยลง และเมื่อตั้งข้อตกลงเกี่ยวกับการเกิดในระดับต่ำ ผลการประมาณจำนวนนักเรียนจะน้อยที่สุด

---

[1] เทียนฉาย กีระนันท์, การเพิ่มประชากรและการพัฒนากำลังคนในประเทศไทย, หน้า 12 - 13.

ตารางที่ 2 จำนวนประชากรอายุ 7-10 ปี ซึ่งจะเป็นจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1-4 ระหว่างปี 2518-2543 (หน่วยเป็นพันคน)

ปี	แบบจำลองที่ 1 (การเกิดในระดับสูง)	แบบจำลองที่ 2 (การเกิดในระดับกลาง)	แบบจำลองที่ 3 (การเกิดในระดับต่ำ)
2518	4,656	4,656	4,656
2523	5,417	5,417	5,162
2528	6,212	6,020	5,284
2533	7,141	6,415	5,415
2538	8,105	6,702	5,748
2543	9,162	6,811	6,012

จากตารางที่ 2 แสดงจำนวนประชากรอายุ 7-10 ปี ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1-4 ตามแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ซึ่งจะเห็นว่า จำนวนนักเรียนในปี 2523-2543 ตามแบบจำลองที่ 1 มีจำนวนสูงสุด เมื่อเทียบกับจำนวนนักเรียนที่คาดคะเนตามแบบจำลองอื่น ๆ เป็นรายปี และจำนวนนักเรียนที่คาดคะเนตามแบบจำลองที่ 3 มีจำนวนต่ำสุด

งานวิจัยของ เทียนฉาย กีระนันท์ แสดงให้เห็นการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับอัตราการเพิ่มของประชากรระดับต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลการคาดคะเนจำนวนนักเรียนอย่างชัดเจน การตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการขยายการศึกษาในระดับต่าง ๆ ก็มีผลต่อผลการคาดคะเนจำนวนนักเรียนเช่นเดียวกัน จะเห็นได้จากงานวิจัยของยูเนสโก เรื่องการคาดคะเนทางการศึกษาระยะยาวในประเทศไทย ซึ่งแสดงการคาดคะเนจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาทั้งสายสามัญและสายอาชีพ และระดับอุดมศึกษาทั้งระดับมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยเทคโนโลยี ตามการขยายการศึกษาในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2503-2523 โดยตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการขยายการศึกษาเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การคาดคะเนในระดับต่ำสุด (The Minimum Projection) เป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามการเพิ่มของประชากร โดยไม่มีการขยายการศึกษาเพื่อรับกับสัดส่วนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เป็นการคาดคะเนที่ชี้ให้เห็นระบบการศึกษาของประเทศไทยใน ปีการศึกษา 2523 ในลักษณะเดียวกับระบบการศึกษาในปีการศึกษา 2503 แต่ขนาดของจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มของประชากร การคาดคะเนแบบนี้มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ

1.1 ไม่มีการขยายการศึกษาเพื่อรับกับสัดส่วนของประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกลุ่มอายุ แม้ว่าจำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของประชากร

1.2 การศึกษาในสายสามัญ จำนวนนักเรียนในชั้นต่าง ๆ จะเป็นไปในอัตราเดียวกับปีการศึกษา 2503

1.3 การศึกษาในสายอาชีพ ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มอายุต่าง ๆ จะเป็นไปแบบเดียวกับปีการศึกษา 2503

1.4 จะมีนักเรียนในระดับอุดมศึกษาในอัตราเดียวกับปีการศึกษา 2503

ผลการคาดคะเนจำนวนนักเรียนแบบนี้ จำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2523 จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนประมาณ 2 เท่าของจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2503 การที่จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่านี้ ก็เนื่องมาจากการเพิ่มของประชากรเท่านั้น ส่วนอัตราการเลื่อนชั้นยังคงเดิม และไม่มีการกำหนดการขยายความต้องการใด ๆ ในระบบการศึกษา ไม่มีการปรับจำนวนนักเรียนที่ล้นมาก ๆ กล่าวคือ จำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษามีร้อยละ 120 ของจำนวน ประชากรในกลุ่มอายุ 7-10 ปี ซึ่งเนื่องมาจากเด็กที่อายุสูงหรือต่ำกว่าปกติ และอัตราการสอบตกที่สูงมาก

2. การคาดคะเนในระดับสูงสุด (The Maximum Projection) เป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนสูงสุดที่เข้าเรียนในโรงเรียน แสดงให้เห็นจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการขยายการศึกษาเพื่อรับกับจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร และเพื่อขยายสัดส่วนนักเรียนที่เข้าเรียนตามกลุ่มอายุต่าง ๆ ด้วย โดยถือว่าจะมีเด็กอายุ 7-10 ปี ร้อยละ 100 และเด็กอายุ 11-13 ปี ร้อยละ 90 เข้าเรียน

ในปีการศึกษา 2523 ซึ่งข้อตกลงนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแผนการาจีและนโยบายของรัฐบาล การขยายการศึกษาในระดับประถมศึกษา เช่นนี้ทำให้สามารถกำหนดความต้องการกำลังคนในระดับมัธยมศึกษาอาชีวศึกษา ตลอดจนอุดมศึกษา ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

2.1 จำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้น จะลดลงจากจำนวนร้อยละ 120 ของกลุ่มอายุปกติ เป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มอายุนั้น

2.2 การศึกษาภาคบังคับจะขยายถึงระดับประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อว่าจำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 19 ของกลุ่มอายุปกติ เป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มอายุนั้น

2.3 จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจะเพิ่มจากร้อยละ 10 ของกลุ่มอายุปกติเป็นร้อยละ 30 ในปีการศึกษา 2523 และร้อยละ 80 ของนักเรียนเหล่านี้จะเข้าเรียนในสายสามัญ อีกร้อยละ 20 จะเข้าเรียนในสายอาชีพ ระหว่างระยะเวลานี้จำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาสายอาชีพ (ชั้นปีที่ 8-10) จะลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากการเลือกเข้าเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสายสามัญที่สะน้อย เพราะถือว่าการศึกษาสายอาชีพควรเริ่มในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.4 จำนวนนักเรียนในระดับหลังจากมัธยมศึกษาจะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน. ปีการศึกษา 2503 ร้อยละ 1 ของกลุ่มอายุปกติ เป็นร้อยละ 5 ของกลุ่มอายุนั้นในปีการศึกษา 2523 และ 1 ใน 3 ของจำนวนนี้จะเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย ส่วนอีก 2 ใน 3 จะเข้าเรียนในวิทยาลัยต่าง ๆ

2.5 จำนวนนักเรียนจำแนกตามเพศในระดับต่าง ๆ จะเป็นไปในอัตราส่วนดังนี้

ก. ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาสายสามัญ สัดส่วนของนักเรียนชายและหญิง จะเป็นเช่นเดียวกับสัดส่วนของเด็กชายและหญิงในกลุ่มอายุนั้น

ข. ระดับมัธยมศึกษาสายอาชีพ จะมีนักเรียนชายร้อยละ 60 และนักเรียนหญิงร้อยละ 40

ค. ระดับมหาวิทยาลัยจะมีนักเรียนชายร้อยละ 67 นักเรียนหญิงร้อยละ 33

ง. ระดับวิทยาลัยเทคนิค จะมีนักเรียนชายร้อยละ 80 และนักเรียนหญิงร้อยละ 20

ผลที่ได้จากการคาดคะเนจำนวนนักเรียนในระดับสูงนี้ชี้ให้เห็นว่า ตามข้อตกลงเบื้องต้นที่กล่าวนี้ จำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเพิ่มของประชากรและการขยายการศึกษาให้สามารถรับนักเรียนได้มากขึ้น จำนวนนักเรียนหญิงจะเข้าเรียนได้มากขึ้น ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับสัดส่วนของเด็กชายและเด็กหญิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ การขยายการศึกษาเช่นนี้ก็เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของแผนการาจี กล่าวคือ เกือบร้อยละ 100 ของประชากรอายุ 7-13 ปี จะเข้าเรียนในปีการศึกษา 2523

003966

การขยายการศึกษาเช่นนี้ให้ผลการประมาณในระดับนี้สูงมาก กล่าวคือ จำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้นเกือบเป็นสองเท่า ในขณะที่นักเรียนประถมศึกษาจะเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า ในระดับมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า ในระดับมัธยมศึกษาสายอาชีพ และระดับวิทยาลัยเทคนิค จำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นถึง 12 เท่า และ 20 เท่า ตามลำดับ มีเพียงระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสายอาชีพเท่านั้น ที่จะลดจำนวนนักเรียนลง และเลือกเข้าเรียนในสายสามัญแทน

3. การคาดคะเนในระดับกลาง (The Intermediate Projection) เป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนที่อยู่ระหว่างการคาดคะเนในระดับสูง และการคาดคะเนในระดับต่ำ กล่าวคือ จะมีการขยายการศึกษาในระดับที่ต่ำกว่าการคาดคะเนในระดับสูง จะมีจำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้นเพียงร้อยละ 90 ในระดับประถมศึกษาตอนปลายร้อยละ 70 ในระดับมัธยมศึกษาสายสามัญและสายอาชีพร้อยละ 25 ในระดับมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยเทคนิค ร้อยละ 3 ของกลุ่มอายุปกติ การคาดคะเนแบบนี้มีข้อสมมุติคือ

3.1 จำนวนนักเรียนประถมศึกษาจะลดลงจากร้อยละ 120 ของกลุ่มประชากรอายุปกติ เป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มอายุนั้นในปีการศึกษา 2523 ซึ่งข้อสมมุตินี้ผ่านการพิจารณาอุปสรรคในการเข้าเรียนของเด็กที่อยู่ในที่ห่างไกล และเด็กที่มีความบกพร่อง (Handicapped)

ที่ได้รับการยกเว้นในทุกภาคของประเทศ

3.2 จำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายจะเพิ่มทีละน้อย จากร้อยละ 19 เป็นร้อยละ 70 ของเด็กในกลุ่มอายุนั้น ข้อสมมุตินี้ได้พิจารณาถึงความจริงที่ว่าอาจมีปัญหาในการขยายการศึกษาภาคบังคับสำหรับนักเรียนจนถึงอายุ 13 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนบทของประเทศ

3.3 จำนวนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อาจมีจำนวนร้อยละ 25 ของกลุ่มอายุปกติในปีการศึกษา 2523 และร้อยละ 80 ของนักเรียนจำนวนนี้จะเข้าเรียนในสายสามัญ อีกร้อยละ 20 จะเข้าเรียนในสายอาชีพ และในช่วงเวลานี้จะมีนักเรียนเข้าเรียนในสายสามัญเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มากกว่าจะเข้าเรียนในสายอาชีพ

3.4 จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในระดับต่อจากมัธยมศึกษาจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1 ของกลุ่มอายุปกติ เป็นร้อยละ 3 ของกลุ่มอายุนั้นในปีการศึกษา 2523 และ 1 ใน 3 ของนักเรียนจำนวนนี้จะเข้าเรียนในมหาวิทยาลัย อีก 2 ใน 3 จะเข้าเรียนในวิทยาลัยเทคโนโลยี

3.5 อัตราส่วนของนักเรียนชายและหญิงที่เข้าเรียนในระดับต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

ก. ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาสายสามัญ สัดส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในลักษณะเดียวกับ สัดส่วนของเด็กชายและหญิงในกลุ่มอายุเดียวกัน

ข. ในระดับมัธยมศึกษาสายอาชีพ จะมีนักเรียนชายร้อยละ 60 นักเรียนหญิงร้อยละ 40

ค. ระดับมหาวิทยาลัย มีนักเรียนชายร้อยละ 67 นักเรียนหญิงร้อยละ 33

ง. ระดับวิทยาลัยเทคโนโลยี มีนักเรียนชายร้อยละ 80 นักเรียนหญิงร้อยละ 20

การคาดคะเนจำนวนนักเรียนในระดับนี้มีผลใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการคาดคะเนในสองระดับแรก ซึ่งผลที่ได้ปรากฏว่าจะมีนักเรียนเข้าเรียนในระดับประถมศึกษา

ตอนต้นและตอนปลายเพิ่มขึ้นอย่างมาก สัดส่วนของเด็กชายหญิงเกือบเท่ากัน จำนวนนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่า และจำนวนนักเรียนในมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่า จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายอาชีพก็เพิ่มเป็น 10 เท่า และจำนวนนักเรียนในระดับวิทยาลัยเทคโนโลยีก็เพิ่มเป็น 14 เท่า สำหรับมัธยมศึกษาตอนต้นสายอาชีพนั้นยังคงสอนทักษะในการช่างอย่างง่าย ๆ ส่วนการฝึกฝนการอาชีพอย่างจริงจัง จะไปเน้นในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนที่ยูเนสโกได้แสดงไว้ เป็นการคาดคะเนที่เน้นการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการขยายการศึกษาในระดับต่าง ๆ กัน โดยถือว่าอัตราการเพิ่มประชากรคงที่ ซึ่งตรงข้ามกับงานวิจัยของ เทียนฉาย กีระนันท์ ที่เน้นการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพิ่มของประชากร 3 ระดับ โดยถือเอาการขยายตัวของระบบการศึกษาคงที่ในระดับสูงสุด คืออัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อประชากรในกลุ่มอายุเดียวกันเป็นร้อยละ 100

ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียน นอกจากจะคำนึงถึงองค์ประกอบเกี่ยวกับการเพิ่มของประชากร และการขยายตัวทางการศึกษา โดยการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบทั้งสองให้เหมาะสมแล้ว องค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนนักเรียนที่ต้องคำนึงถึงยังได้แก่ การสอบตกซ้ำชั้น การเลื่อนชั้น การออกกลางคัน ฯลฯ อีกด้วย

วิธีการที่ใช้ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนโดยทั่วไป มีดังนี้[1]

1. วิธีวิเคราะห์นักเรียนตามรุ่น (Grade Cohort Method หรือ Cohort Survival Method)

---

[1]Liu, Bangnee Alfred. Estimating Future School Enrollment in Developing Countries. (Paris: Unesco, 1966), p.

2. วิธีการฉายภาพจำนวนนักเรียนจากอัตราการเข้าเรียน (Enrollment Ratio Method)

3. ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) วิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อนำไปใช้ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียน

1. วิธีวิเคราะห์นักเรียนตามรุ่น

Grade Cohort หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เข้ามาเรียนในชั้นเดียวกันในปีเดียวกัน โดยไม่พิจารณาว่ามีอายุเท่าไร เมื่อเราติดตามนักเรียนรุ่น (Cohort) หนึ่ง เพื่อศึกษาดูว่า เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี หรือหลายปีก็ตาม นักเรียนรุ่นนี้จะเหลืออยู่ในโรงเรียนกี่คน เรียกว่าการวิเคราะห์นักเรียนตามรุ่น (Cohort Survival Analysis) วิธีการนี้อาศัยอัตราส่วนแนวโน้ม (Trend Ratio) ต่าง ๆ เช่น อัตราการเลื่อนชั้น อัตราการซ้ำชั้น เป็นต้น ของชั้นต่าง ๆ นี้ที่ได้จากจำนวนนักเรียนในอดีตมาคำนวณหาจำนวนนักเรียนในอนาคต ส่วนการหาจำนวนนักเรียนชั้นต้นของระดับการศึกษาก็อาศัยอัตราการเข้าเรียนในชั้นต้น (Intake Rate หรือ First Time Enrollment) จากจำนวนนักเรียนที่เข้ามาในระบบการศึกษาเป็นครั้งแรกจากข้อมูลในอดีต

แบบจำลองนี้ ยูเนสโก[1] เสนอในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนแบบนี้ ได้แก่

$$E_Y^{(a,g)} = \mathcal{E}^{(a,g)} B_Y^{(a)} + S_{Y-1}^{(a-1)} r_{Y-1}^{(g \to g)} E_{Y-1}^{(a-1,g)} + S_{Y-1}^{(a-1)} p^{(g-1 \to g)} E_{Y-1}^{(a-1,g-1)} + I_Y^{(a,g)} + N_Y^{(a,g)}$$

เมื่อ E คือ จำนวนนักเรียน

a คือ อายุ

g คือ ชั้นเรียน

---

[1] UNESCO, An Asian Model of Educational Development : Perspective for 1965-80. (Zurich : Buchdruckerei Berichthaus, Switzerland, 1966), pp. 27-30.

Y คือ ปีการศึกษาที่ Y

ξ คือ อัตราส่วนจำนวนนักเรียนที่เข้าสู่ระบบการศึกษาเป็นครั้งแรก

B คือ จำนวนนักเรียนที่ยังไม่เคยเข้าสู่ระบบการศึกษามาก่อน

r คือ อัตราการสอบตกซ้ำชั้น

p คือ อัตราการเลื่อนชั้น

S คือ อัตราการรอดชีพของประชากรในช่วงอายุนั้น

I คือ จำนวนการย้ายสุทธิ

$\longrightarrow$ คือ เคลื่อนไปสู่

N คือ จำนวนผู้เคยอยู่ในระบบการศึกษามาก่อน แต่ได้พักการศึกษาไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง แล้วกลับเข้ามาในระบบใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ซึ่งหมายความว่า จำนวนนักเรียนอายุ a ในชั้นที่ g ในปีการศึกษา Y จะเท่าจำนวนประชากรในกลุ่มอายุ a นั้น คูณกับอัตราการเข้าเรียนครั้งแรก รวมกับอัตราการรอดชีพของเด็กอายุ a-1 คูณอัตราการซ้ำชั้นของนักเรียนชั้น g คูณจำนวนนักเรียนอายุ a-1 ในชั้น g ของปีการศึกษาที่ Y-1 รวมกับอัตราการรอดชีพของเด็กอายุ a-1 คูณอัตราการเลื่อนชั้นของเด็กชั้น g-1 คูณจำนวนนักเรียนอายุ a-1 ในชั้น g-1 ของปีการศึกษาที่ Y-1 รวมกับจำนวนนักเรียนในชั้น g ที่ย้ายโรงเรียนสุทธิ และรวมจำนวนผู้กลับเข้ามาในระบบการศึกษาในชั้น g

สำหรับชั้นเรียนที่ไม่มีจำนวนนักเรียนเข้าครั้งแรก (First Time Enrollment) อัตราการเข้าสู่ระบบการศึกษาเป็นครั้งแรกจะเท่ากับศูนย์ เช่น ในชั้นประถมปีที่ 2 อัตราการเข้าเรียนครั้งแรกเป็นศูนย์ เพราะไม่มีนักเรียนที่เข้าระบบการศึกษาครั้งแรกจะเข้ามาเรียนในชั้นประถมปีที่ 2 ได้ทันที ต้องผ่านชั้นประถมปีที่หนึ่งก่อนเสมอ เช่นเดียวกับในชั้นแรกของระบบการศึกษา อัตราการเลื่อนขึ้นมาสู่ชั้นแรกจะเป็นศูนย์

ในปีการศึกษา 2512 ชัญญา เศรษฐชัย[1] ได้ทำการคาดคะเนจำนวนนักเรียนเพื่อประมาณความต้องการอาคารเรียนในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ โดยการคาดคะเนจำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2513-2517 จากอัตราการเพิ่มของจำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2507-2512 และใช้จำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ของปีการศึกษา 2512 เป็นฐาน จากนั้นกำนวณหาจำนวนนักเรียนชั้นอื่น โดยใช้อัตราส่วนแนวโน้ม จำนวนนักเรียนในชั้นต่าง ๆ ที่ได้จากจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2507-2512 และใช้จำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2512 เป็นฐาน โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น คือ แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร นโยบายการเข้าเรียนชั้นประถมปีที่ 1 อัตราการเลื่อนชั้นกำลังการยืดเหนี่ยวของโรงเรียน และอัตราการอพยพย้ายโรงเรียนในปีการศึกษา 2513-2517 เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับปีการศึกษา 2507-2512 ซึ่งจะเห็นว่า การคาดคะเนจำนวนนักเรียนด้วย วิธีนี้เป็นการติดตามนักเรียนตามรุ่นว่าเมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนรุ่นนี้จะเหลือผ่านไปอยู่ในชั้นต่อไปกี่คน

ในปีการศึกษา 2513 สุวรรณ ปะวรรณจะ[2] ได้ทำการคาดคะเนจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อประมาณความต้องการอาคารสถานที่ที่อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ในปีการศึกษา 2514-2518 โดยใช้จำนวนประชากรที่เกิดระหว่าง พ.ศ. 2507-2511 มาปรับการตกจดทะเบียน และหาจำนวนประชากรที่ตายรายอายุ เพื่อหาจำนวนประชากรอายุ 7 ปี ในปี พ.ศ.2514-2518 ซึ่งถือว่าเป็นนักเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ทั้งหมดในปีการศึกษา 2514-2518 ด้วย และหาจำนวนนักเรียนชั้นอื่น ๆ จากอัตราส่วนแนวโน้ม จำนวนนักเรียนชั้นต่าง ๆ เช่นเดียวกับการวิจัยของ ชัญญา เศรษฐชัย ซึ่งข้อตกลงเบื้องต้น

---

[1]ชัญญา เศรษฐชัย, "การสำรวจความต้องการอาคารสถานที่เรียนของโรงเรียนระดับประถมศึกษาของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513).

[2]สุวรรณ ปะวรรณจะ, "การคาดคะเนความต้องการอาคารสถานที่เรียนระดับประถมศึกษา อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514.

ต่าง ๆ ก็เหมือนกันด้วย

ในการคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของประเทศไทยระหว่างปีการศึกษา 2515-2519 โดย ณัตตินา วัฒนาชยากูร[1] ก็ได้ทำการคาดคะเนจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา จากประชากรอายุ 7 ปี ที่ได้จากการคำนวณหาจำนวนประชากรในปีการศึกษา 2515-2519 ที่เพิ่มขึ้นตามแบบเรขาคณิตจากจำนวนประชากรในปีสำมะโนประชากร 2503 แล้วคูณกับอัตราส่วนประชากรอายุ 7 ปี ต่อจำนวนประชากรทั้งหมดในปีสำมะโน 2503 แล้วนำประชากรอายุ 7 ปี คูณกับอัตราการเข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ของประชากรอายุ 7 ปี ได้เป็นจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 ในการคำนวณหาจำนวนนักเรียนในชั้นอื่น ๆ ก็ใช้วิธีการเดียวกันกับ ธัญญา เศรษฐชัย และ สุวรรณ ปะวรรณจะ คือใช้อัตราส่วนแนวโน้มจำนวนนักเรียนชั้นต่าง ๆ จากจำนวนนักเรียนในอดีต โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ อัตราส่วนนักเรียนประถมปีที่ 1 ต่อประชากรอายุ 7 ปี อัตราส่วนแนวโน้มจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2515-2519 เป็นไปในแบบแผนเดียวกับปีการศึกษา 2508-2513

ในการคาดคะเนความต้องการครูในระดับประถมศึกษาของประเทศไทย ปีการศึกษา 2518-2528 นภาพร สิงหทัต[2] ได้คาดคะเนจำนวนนักเรียนประถมศึกษาจากประชากรอายุ 5-12 ปี ซึ่งนำมาแยกเป็นประชากรรายอายุตั้งแต่ 5-12 ปี โดยวิธีการประมาณตามอายุ (Sprague Multiplier) แล้วประมาณจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 โดยใช้ร้อยละของประชากรที่เข้าเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ในกลุ่มอายุ 5-12 ปี ซึ่งคล้ายกับ

---

[1]ณัตตินา วัฒนาชยากูร, "การคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของประเทศไทย ปีการศึกษา 2515-2519" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514).

[2]นภาพร สิงหทัต, "การคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของประเทศไทย ปีการศึกษา 2518-2523" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518).

งานวิจัยของ ณัตตินา วัฒนาชยากูร แต่แตกต่างกันตรงที่ ณัตตินา คำนวณหาจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 จากประชากรอายุ 7 ขวบเท่านั้น ส่วนการหาจำนวนนักเรียนในชั้นอื่น ๆ ก็ใช้อัตราส่วนแนวโน้มจำนวนนักเรียนในชั้นต่าง ๆ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ธัญญา เศรษฐชัย สุวรรณ ปะวรรณจะ และณัตตินา วัฒนาชยากูร

ในการคาดคะเนความต้องการครู และประเมินสภาพการจัดอัตรากำลังครูในอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ปีการศึกษา 2521-2526 วรรณพร วิเชียรวงษ์[1] ได้คาดคะเนจำนวนนักเรียนจำแนกตามชั้นในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจากประชากรอายุ 6-8 ปี โดยนำประชากรอายุ 6-8 ปีที่คาดคะเนได้ไปคูณกับอัตราการเข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ของประชากรอายุ 6-8 ปี ได้เป็นจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 และหาจำนวนนักเรียนชั้นอื่นจากอัตราส่วนแนวโน้มจำนวนนักเรียนชั้นต่าง ๆ

ข้อแตกต่างของวิธีการที่ใช้ในงานวิจัย 5 เรื่องนี้ คือวิธีการคาดคะเนจำนวนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ซึ่ง ธัญญา เศรษฐชัย คำนวณหาจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 จากอัตราการเพิ่มของจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 ในอดีต โดยใช้จำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 ในปีการศึกษาที่ทำการวิจัยเป็นฐาน แต่สุวรรณ ปะวรรณจะ และณัตตินา วัฒนาชยากูร คำนวณจากประชากรอายุ 7 ปี และนภาพร สิงหทัต กับวรรณพร วิเชียรวงษ์ คำนวณจากประชากรอายุ 5-12 และ 6-8 ปี โดยใช้อัตราการเข้าเรียนประถมปีที่ 1 ของประชากรในกลุ่มอายุดังกล่าว ลักษณะของวิธีการที่สำคัญคือทั้ง 5 เรื่อง มีการคาดคะเนจำนวนนักเรียนชั้นต่าง ๆ โดยใช้อัตราส่วนแนวโน้มจำนวนนักเรียนที่ได้จากจำนวนนักเรียนในอดีตมาประมาณจำนวนนักเรียนในอนาคต โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ใน

---

[1]วรรณพร วิเชียรวงษ์, "การคาดคะเนความต้องการครู และประเมินสภาพการจัดอัตรากำลังครูในอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ปีการศึกษา 2521-2526" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521).

ระบบการศึกษา แนวโน้มจำนวนนักเรียนนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงในอนาคต งานวิจัยทั้ง 5 เรื่อง จึงเป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามรุ่น

2. วิธีการคาดคะเนจำนวนนักเรียนจากอัตราการเข้าเรียน

อัตราการเข้าเรียน (Enrollment Ratio) มีความหมายแยกเป็น 3 ประเภท[1] คือ

2.1 อัตราการเข้าเรียนทั้งหมด (Overall or Gross or Crude Enrollment Ratio) หมายถึงอัตราส่วนของผู้เรียนทั้งหมดทุกระดับการศึกษาในปีการศึกษาหนึ่ง กับจำนวนประชากรในวัยเรียนทั้งหมดในปีการศึกษานั้น

$$GR = \frac{E^t}{P^t} \times 100\ \%$$

เมื่อ GR คือ อัตราการเข้าเรียนทั้งหมด

E^t คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทุกระดับการศึกษาในปีที่ t

P^t คือ จำนวนประชากรในวัยเรียนทั้งหมดในปีที่ t

วิธีนี้ไม่สามารถบอกอัตราการเข้าเรียนในช่วงอายุหรือระดับการศึกษาใดที่ต้องการได้

2.2 อัตราการเข้าเรียนแยกตามระดับชั้น (The Level Enrollment Ratio) เป็นอัตราการเข้าเรียนที่สามารถแยกเป็นระดับชั้นต่าง ๆ ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

ก. อัตราการเข้าเรียนรวมแต่ละระดับชั้น (Gross Level Enrollment Ratio) เป็นอัตราส่วนจำนวนผู้เรียนในระดับการศึกษาหนึ่งทั้งหมดต่อจำนวนประชากรในหมวดอายุที่เป็นอายุของผู้เรียนระดับนั้น

---

[1] UNESCO, Statistical Analysis of Demographic and Education Data for Projecting School Enrollment in Afghanistan, pp. 22-24.

$$GLER = \frac{E_h^t}{P_a^t} \times 100\ \%$$

เมื่อ GLER คือ อัตราการเข้าเรียนรวมแต่ละระดับ

E_h^t คือ จำนวนนักเรียนในระดับที่ h ปีการศึกษาที่ t ทั้งหมดทุกระดับอายุ (ซึ่งรวมอายุมากกว่าหรือน้อยกว่า a)

P_a^t คือ จำนวนประชากรในช่วงอายุ a ปีการศึกษาที่ t

ข. อัตราการเข้าเรียนสุทธิ (Net Level Enrollment Ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนในระดับการศึกษาหนึ่ง ในช่วงอายุหนึ่งที่เป็นช่วงอายุของผู้เรียนระดับนั้น กับจำนวนประชากรในหมวดอายุที่เป็นอายุของผู้เรียนในระดับการศึกษานั้นเช่นเดียวกัน ในปีนั้น

$$NLER = \frac{E_{h,a}^t}{P_a^t} \times 100\ \%$$

เมื่อ NLER คือ อัตราการเข้าเรียนสุทธิ

$E_{h,a}^t$ คือ จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในระดับการศึกษา h อายุ a ปีการศึกษา t

P_a^t คือ จำนวนประชากรในช่วงอายุ a ปีการศึกษา t

2.3 อัตราการเข้าเรียนแยกตามอายุ (Age-Specific Enrollment Ratio) เป็นอัตราส่วนจำนวนนักเรียนอายุหนึ่งต่อประชากรในหมวดอายุเดียวกัน โดยไม่คำนึงถึงระดับนั้น

$$ASER = \frac{E_a^t}{P_a^t} \times 100\ \%$$

เมื่อ ASER คือ อัตราการเข้าเรียนแยกตามอายุ

E_a^t คือ จำนวนนักเรียนอายุ a ในปีการศึกษา t

P_a^t คือ จำนวนประชากรที่มีอายุ a ในปีการศึกษา t

อัตราการเข้าเรียนทั้ง 3 แบบดังกล่าว ใช้ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียน ซึ่งเรียกว่า การคาดคะเนจำนวนนักเรียนโดยใช้อัตราการเข้าเรียน (Enrollment Ratio Method) โดยนำอัตราการเข้าเรียนซึ่งคำนวณได้จากจำนวนนักเรียนและจำนวนประชากรวัยเรียนในอดีต คูณกับจำนวนประชากรในกลุ่มอายุเดียวกันที่คาดว่าจะมีในอนาคต

งานวิจัยที่ใช้การคาดคะเนจำนวนนักเรียนด้วยอัตราการเข้าเรียน ได้แก่ งานวิจัยของ ส่งศรี รัตนาจารย์[1] ซึ่งได้คาดคะเนจำนวนนักเรียนประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ เมื่อปีการศึกษา 2512-2515 โดยวิเคราะห์จำนวนนักเรียนจากจำนวนประชากรอายุ 5-20 ปี ที่ประมาณได้จากจำนวนคนเกิดและคนตายในปี พ.ศ.2503-2510 ซึ่งนำมาปรับหาจำนวนผู้มีชีวิตเหลือในหมวดอายุ 5-20 ปี ในปีการศึกษา 2512-2515 แล้วใช้อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งคำนวณได้จากจำนวนนักเรียนประถมศึกษาที่จำแนกตามอายุในปีการศึกษา 2508-2510 กับประชากรในกลุ่มอายุ 5-20 ปี คูณกับจำนวนประชากรอายุ 5-20 ปี ในปีการศึกษา 2512-2515 ที่ประมาณได้ ซึ่งได้จำนวนนักเรียนประถมศึกษา ปีการศึกษา 2512-2515 เป็นรายปี โดยไม่แยกชั้น

สิ่งที่น่าสนใจในงานวิจัยของ ส่งศรี รัตนาจารย์ คือ ได้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้งหมดในชั้นหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยจำนวนนักเรียนที่มีอายุต่าง ๆ กัน ในสัดส่วนต่าง ๆ กัน เช่น นักเรียนประถมปีที่ 1 มีจำนวนนักเรียนที่มีอายุตั้งแต่ 5-18 ปี นักเรียนประถมปีที่ 2 นักเรียนอายุ 5-18 ปี นักเรียนประถมปีที่ 6 มีอายุตั้งแต่ 8-19 เป็นต้น ซึ่งหลักการนี้ นภาพร สิงหทัต ได้นำไปคำนวณหาจำนวนนักเรียนประถมปีที่ 1 จากประชากรอายุ

---

[1] ส่งศรี รัตนาจารย์, "การวิเคราะห์และคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2512).

5-12 ปี ด้วย ยูเนสโก[1] ได้เสนอแบบจำลองที่ใช้คำนวณจำนวนนักเรียนในกลุ่มอายุต่าง ๆ กัน ดังนี้

$$E_Y^{(g)} = \sum_{i=1}^{i=n} E_Y^{(a\pm i,g)}$$

เมื่อ E_Y^g คือ จำนวนนักเรียนในชั้นที่ g ปีการศึกษา Y ทั้งหมด

$E_Y^{(a\pm i,g)}$ คือ จำนวนนักเรียนในชั้น g ทุกระดับอายุ ในปีการศึกษา Y

และในทำนองเดียวกัน นักเรียนทั้งหมดในกลุ่มอายุหนึ่ง อาจกระจายอยู่ในชั้นเรียนต่าง ๆ ได้ ตามแบบจำลองนี้

$$E_Y^{(a)} = \sum_{i=1}^{i=n} E_Y^{(a,g\pm i)}$$

เมื่อ $E_Y^{(a)}$ คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มอายุ a ทั้งหมด ในปีการศึกษา Y

$E_Y^{(a,g\pm i)}$ คือ จำนวนนักเรียนอายุ a ที่กระจายอยู่ในชั้นต่าง ๆ ใน ปีการศึกษา Y

$i = 1, 2, 3, \ldots, n$

นอกจากนี้ จำนวนนักเรียนในชั้นหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยนักเรียนในโปรแกรมหรือสาขาวิชาที่ต่างกัน ดังนี้

$$E_Y^{(g)} = E_Y^{(g)} \sum_{i=1}^{i=k} d_Y^{(t^{(i)}, g)}$$

เมื่อ $E_Y^{(g)}$ คือ จำนวนนักเรียนชั้น g ปีการศึกษา Y

---

[1] UNESCO, An Asian Model of Educational Development : Perspective for 1965-80, p. 28.

$d_Y^{(t^{(i)}, g)}$ คือ สัดส่วนการกระจายของจำนวนนักเรียนในสาขาวิชา t ต่าง ๆ กัน ในระดับ g ปีการศึกษา Y และ

$$\sum_{i=1}^{i=k} d_Y^{(t^{(i)}, g)} = 1$$ เมื่อ k คือ จำนวนใด ๆ

ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2510-2514 ของ อุ่นฤดี รัตนาจารย์[1] ได้แสดงการคาดคะเนจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาแต่ละระดับ คือ มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาขาวิชาต่าง ๆ กันคือ สายสามัญและสายอาชีพ และในแต่ละแผนกคือ แผนกวิทยาศาสตร์ แผนกศิลป์ และแผนกทั่วไป โดยใช้จำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งหมดที่ประมาณได้จากผลการวิจัยของ ก่อ สวัสดิพาณิชย์ และ สแตนลี่ย์ พี รอนสกี้[2] มาคูณกับอัตราส่วนจำนวนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาแต่ละระดับ สาขาวิชา และแผนกวิชาต่าง ๆ กัน

นอกจากอัตราการเข้าเรียนจะมีประโยชน์ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนแล้ว ยังสามารถใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพของการศึกษาภาคบังคับได้ โดยดูว่าประชากรในกลุ่มอายุ 7-14 ปี เข้าเรียนเป็นจำนวนร้อยละเท่าไรของประชากรในกลุ่มอายุนี้ ซึ่งถ้าประชากรในกลุ่มอายุนี้เข้าเรียนทั้งหมด อัตราการเข้าเรียนจะเท่ากับ 1 แสดงว่าการจัดการศึกษาภาคบังคับมีประสิทธิภาพมาก อัตราการเข้าเรียนยังสามารถใช้ศึกษาแนวโน้มจำนวนนักเรียนที่มีอายุก่อนถึงเกณฑ์การศึกษาภาคบังคับได้ เช่น ดูว่าเด็กอายุ 5 ขวบมีแนวโน้มเข้าเรียนในปีการศึกษา 2515-2520 อย่างไร เป็นต้น

---

[1] อุ่นฤดี รัตนาจารย์, "ความต้องการครูและความสามารถในการผลิตครูระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2511).

[2] ก่อ สวัสดิพาณิชย์, และสแตนลีย์ พี รอนสกี้, <u>การมัธยมศึกษา การวางแผนกำลังคนและการศึกษาในประเทศไทย</u> (พระนคร : ไทยวัฒนาพาณิชย์, 2509).

งานวิจัยที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่เป็นตัวอย่างในการคาดคะเนจำนวนนักเรียน คือ การมัธยมศึกษา การวางแผนกำลังคนและการศึกษาในประเทศไทย ซึ่ง ก่อ สวัสดิพาณิชย์ และสแตนลี่ย์ พี รอนสกี้ ได้ทำการคาดคะเนจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2509-2529 ไว้ดังนี้

1. การคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามความต้องการกำลังคน (Projection Based on Manpower Needs) เป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษา 4 ระดับตามความต้องการกำลังคนในระดับอาชีพต่าง ๆ คือระดับมหาวิทยาลัย หรืออาชีพชั้นสูง ซึ่งเทียบเท่าผู้จบการศึกษาชั้นปีที่ 16 ระดับเหนือมัธยมศึกษา หรืออาชีพเทคนิค ซึ่งเทียบเท่าผู้จบการศึกษาชั้นปีที่ 14 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือช่างฝีมือ ซึ่งเทียบเท่าผู้จบชั้นปีที่ 12 และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือช่างกึ่งฝีมือ ซึ่งเทียบเท่าผู้จบชั้นปีที่ 10 จากความต้องการกำลังคน 4 ระดับนี้ผู้วิจัยได้นำมาคำนวณหาจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาที่จะออกไปประกอบอาชีพ แล้วคำนวณหาผู้จบการศึกษาที่จะออกไปศึกษาต่อและจำนวนผู้สอบตกจากระดับการศึกษาที่สูงขึ้นไปแล้วออกมาทำงาน เพื่อหาผู้สำเร็จการศึกษาทั้งหมด จากนั้นคำนวณหาผู้ที่จะออกจากการศึกษา จำนวนผู้สอบตกซ้ำชั้นในแต่ละระดับ โดยอาศัยแนวโน้มในอดีต เพื่อหาจำนวนผู้เข้าเรียนครั้งแรกในชั้นแรกของแต่ละระดับ จากจำนวนผู้เข้าเรียนในชั้นแรกของแต่ละระดับ จำนวนนักเรียนที่ออกจากการศึกษา และจำนวนนักเรียนที่สอบตกซ้ำชั้น ก็จะได้จำนวนนักเรียนในแต่ละชั้นในทั้ง 4 ระดับการศึกษา

ในการพยากรณ์แบบนี้ ผู้วิจัยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ถ้าจะให้มีคนเข้าเรียนเพียงพอในระดับการศึกษาต่าง ๆ จำนวนผู้เข้าเรียนในชั้นต้นจะต้องเกิดจากจำนวนผลรวมของกำลังคนในระดับสูงขึ้นไป เช่น จำนวนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือช่างกึ่งฝีมือจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะสนองความต้องการกำลังคนในระดับช่างฝีมือ และขณะเดียวกันต้องมีจำนวนคนเหลือที่จะไปเรียนต่อในระดับช่างฝีมือ ระดับเทคนิค และอาชีพชั้นสูงด้วย ในทำนองเดียวกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องมีจำนวนมากพอที่จะสนองความต้องการกำลังคนในระดับช่างฝีมือ และมีเหลือไปเรียนต่อในระดับเหนือมัธยมศึกษาด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อตกลงเบื้องต้นอื่นอีกด้วย ว่ากำลังคนในระดับต่าง ๆ จะได้รับการศึกษา

โดยตรง แม้ว่าจะมีคนเป็นจำนวนมากได้รับการฝึกอบรมนอกโรงเรียน หรือจากการปฏิบัติงาน

2. การคาดคะเนจำนวนนักเรียนโดยอาศัยการขยายตัวของประชากร (Projection Based on Population Increase) เป็นการคาดคะเนเพื่อดูว่าถ้าระบบการศึกษาขยายตัวตามการขยายตัวของประชากรแล้ว จำนวนนักเรียนจะเป็นเท่าไร การคาดคะเนแบบนี้ทำได้โดยอาศัยตัวเลขประชากรในกลุ่มอายุ 15-19 ปี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2503-2507 มาเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ต่อประชากรอายุ 15-19 ปี แล้วนำอัตราส่วนนี้ไปหาจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาใน พ.ศ.2508-2529 ตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยไม่พิจารณาการปรับปรุงจำนวนนักเรียนให้สอดคล้องกับความต้องการทางเศรษฐกิจ วิธีการนี้เป็นการคาดคะเนจำนวนนักเรียนโดยอาศัยอัตราการเข้าเรียนนั่นเอง

3. การคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามแนวโน้มในอดีต (Projection Based on Past Trends) เป็นการคาดคะเนที่พิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนนักเรียนในการสอบไล่ได้หรือตก การเพิ่มของประชากร การออกกลางคันจากโรงเรียน ฯลฯ การคาดคะเนโดยวิธีนี้ใช้สถิติประชากรเป็นพื้นฐาน เพื่อหาว่าจำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนชั้น ป.1 แต่ละปีมีจำนวนเพิ่มขึ้นเท่าไร จากนั้นจึงใช้อัตราการสอบได้หรือตก อัตราการออกจากโรงเรียนแต่ละชั้น มาคำนวณหาจำนวนนักเรียนที่เหลืออยู่ในระบบการศึกษาในระดับสูงขึ้นไปจนจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การคาดคะเนโดยวิธีนี้เป็นการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามรุ่น โดยถือว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนนักเรียนในอดีตอาจชี้ให้เห็นแนวทางของการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักเรียนในอนาคต

4. การคาดคะเนจำนวนนักเรียนแบบประมาณการซึ่งดีที่สุด (A Best Estimate Projection) เป็นการคาดคะเนโดยสรุปจาก 3 วิธีข้างต้น โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามการเพิ่มของประชากรเป็นการคาดคะเนในระดับต่ำสุด ส่วนการคาดคะเนตามความต้องการกำลังคนเป็นการคาดคะเนในระดับสูงสุดที่ระบบการศึกษาควรทำให้บรรลุอุดมคตินี้ นอกจากนี้การเพิ่มงบประมาณประจำปีสำหรับการศึกษา และการ

ขยายอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูให้สูงขึ้น การกู้เงินเพื่อพัฒนาการมัธยมศึกษา การลดลงของจำนวนนักเรียนที่สอบตกทุกระดับ และการปรับปรุงระบบบริหารโรงเรียน การรวมโรงเรียนระดับเดียวกันเข้าเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ ทำให้ระบบการศึกษาสามารถรับนักเรียนได้มากขึ้นประมาณปีละ 19 % ไปจนถึง พ.ศ. 2519 และระยะต่อจากนั้นจนถึง พ.ศ.2529 ก็อาจขยายที่เรียนเพื่อรับนักเรียนได้เพิ่มขึ้นปีละ 15 %

เมื่อเปรียบเทียบการคาดคะเนจำนวนนักเรียนทั้ง 4 แบบ พบว่า การคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามการเพิ่มประชากร ตามแนวโน้มในอดีต และตามวิธีประมาณการซึ่งดีที่สุดอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก ส่วนการคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามความต้องการกำลังคนอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับอื่นมาก ซึ่งผู้วิจัยให้ข้อคิดเห็นว่า ตัวเลขที่สูงมากและเป็นอุดมคตินั้น ไม่ใช่จะไม่ใกล้เคียงความเป็นจริง เพราะระบบเศรษฐกิจซึ่งกำลังพัฒนาและขยายตัวอย่างรวดเร็ว มักต้องการกำลังคนในระดับกลางและระดับสูงมากจนไม่รู้จักอิ่มตัว นอกจากนี้ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามการขยายตัวของประชากร ตามแนวโน้มในอดีตและตามวิธีประมาณการซึ่งดีที่สุดนั้น จัดให้มีจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาเพียงร้อยละ 12, 22 และ 23 ของประชากรในกลุ่มอายุ 15--19 ปี ตามลำดับ ซึ่งปรากฏว่าในปีการศึกษา 2519 ประเทศไทยจะมีกำลังคนเทียบเท่ากับปีการศึกษา 2503 ของประเทศที่เจริญแล้ว แต่ถ้าจะคาดคะเนจำนวนนักเรียนตามความต้องการกำลังคนแล้ว จำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาจะเพิ่มเป็นร้อยละ 66 ของประชากรในกลุ่มอายุนั้น ซึ่งสูงและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจที่กำลังพัฒนาและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งต้องการกำลังคนในระดับกลางและระดับสูงมาก

3. ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) วิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อนำไปใช้ในการคาดคะเนจำนวนนักเรียน

วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) เป็นวิธีประมาณค่าที่เที่ยงตรง และมีประสิทธิภาพสูง คิดเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1806 โดยเลอชองดร์

(Adrian Legendre)[1] โดยนำมาใช้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทางดาราศาสตร์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทางสถิติได้อย่างกว้างขวาง เช่น โคแครน (William G. Cochran)[2] ได้กล่าวถึงปัญหาที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูล และการนำวิธีกำลังสองน้อยที่สุดไปช่วยแก้ไขเพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลถูกต้องยิ่งขึ้น เอ็ดเวิร์ด (Allen L. Edwards)[3] ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด หาสูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย เมนเดนฮอลล์ (William Mendenhall)[4] ได้ใช้หลักการของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ยัง (Pauline V. Young)[5] กล่าวถึงการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อหาแนวโน้มวิธีต่าง ๆ และสรุปว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีที่ให้ผลใกล้เคียงที่สุด เป็นต้น นอกจากนี้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ยังสามารถนำไปใช้ได้หลายสาขาวิชา เช่น ทางการศึกษา จิตวิทยา สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ประชากรศาสตร์ บริหารธุรกิจ และวิทยาศาสตร์

วิธีกำลังสองน้อยที่สุด เป็นวิธีประมาณค่าโดยใช้หลักว่าจะหาเส้นกราฟจากจุดต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองโดยให้ส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากเส้นกราฟนี้มีค่าน้อยที่สุด เกณฑ์ที่

---

[1] John I. Griffin, Statistics, Methods and Applications (New York: Holt Rinehart and Winston, Inc., 1962), p. 230.

[2] William G. Cochran and Gertrude M. Cox, Experimental Designs. (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1957), p. 80.

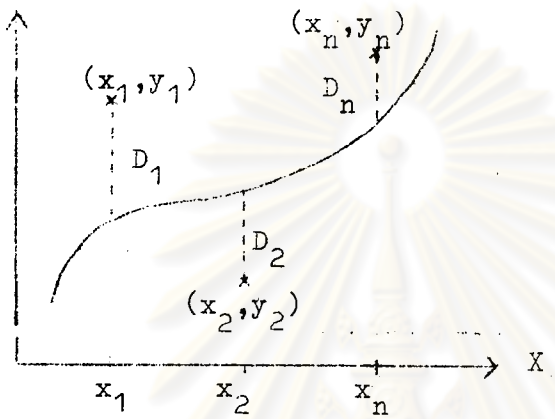
[3] Allen L. Edwards, Experimental Design in Psychological Research. (New York: Holt Rinehart and Winston, Inc., 1968), p.350.

[4] Willian Mendenhall, Introduction to Linear Models and the Design and Analysis of Experiments. (California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1968), p. 129.

[5] Pauline V. Young, Scientific Social Surveys and Research. (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1939), p. 342.

จะทำให้ค่าผิดพลาดนี้น้อยที่สุดคือ ทำให้ผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนนี้มีค่าน้อยที่สุด[1]

ถ้าจากการทดลองได้ข้อมูลชุดหนึ่งมีค่าเป็น $(x_1,y_1), (x_2,y_2),\ldots,(x_n,y_n)$ ให้ $D_1, D_2,\ldots, D_n$ เป็นค่าที่จุดต่าง ๆ เบี่ยงเบนไปจากเส้นกราฟตามรูป[2]



ถ้าเส้นกราฟนั้นมีคุณสมบัติว่า $D_1^2 + D_2^2 + \ldots + D_n^2$ มีค่าน้อยที่สุด เส้นกราฟนั้นจะเป็นเส้นที่เหมาะสมที่สุด D อาจมีค่าเป็นบวก ศูนย์ หรือลบก็ได้ เส้นกราฟที่มีคุณสมบัตินี้จะเรียก "เส้นโค้งกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Curve)" พาลาโบลาที่มีคุณสมบัตินี้เรียก "พาราโบลากำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Parabola) เป็นต้น

<u>การใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดวิเคราะห์อนุกรมเวลา</u> (Time Series Analysis)

ข้อมูลที่เก็บบันทึกตามเวลา (Chronological data) ซึ่งถือเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม (Random variable) ที่สุ่มในเวลาที่แบ่งไว้เท่า ๆ กัน ถือเป็นลักษณะหนึ่งของอนุกรมเวลา ข้อมูลอนุกรมเวลานี้สามารถนำมาวิเคราะห์แนวโน้ม (Long term trend)

---

[1] Curtis F. Gerald, <u>Applied Numerical Analysis</u> (Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1970), p. 284.

[2] Murray R. Spiegel, <u>Theory and Problems of Statistics</u>. (New York: Schaum Publishing Company, 1961), p. 219.

ของตัวแปรสุ่มว่าในระยะยาวจะมีลักษณะใด คือ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราใด การวิเคราะห์อนุกรมเวลาตามระเบียบวิธีสถิติกระทำโดยพยายามหาสมการเส้นแนวโน้มตามลำดับเวลา (Trend) อธิบายข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีอยู่ เพื่ออธิบายแนวโน้มด้วยการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงสุ่มกับเวลา วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการใช้สมการเส้นแนวโน้ม คือศึกษาความเปลี่ยนแปลง (Deviation) ที่ต่างไปจากแนวโน้ม เป็นภาพจำลองเหตุการณ์ในอดีต และใช้ในการประมาณค่าตัวแปรในเวลาที่ต้องการตลอดจนการทำนายในอนาคต สมการเส้นแนวโน้มซึ่งมีตัวแปรเป็นฟังชั่นของเวลาอาจเป็น

3.1 สมการเส้นตรง (Linear Regression Trend) ที่มีรูปสมการเป็น $Y_c = a + bX$

Y_c = dependent variable ที่ขึ้นกับ X

X = independent variable ในที่นี้หมายถึงช่วงเวลา

a, b = พารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าจากข้อมูล โดย a หมายถึง intercept ของเส้นตรง ส่วน b หมายถึง slope ของเส้นตรง

วิธีที่ดีที่สุดในการหาพารามิเตอร์ คือ Least Squares Method โดยพยายามทำให้ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าของรายการที่ได้จากเส้นแนวโน้มกับค่าที่มีอยู่เดิมยกกำลังสองแล้วได้ค่าน้อยที่สุด การหาค่าพารามิเตอร์ a, b ทำได้โดยการแก้สมการปกติ (Normal equations)

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma X$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2$$

ซึ่งหาได้จากการ differentiate ผลรวมของผลต่างกำลังสองของข้อมูลที่กล่าวมาแล้ว เทียบกับตัวคงที่ a และ b แล้วให้เท่ากับศูนย์ จากสมการปกตินี้จะหาค่าของ a, b ได้ ซึ่งทำให้สามารถหาค่าของ Y_c ได้ตามต้องการ ตามปกติ X มีค่าเป็นปี เดือน สัปดาห์ หรือวัน ก็ได้

ถ้าจำนวนปี (เดือน สัปดาห์ หรือวัน) เป็นเลขคี่ ควรให้ปีตรงกลางเท่ากับศูนย์ ซึ่งทำให้ผลบวกของ X หรือ $\Sigma X = 0$ สมการปกติ (Normal equations) คือ

$$\Sigma Y = Na$$

$$\Sigma XY = b\Sigma X^2$$

ซึ่งทำให้แก้สมการหาค่า a, b ได้ง่ายขึ้น

3.2 สมการ Nonlinear เป็นสมการเส้นโค้งต่าง ๆ เช่น สมการ Polynomials ที่มีกำลังมากกว่า 1, Exponential curve หรือ Logistic Curve

3.2.1 สมการเส้นแนวโน้มที่เป็นเส้นโค้งแบบพาราโบรา (Parabola Trend) มีสมการเป็นกำลังสองคือ $y_c = a + bx + cx^2$ ซึ่งจะแก้สมการหาค่า a, b และ c ได้โดยใช้วิธีของ Least Squares Method นั่นคือทำให้ $\sum (Y_i - Y_c)^2$ มีค่าน้อยที่สุดจากการแก้สมการปกติ (Normal Equations)

$$\Sigma Y = Na + b\Sigma x + c\Sigma x^2$$

$$\Sigma xY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3$$

$$\Sigma x^2 Y = a\Sigma x^2 + b\Sigma x^3 + c\Sigma x^4$$

แล้วใช้หลักการอย่างเดิม คือให้ x มีค่าเป็นปี (เดือน สัปดาห์ หรือวัน) ถ้าจำนวนปีเป็นเลขคี่ ควรให้ปีตรงกลางเท่ากับศูนย์ ดังนั้น $\Sigma X = 0$ และ $\Sigma X^2 = 0$ ด้วย สมการปกติ (Normal Equations) คือ

$$\Sigma Y = Na + c\Sigma x^2$$

$$\Sigma xY = b\Sigma x^2$$

$$\Sigma x^2 Y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4$$

จากสมการดังกล่าว จะหาค่า a, b และ c ได้ โดยที่

a = ระยะตัดแกน y

b = ความชันของเส้นโค้ง ณ จุดที่ x มีค่า = 0

2c = อัตราการเปลี่ยนแปลงของความชัน

3.2.2 สมการเอคโพเนนเชียล (Exponential Trend) ในการตัดสินใจว่าควรใช้เส้นโค้งชนิดใดจึงเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้มานั้น มักนิยมเขียนกราฟของข้อมูลลงบนกระดาษกราฟ ถ้าลองเขียนรูปร่างกราฟลงในกระดาษ Semi-Log แล้วรูปร่างของกราฟเป็นเส้นตรง ในกรณีนี้เราอาจจะคำนวณหาเส้นแนวโน้มได้จากสมการเอคโพเนนเชียล ซึ่งมีรูปสมการเป็น $Y_c = ab^X$ หรือ $\log Y_c = \log a + X \log b$ ถ้าให้ $\log Y_c = Y_c$, $\log a = A$, $\log b = B$ จะได้ $Y_c = A + BX$ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรงนั่นเอง

จากสมการ $Y_c = ab^x$

a = ระยะตัดแกน y

b = อัตราการเปลี่ยนแปลง

ถ้า b มีค่าระหว่าง 0 กับ 1 แสดงว่า y จะลดลงเมื่อ x เพิ่มขึ้น

ถ้า b มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า y จะเพิ่มขึ้นเมื่อ x เพิ่มขึ้น

วิธีการหาค่า a, b ใช้วิธี Least Squares Method เช่นกัน โดยการใส่ log ในสมการ $Y_c = ab^x$ เมื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรง สมการปกติ (Normal Equations) คือ

$$\sum \log Y_c = N \log a + (\log b) \sum x$$

$$\sum x \log Y_c = (\log a) \sum x + (\log b) \sum x^2$$

ถ้าเลือกจุดตั้งต้นที่ปีตรงกลาง และทำให้ $\sum x = 0$ จะได้สมการปกติ (Normal Equations) เป็น

$$\sum \log Y_c = N \log a$$

$$\sum x \log Y_c = (\log b) \sum x^2$$

หาค่าของ $\log a$, $\log b$ ได้แล้วเปิดตาราง Anti-logarithms เพื่อหาค่า a, b เป็นต้น

I15844936

จะเห็นได้ว่า มีสมการเส้นแนวโน้มหลายชนิดที่สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงสุ่มกับเวลา เพื่อใช้ในการคาดคะเนในอนาคต วิธีตรวจสอบเบื้องต้น อาจทำได้โดยการพิจารณาจาก Scatter diagram และค่าความแตกต่าง (Difference) เช่น สร้างสมการเส้นตรง $Y_c = a + bx$ ถ้าหากว่าค่าความแตกต่างที่ 1 (first difference) หรือค่าแตกต่างระหว่างค่าตัวแปรในปีปัจจุบันกับปีที่แล้วมีค่าคงที่ หรือ scatter diagram บนกระดาษกราฟที่มีหน่วยแบบเลขคณิต (Arithmetic paper) มีลักษณะแบบเส้นตรง[1]

สำหรับสมการเส้นตรงในหน่วย log ที่มีรูปเป็น $\log Y_c = \log a + X \log b$ ค่าแตกต่างที่ 1 ของตัวแปร มีแนวโน้มที่จะลดลงหรือเพิ่มขึ้นในเปอร์เซ็นต์ที่คงที่ หรือค่าแตกต่างที่ 1 ของค่า log ของตัวแปรคงที่ ถ้าดูจาก scatter diagram บน Semi-logarithmic paper จะมีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง ดังได้กล่าวมาแล้ว

ในการตัดสินใจว่าจะใช้สมการใดในการประมาณหาเส้นแนวโน้มจะพิจารณาจาก

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ (Standard error of estimate) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_c)^2}{N - k}}$$

Y = ค่าของตัวแปรไม่อิสระ

Y_c = ค่าประมาณของตัวแปรไม่อิสระ

N = จำนวนข้อมูล

k = จำนวน Parameter

---

[1] Croxton and Others, Applied General Statistics, (New Delhi 1969), pp. 282-283.

2. ดัชนีกำหนด (Coefficient of determination) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$r^2 = \frac{\sum (Y_c - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ โดยดูว่า ค่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณและดัชนีกำหนดของแต่ละสัมการนั้น สัมการใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานน้อยที่สุดและดัชนีกำหนดมีค่ามากที่สุด ก็จะใช้สมการนั้นในการประมาณ[1]

ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทย ปี 2518-2522 อุบล ต่อพินิจ[2] ได้พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวด้วยวิธี (Least Squares Method) แล้วนำผลของการพยากรณ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์ขององค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (อ.ส.ท. หรือ T.O.T), สมาคมส่งเสริมการท่องเที่ยวภาคแปซิฟิค (PATA), บริษัทโบอิ้ง (Boeing Company) ซึ่งเป็นบริษัทผลิตเครื่องบินที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา, Dr. Bulloekus ผู้เชี่ยวชาญสหประชาชาติ และ Dr. Bar-on ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิจัยและสถิติของประเทศอิสราเอล ผลจากการวิจัยปรากฏว่าการพยากรณ์โดยอาศัยสมการเส้นแนวโน้มแบบพาราโบลา Parabola Trend) ให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์จากชุดอื่น ๆ และเปอร์เซนต์การเพิ่มของจำนวนนักท่องเที่ยวที่คำนวณไว้ใกล้เคียงกับเปอร์เซนต์ของการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยว ซึ่งพยากรณ์จากชุดอื่น แสดงว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ใน

---

[1] Yamane, Statistics : An Introductory Analysis. (Third Edition, p. 411).

[2] อุบล ต่อพินิจ, "การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทย ปี 2518-2522" (วิทยานิพนธ์ปริญญาพาณิชยศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519).

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ทั้งนี้ค่าพยากรณ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่ วิธีการคำนวณ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ในช่วงระยะเวลานั้น

กิจสุดา บ่อหิรัญรัตน์[1] ได้วิเคราะห์อัตราตายของทารกในประเทศไทยด้วยสมการคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า อัตราตายของทารกอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง Linear Regression ทั้งเสกลเลขคณิตและเสกล Log แต่แบบจำลอง Linear Regression เสกล Log ดีกว่าแบบจำลอง Linear Reqression เสกลเลขคณิตโดยการเปรียบเทียบค่า r^2

---

[1]กิจสุดา บ่อหิรัญรัตน์, "การวิเคราะห์อัตราตายของทารกในประเทศไทย ด้วยสมการคณิตศาสตร์" (วิทยานิพนธ์ปริญญาพาณิชยศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย