مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد الثالث - العدد الثالث من ١١ الى ٣١
المحـرم ١٤٠١
تشرين الثاني ١٩٨٠

نماذج رياضية للمساهمة في تخطيط التعليم العالي

الدكتور عصام جانو
كلية العلوم

نقدم فيما يلي نموذجا رياضيا لحساب توزع الطلاب على مختلف سنوات الدراسة في كليات الجامعات وفروعها المختلفة . لقد ميزنا بين حالتين ، حالة الاستقرار التي يكون فيها عدد الطلاب في الكلية بلغ حدّه الأعلى الذي يمكن استيعابه ، والحالة الانتقالية التي تمر فيها الكلية الجديدة بعيد افتتاحها وهي حالة نمو وتوسع تسبق الوصول الى حالة الاستقرار . لقد اعتمدنا في نموذج حالة الاستقرار على مبدأ التدفق المنتظم للطلاب عبر الكلية وعلى استقرار نسب النجاح . ولقد ناقشنا موضوع استقرار نسب النجاح بشيء من التفصيل. ودرسنا علاقة نسب النجاح بمختلف العوامل التي تؤثر فيها وبكيفية وضع سلم موضوعي لتصحيح نتائج الامتحانات .

اننا نعتبر مانقدمه هنا من نماذج رياضية بمثابة محاولة للبدء بنمذجة التعليم بشكل منهجي .

١ - يتوسع التعليم العالي في سورية بسرعة كبيرة بسبب تزايد عدد السكان من جهة وتزايد الاقبال على التعليم من جهة أخرى . كان المعدل الوسطي لنمو عدد الطلاب في جامعات القطر في السنوات الأخيرة حوالي ١٢-١٣٪ ،وهذا معدل عال . ومن الطبيعي ان يتطلب توسع التعليم تخطيطا شاملا لتهيئة متطلباته من أبنية وتجهيزات وكوادر تعليمية وفنية وادارية ورصد الميزانيات اللازمة لكل ذلك . وتسهل عملية التخطيط الشامل اذا كانت هناك نماذج رياضية مناسبة يستند اليها ، بحيث تساعد هذه النماذج على اجراء التوقعات المحتملة عن نمو السكان ونمو أعداد الطلاب ، وعن الكوادر اللازمة والكلفة المتوقعة ...

من الصعب عمليا أن يضع الانسان نموذجا رياضيا واحدا عاما وشاملا لكل التعليم العالي ،لأنّ المتحولات التي تحدد نموه كثيرة ومتداخلة فيما بينها ،ولابد لذلك من تجزئة العملية الى أجزاء على جميع مستويات التخطيط والتنظيم ودراسة كل جزء على حدة ووضع نموذج له ،ثم جمع النماذج الجزئية والتنسيق فيما بينها للحصول على نموذج مركب لتنظيم التعليم وتطويره .

٢ - سنقدم فيما يلي نموذجا لحساب توزع الطلاب على مختلف سنوات الدراسة وحساب عدد الطلاب الذين يمكن قبولهم في كل فرع من فروع الدراسة في الجامعة وعدد الطلاب الذين يتوقع تخرجهم في كل سنة . سنميز حالتين . الأولى هي حالة الاستقرار اي حالة الكلية التي تعمل بطاقتها العظمى وعدد الطلاب فيها هو الحد الأعلى لما يمكن استيعابه ضمن اطار الامكانات المتوفرة فيها ، والحالة الثانية هي حالة انتقالية أو تأسيسية وهي حالة كلية ناشئة تبدأ من الصف الأول ثم تضيف اليه الصف الثاني ثم الثالث وهكذا الى أن تصل الى حالة الاستقرار المخطط لها .

٢ - ١ - حالة الاستقرار :

لا يمكن لكلية أن تستمر في النمو الكمي الى ما لانهاية ! بل لابد لها من أن تقف عند حد معين . فهناك حد أعلى لمجموع

عدد الطلاب في الكلية يتحدد استنادا الى اعتبارات سكانية واقتصادية وتربوية • ان زيادة الطلب على التعليم تولد ضغطا يجعل من الضروري استيعاب اكبر عدد ممكن من الطلاب في الكلية الواحدة ، لكن السعي للحصول على أحسن مردود تعليمي اقتصادي يفرض حدا أعلى لعدد الطلاب في الكلية • ولن ندخل هنا في كيفية حساب الحد الاعلى بتابعية الكلفة ومستوى التعليم، بل نكتفي بالاشارة الى ان حل مشكلة التوسع في التعليم يتطلب ليس فقط زيادة عدد الطلاب في الكلية الواحدة بل يتطلب ايضا افتتاح كليات وجامعات جديدة •

لابد اذن أن يكون هناك حد أعلى لعدد الطلاب في الكلية كلها وحدّ أعلى في كل فرع من فروع الدراسة فيها • وتصل الكلية الى حالة الاستقرار اذا توفر في كل فرع فيها الشروط التالية :

آ ـ ان يكون مجموع عدد الطلاب في مختلف الصفوف في الفرع ثابتا •

ب ـ عدد الطلاب المستجدين الذين يقبلون في كل عام يساوي عدد الطلاب الذين يتخرجون •

حـ ـ أن لايحصل تراكم كبير في الطلاب ،من جرّاء الرسوب ،في اي صف من الصفوف.فاذا حصل مثل هذا التراكم يجب التفتيش عن اسبابه ومعالجتها فالتراكم اذا استمر يكون دليلا على وجود خلل وهو يؤدي الى ارباكات ومشكلات متنوعة •

نعبّر عن الشرطين الثاني والثالث بالقول بأنه يجبأن لايكون تدفق الطلاب عبر الصفوف تدفقا منتظما ،وهذا يقتضي ان يكون عدد الطلاب الذين ينجحون من كل صف الى الصف الذي يليه ثابتا تقريبا •

واضح ان حالة الاستقرار المعرّفة بهذه الشروط هي حالة شبه مثالية أُهمل فيها الطلاب المتسربون والمفصولون • ولكن عند وضع نموذج رياضي لابد من البدء بالنظر في الحالة المثالية ثم محاولة التقريب بين الواقع وبين النموذج قدر الامكان وبدون ذلك لايمكن ان يكون هناك تخطيط علمي متدرج •

يعبر عن شرط ثبات عدد الطلاب في فرع الدراسة بالمعادلة

التاليـــــــــة :

$$X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_s = M \qquad (١)$$

حيث X_i عدد الطلاب في الصف و S عدد الصفوف (ســـــنوات الدراسة) في الفرع المدروس و M مجموع الطلاب في الفرع كلـــه أما شرط التدفق المنتظم فيعبر عنه بالمعادلات التاليـــــــة وعددها ١ ـ s معادلة مستقلة :

$$X_1 N_1 = X_2 N_2 = X_3 N_3 = \cdots = X_s N_s \qquad (٢)$$

حيث N_i هي نسبة النجاح في الصف i والجداء $X_i N_i$ هو عدد الطلاب الناجحين من الصف i الى الصف الذي يليه . تختلـــف نسبة النجاح N_i عادة من صف لآخر ومن سنة لأخرى فـــــي الصف الواحد . لكنها تتأرجح في الصف الواحد حول قيمة متوســطة شبه ثابتة . وتكون قيمة N_i أقرب الى الثبات في الصـــــف الواحد اذا كانت الامتحانات موضوعة بعناية وفق أسس محـــددة ، وكانت طريقة تصحيح أوراق الامتحان طريقة موضوعية ،وســـنعـرض الى هذا الموضوع فيما بعد . ولكن اذا كانت نسبة النجـــــــاح في الصف الواحد هي شبه ثابتة ،فهي تختلف على الاغلب مــــــن صف لآخر ، وتكون عادة متدنية نسبيا في الصف الأوّل وعاليـــــة نسبيا في الصفوف المنتهية .

تعزد المسألة اذن هنا الى تحديد أعداد الطلاب X_i فـــي مختلف الصفوف في حالة الاستقرار.ومن الواضح ان معرفة هـــذه الاعداد تجعل من السهل تحديد عدد الطلاب المستجدين وعدد الطلاب المتوقع تخرجهم ،كما تساعد في تحديد متطلبات التدريس في كـل صف من الصفوف .... ان الاعداد X_i هي حلول المعادلات (١)و(٢) نستطيع ان نكتب هذه المعادلات على الشكل المتريسي التالي :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & \cdot & 1 \\ N_1 & -N_2 & 0 & 0 & \cdot\ \cdot & 0 \\ 0 & N_2 & -N_3 & 0 & \cdot\ \cdot & 0 \\ 0 & 0 & N_3 & -N_4 & \cdot\ \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N_{s-1} & N_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ \vdots \\ X_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

ليس من الصعب هنا ان نبين ان المعادلة المترية السابقة يمكن تحويلها الى الشكل التالي :

$$(٤)\quad \begin{bmatrix} 1 & A_1 & A_1 & A_1 & \cdot & \cdot & A_1 \\ 0 & 1 & A_2 & A_2 & \cdot & \cdot & A_2 \\ 0 & 0 & 1 & A_3 & \cdot & \cdot & A_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \cdot & \cdot & A_4 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ \cdot \\ X_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 M \\ A_2 M \\ A_3 M \\ A_4 M \\ \cdot \\ A_s M \end{bmatrix}$$

حيث :

$$(٥)\quad A_j = 1 \qquad A_j = \frac{A_{j-1}}{A_{j-1} + \frac{N_j}{N_{j-1}}} \qquad j = 2,3,\ldots,s$$

ان A_j هي الثابتة A في السطر ذي الرقم j في المعادلات (٤) ، و N_j هي نسبة النجاح في الصف ذي الرقم j . و، N_{j-1} نسبة النجاح في الصف ذي الرقم j - 1 . تساعد العلاقات (٥) في حساب قيم A_j بتابعية نسب النجاح في الصفوف . اما قيم المجاهيل X_i فتحصل عليها من المعادلة المترية (٤) مباشرة وهي :

$$(٦)\quad X_s = A_s \cdot M \quad ، \quad X_j = A_j \left[M - \sum_{i=j+1}^{s} X_i \right] \quad ; j = s-1, \ldots,$$

حيث X_s هي عدد الطلاب في الصف المنتهي ذي الرقم S .

٢ - ٢ - تطبيق النموذج :

عند تطبيق النموذج السابق في حساب الاعداد X_j نبدأ أولا بحساب قيم A_j مستعينين بالعلاقات (٥) ، نبدأ بعد ذلك بحساب قيم المجاهيل X_s بالاستعانة بالعلاقات (٦) على ان نبدأ بحساب قيمة X_s ، اي عدد الطلاب في الصف المنتهي ثم نحسب X_{s-1} ، وهكذا .

٢ - ٢ - آ - المعهد المتوسط : مدة الدراسة في المعهد سنتان (S = 2) ولهذا ان عدد طلاب المعهد لايتجاوز 300 طالب

ان نسبة النجاح في الصف الاوّل هي حوالــــــــي 60٪
($N_1 = 0.60$) وفي الصف الثاني حوالـــــــيّ 75 ٪
($N_2 = 0.75$) والمطلوب هو معرفة عدد الطلاب في كل من الصف الاوّل والثاني في حالة الاستقرار ، ومقدار عدد الطـــلاب الذين يمكن قبولهم كمستجدين في كل عام .

من المعادلات (٥) نجد :

$$A_1 = 1 \text{ ؛ } A_2 = \frac{A1}{A1+\frac{N2}{N1}} = \frac{1}{1+\frac{0.75}{0.60}} = 0.445$$

ومن المعادلات (٦) نحصل على مايلـــي :

$$X_2 = A_2 \cdot M = 0.445 \times 300 = 133.5 \cong 134$$ طالبا

$$X_1 = A_1 \left[300 - 134 \right] = 1 \left[300 - 134 \right] = 166$$ طالبا

اي ان حالة الاستقرار يكون فيها 166 طالبا في الصـــف الاوّل و 134 طالبا في الصف الثاني ، ويتخرج من المعهـــد: $m_2 \times X_2 = 100$ طالب وهذا يساوي عدد الطلاب الذيـــــــن ينجحون من الصف الاول الى الصف الثاني وهو ايضا العدد الذي يجب قبوله من الطلاب المستجدين للمحافظة على حالة الاستقرار .

٢ – ٢ – ب : كلية العلوم : ان مدة الدراسة في كلية العلـــوم اربع سنوات ($S = 4$) ولنفرض ان الحد الاعلى لعــــدد الطلاب في أحد فروع الدراسة في هذه الكلية (مثل فرع ر.ف.ك) هو 800 طالبا . وان نسب النجاح في الصفوف هي وسطيا كمـــا يلـــــي :

في الصف الاول 55 ٪ ($N_1 = 0.55$) ،وفـــــي الصف الثاني 65 ٪ ($N_2 = 0.65$) وفي الصـــــف الثالث 75 ٪ ($N_3 = 0.75$) وفي الصف الرابـــــع 85 ٪ ($N_4 = 0.85$) ، نريد ان نحسب اعـــداد الطلاب في الصفوف الاربعة في حالة الاستقرار ،وعدد الطـــلاب المستجدين الذين يمكن قبولهم في كل عام في هذا الفرع . مـــن العلاقات (٥) نجـــد :

$$A_1 = 1$$

$$A_2 = \frac{A1}{A_1 + \frac{N2}{N1}} = \frac{1}{1 + \frac{0.65}{0.55}} = 0.460$$

$$A_3 = \frac{A2}{A_2 + \frac{N3}{N2}} = \frac{0.46}{0.46 + \frac{0.75}{0.65}} = 0.285$$

$$A_4 = \frac{A3}{A_3 + \frac{N4}{N\ 3}} = \frac{0.285}{0.285 + \frac{0.85}{0.75}} = 0.201$$

ومن المعادلات (٦) نجد :

$X_4 = 0.201 \times 800 = 160.8 = 161$ طالبا

$X_3 = 0.285 \left[800 - 161\right] = 181$ طالبا

$X_2 = 0.460 \left[800 - (181+161)\right] = 211$ طالبا

$X_1 = 1 \left[800 - (181+161+211)\right] = 247$ طالبا

اما عدد الطلاب المستجدين الذي يمكن قبولهم في كل عام فهو يساوي الى : طالبا $X_1 N_1 = 137$

يمكن برمجة النموذج السابق على الحاسبة الالكترونية وذلك ليكون هذا البرنامج في المستقبل جزءا من برنامج أعم يمكن استخدامه في تخطيط التعليم وتطويره . ومن الواضح ان النموذج السابق يمكن تطبيقه في كلية الهندسة حيث مدة الدراسة خمس سنوات ،وكلية الطب حيث مدة الدراسة سبع سنوات .

٢ ـ ٣ ـ الحالة الانتقالية :

عند احداث كلية جديدة ،لابد ان يذكر في خطة احداثها عدد الطلابالأعظمي الذي ستستوعبه عندما تبلغ ذروة نموها يحدد هذا العدد ، كما ذكرنا ، استنادا الى اعتبارات سكانية واقتصادية . فاذا كان الحد الأعلى لعدد الطلاب في أحد

الفروع هو M طالبا ،وعدد سنوات الدراسة فيه S ،فانه يمكن بدء الدراسة في الصف الاوّل على ان لايتجاوز عدد الطلاب المقبولين في هذا الصف $\frac{M}{S}$. ويجب ان يبقى عدد طلاب الصف الاوّل أصغر من، أو مساويا الى المقدار $\frac{M}{S}$ ، وذلك طيلة المرحلة الانتقالية ، اي الى أن تفتح صفوف الدراسة جميعها والبالغ عددها S صفا . تدرس بعد ذلك نسب النجاح في مختلف الصفوف وتحسب قيمها المتوسطة في كل صف ، ثم يطبق حينئذ نموذج حالة الاستقرار لحساب أعداد الطلاب الذين يمكن استيعابهم وقبولهم في كل عام .

٢ – ٤ : فوائد النموذج السابق :

يفيد النموذج السابق فوائد كثيرة جدا لاسيما في مرحلة التخطيط ، اذ أن معرفة توزع الطلاب في حالة الاستقرار على مختلف سنوات الدراسة هي أمر ضروري لحساب عدد القاعات التدريسية اللازمة ومساحاتها ،وعدد المختبرات اللازمة لكل صفا وأعداد الكوادر التعليمية والفنية والادارية اللازمة ولحساب الكلفة والميزانية اللازمة ... ويمكن في مرحلة التخطيط ، تقدير نسب النجاح في مختلف الصفوف بشكل تقريبي استنادا الى المعلومات المتوفرة من الجامعات الأخرى أو من حساب معاملات الارتباط بين معدلات نجاح الطلاب في المدارس الثانوية ومعدلاتهم في الجامعة .

٣ – الامتحانات ونسب النجاح :

ان عدم استقرار قيمة نسبة النجاح في صف من الصفوف يدل عادة على وجود خلل في العملية التعليمية ،وذلك لانّ الطلاب الذين يقبلون في فرع من فروع الدراسة الجامعية هم طلاب متجانسون ، بمعنى أن مستويات تحصيلهم في المدرسة الثانوية مستويات متقاربة وقدراتهم متقاربة فيما بينها أيضا . وهذا يعود الى طريقة تحديد معدلات القبول في الجامعة ،حيث يقسم الطلاب الى شرائح استنادا الى معدلاتهم في الشهادة الثانوية ثم توزع هذه الشرائح على مختلف فروع الدراسة . فالطلاب داخل الشريحة الواحدة يشكلون في الحالة العامة مجموعة متجانسة ويكون التجانس أكبر في الشرائح ذات المعدلات الاعّلى عادة ،

فيما يكون التجانس أقل في الشرائح ذات المعدلات الأدنى ومعذلك تبقى خصائص الشريحة التي تقبل في فرع من الفروع ثابتة تقريبا من عام لآخر ،فالطلاب المتفوقون في الدراسة الثانوية يتسجلون عادة في كلية الطب ،والطلاب الأقل تفوقا في كلية العلوم، وهذه سنّة ثابتة تقريبا مادامت العوامل الاقتصادية المرتبطة بمختلف المهن في الدولة ثابتة .لهذا كله يتوقع المرء ان تكون نسبة النجاح في كل صف من الصفوف من الفرع الواحدنسبة شبه مستقرة .

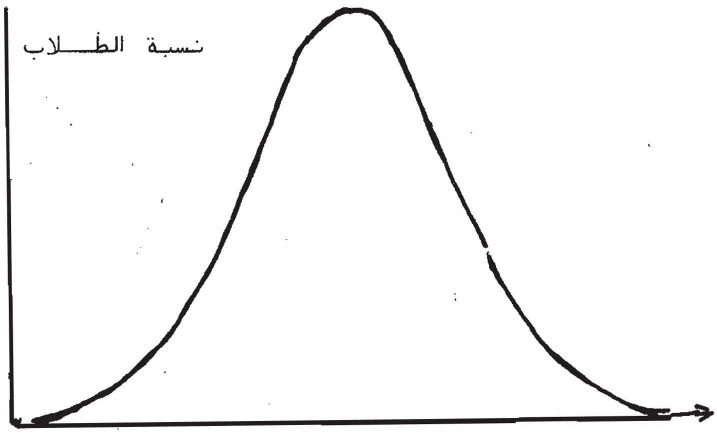
ان عدم استقرار نسب النجاح الذي يلاحظ في بعض الحالات انما يعود الى عدم وجود أسس موحدة لوضع الأسئلة والى عدم اتباع طريقة موضوعية عامة في وضع سلم العلامات عند تصحيح أوراق الامتحانات .

٣ -١ : الأسس الموضوعية للامتحانات :تهدف الامتحانات بالدرجة الأولى الى معرفة مدى ما تحقق من أهداف التعليم ،ومدى ماتوصل اليه الطلاب من معرفة ومهارات مكتسبة تتعلق بالأعمال التي سيمارسونها بعد تخرجهم . لذلك نرى أن تُحدد الأهداف التعليمية بشكل واضح ودقيق على مستوى فرع الدراسة وعلى مستوى كل مقرر من مقررات الدراسة ، وان يطلع الطلاب على هذه الأهداف . ويجب أيضا ان تكون أسئلة الامتحانات مرتبطة بهذه الأهداف وموضوعة بالشكل الذي يتيح معرفة مدى ماتحقق منها . لن نتحدث هنا عن مختلف أهداف التعليم في فروع الدراسة المختلفة ،لأنّ هذا من واجبات الأقسام المختصة في الكليات ، وهو موضوع يخرج عن حدود هذا البحث . لكننا نريد هنا أن نقدم نموذجا لكيفية وضع سلم العلامات لدى تصحيح أوراق الامتحان ، أو ما يدعى سلم التصحيح .

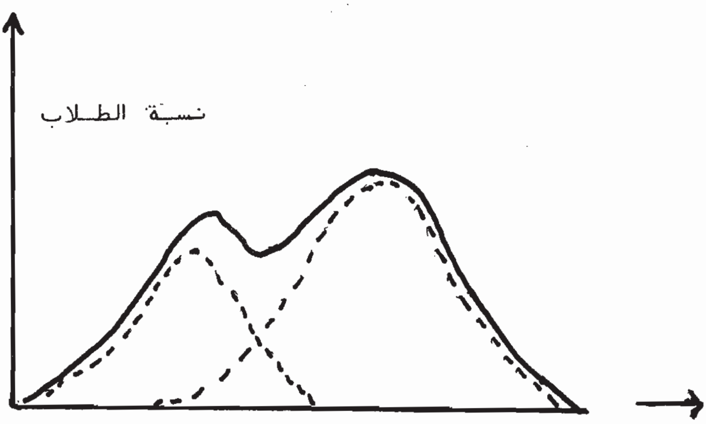
٣ - ٢ - نموذج رياضي لسّلم التصحيح ،اعتبارات عامة :

تتدخل عوامل كثيرة ومتنوعة في الواقع في تحديد مستوى تحصيل الطلاب ،ويمكن تقسيم هذه العوامل الى ثلاث مجموعات الأولى تشمل العوامل البيئية ،الثقافية والاقتصادية في البيئة التي ينشأ فيها الطالب ويتفاعل معها ،لاسيما الأسرة ،وخاصة في مرحلة طفولته الأولى (انظر في المرجع ١) ،والمجموعة الثانية لها علاقة بنظام التعليم ،وخاصة طرق التدريس المتبعة وتوفر

الوسائل المساعدة على التدريس ومستوى التدريبات التي يخضع لها الطلاب ،ومدى المراقبة العلمية عليهم . أما المجموعة الثالثة فهي الفروق الفردية بين الطلاب في القدرة على متابعة الدراسة والتحصيل . يتداخل أثر الفروق الفردية في الواقع مع أثر العوامل البيئية ،ويصعب تفريقهما عن بعضهما . وتظهر آثارهما عادة في نتائج الامتحانات من شكل الخط البياني الذي يمثل توزع الطلاب حسب مستوى اجاباتهم (اي علاماتهم). فاذا كان عدد الطلاب كبيرا يكون منحني التوزع على الاغلب منحنيا طبيعيا ،او مايسمى منحني غوس ،كما في الشكل (١) لكننا حصلنا في بعض الحالات على منحني له قمتان عوضاعن القمة



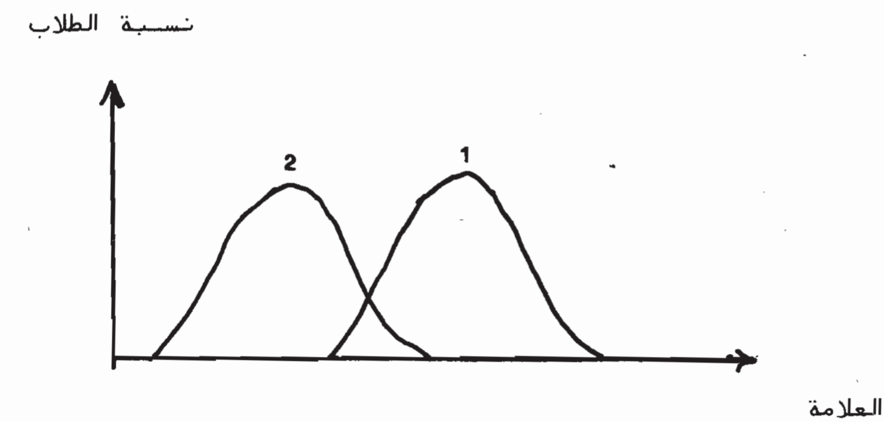
شكل(١):توزع الطلاب حسب العلامات في الامتحان



شكل(٢) . منحنى توزع له قمتان . وهو مجموع منحنين للتوزع الواحدة كما في الشكل (٢) . وقد بين الاستقصاء هنا ان الطلاب في مثل هذه الحالة لا يشكلون مجتمعا (بالمعنى الاحصائي)

متجانسا ،بل هم فئتان ظروفها الاجتماعية متباينة . فلقد وجدنا مثلا في أحد الامتحانات ،أن القمة اليسرى في المنحني تقابل مجموعة من الطلاب الذي يضطرون للعمل في وقت الدراسة لكسب عيشهم فلا يستطيعون الدوام على الدروس بشكل منتظم .بينما القمة الثانية تقابل مجموعة الطلاب المداومين والذين لايعانون مشكلات اقتصادية (انظر في المرجع ٢) . وهذا يدل على ان المنحني البياني الناتج هو محصلة منحنيين للتوزيع المنحنيان المنقطان على الشكل ٢) . وقد وجدنا ايضا ان الفرق بين متوسط علامات الفئة الاولى ومتوسط علامات الفئة الثانية هو فرق ذو دلالة وليس فرقا عرضيا ،مما يدل على أثر الوضع الاجتماعي والاقتصادي في تحصيل الطالب .

أما أثر نظام التعليم (طريقة التدريس وأنواع التدريبات وتوفر الوسائل) في مستوى تحصيل الطلاب فيمكن الكشف عنه كما يلي : عندما يقوم أستاذ معين بتدريس مقرر لمجموعة معينة من الطلاب ،ثم يختبرهم في موضوعين من موضوعات هذا المقرر ويرسم منحني التوزع لكل موضوع على حدة ،ويجد منحنيين متباعدين عن بعضهما كما في الشكل (٣) ،فهذا يكون دلالة على أن مستوى تحصيل الطلاب في أحد الموضوعين



شكل (٣): منحنيا التوزع في موضوعين لنفس الفئة من الطلاب.

مثل الموضوع المتعلق بالسوءال(١) على الشكل (٣) ،هو أحسن من مستوى تحصيلهم في موضوع السوءال الآخر . ولكن لماذا هذا الاختلاف في هذه الحالة ؟ ان المتغير الوحيد الذي يميز

المنحنيين السابقيين عن بعضهما ،هو موضوع السوءال ،فالطلاب هم انفسهم والاستاذ نفسه والمادة نفسها ،ولم يتغير سوى موضوع السوءال ،لذا يمكننا ان نستنتج هنا ان سبب اختلاف مستوى التحصيل يعود الى اختلاف مستوى صعوبة الموضوع وبالتالي الى مستوى التدريبات التي خضع لها الطلاب ،ومدى خبراتهم السابقة المتعلقة بالموضوع . لقد بينت دراسات عديدة أن الخبرة السابقة والتدريبات تلعب دورا كبيرا في تحديد مستوى التحصيل (انظر مثلا في المرجع ٣) ،وتتطلب المواضيع الجديدة على الطلاب تدريبات عملية وتطبيقية كثيرة ومتنوعة لتساعدهم على تكوين الخبرة في الموضوع المدروس وعلى استيعابه وتمثله هكذا نرى ان طريقة التدريس ومدى العناية بالتدريبات والمراقبة العلمية على الطلاب كلها تدخل في تحديد مستوى التحصيل . وربما كان من المفيد هنا ان نذكر طريقة يمكن بواسطتها التأكد أن الفرق بين مستوى التحصيل في موضوعين ما هو فرق ذو دلالة وذلك كمايلي :

آ - تخصص علامتان متساويتان للسوءالين ،وتصحح اجابات الطلاب عليهما . فيحصل كل طالب على علامة x_i ،عن السوءال الاوّل ،وعلامة اخرى y_i ،عن السوءال الثاني (i هنا هي رقم الطالب) . يحسب متوسط علامات الطلاب في السوءال الاوّل ، وفي السوءال الثاني $\bar{y}_i$:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N} \quad ; \quad \bar{y} = \frac{\sum yi}{N}$$

حيث N هو عدد الطلاب . نستبدل الآن علامات الطلاب الخام ، x_i بعلامات معدّلة ،نرمز لها ب X_i ; نحصل عليها كمايلي : نطرح المتوسط $\bar{x}$ من علامة الطالب x_i فنحصل على علامته المعدّلة X_i ($X_i = x_i - \bar{x}$) . بنفس الطريقة نحصل على العلامات المعدّلة Y_i على السوءال الثاني . ترتب النتائج كما في الجدول (١) . علينا الآن ان نرى فيما اذا كان الفرق بين متوسطي العلامات $D = \bar{x} - \bar{y}$

ذا دلالة أم لا ،لذا

جدول (١)

رقم الطالب	1	2	3	....	N
$X_i = x_i - \bar{x}$	X_1	X_2	X_3	....	X_N
$Y_i = y_i - \bar{y}$	Y_1	Y_1	Y_3	....	Y_N
$d_i = Y_i - X_i$	d_1	d_2	d_3	....	d_N

نتابع العمل كما يلي :

د - نحسب الفرق بين العلامتين المعدّلتين X_i , Y_i لكل طالب $d_i = Y_i - X_i$ ،ونسجل هذه الفروق d_i في الجدول (السطر الأخير في الجدول (١)). نحسب الآن المقدار التالي :

$$S^2 = \frac{\sum d_i^2}{N - 1} \qquad (٨)$$

وهو يدعى في علم الاحصاء تباين الفروق،ويدعى الجذر التربيعي لهذا المقدار الانحراف المعياري للفروق وهو

$$S = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N - 1}} \qquad (٩)$$

نحسب الآن الخطأ المعياري σ لمتوسط الفروق، $\bar{D}$ بواسطة العلاقة التالية :

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{N}} = \frac{\sqrt{\sum d_i^2}}{\sqrt{N\,(N-1)}} \qquad (١٠)$$

واخيرا نحسب القيمة z التي تساوي :

$$z = \frac{\bar{D}}{\sigma} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sigma} \qquad (١١)$$

اذا كانت قيمة g المحسوبة اكبر من القيمة النظرية المحسوبة على مستوى محدد من الثقة يكون الفرق $\bar{D}$ بين متوسطي العلامات $\bar{x}$, $\bar{y}$ ،فرقا ذا دلالة وليس فرقا عرضيا فاذا كان عدد الطلاب كبيرا (اكثر من 60 طالبا) تكون قيمة g النظرية حوالي 1.96 على المستوى 5 % وهذا يعني انه اذا كانت قيمة z المحسومة اكبر من 1.96 يكون هنا احتمال اقل من 5 % ليكون الفرق $\bar{D}$ ناتجا عن الصدفة . بعبارة اخرى هناك احتمال شبه موءكد ان الفرق $\bar{D}$ ليس ناتجا عن الصدفة ،بل هو ناتج عن فروقات حقيقية بين القيمتين $\bar{x}$, $\bar{y}$ (انظر في المرجع ٤)

لقد وجدنا حالات كثيرة كان الفرق $\bar{D}$ فيها فرقا ذا دلالة (حتى على المستوى 1 %). وقد تبين لنا ان تقصير الطلاب في بعض مواضيع المقرر بالمقارنة مع مواضيع اخرى انما كان يعود الى نقص التدريبات والتمارين المناسبة التي كان يجب أن تعطى لهم في هذه المواضيع . ويحتاج الطلاب ذوو القدرات المحدودة الى تدريبات اكثر ومراقبة علمية أدق مما يلزم لغيرهم .

والسوءال الذي يطرح هنا هو : كيف نضع سلم التصحيح في الامتحان ؟ واذا قصر الطلاب في بعض المواضيع بسبب نقص التدريبات والتوجيهات المعطاة لهم ، او بسبب صعوبة هذه المواضيع النسبية ،فهل يجب ان نحاسبهم على ذلك ،محاسبة قد توءدي الى رسوبهم ؟ ؟ ليس هذا السوءال جديدا ،بل هو مطروح منذ زمن غير قصير في معظم الجامعات ،وقد أجابت عليه بعض الجامعات الاجنبية على النحو التالي : حتى لايحاسب الطلاب ظلماً ، يمكن اللجوء الى طريقة متوسط الصف Class average . في هذه الطريقة ،تصحح اجابات الطلاب وتوضع لهم العلامات وفق سلّم اختياري ،ويحسب متوسط العلامات $\bar{X}$. يعتبر هذا المتوسط هو العلامة المطلوبة للنجاح في الامتحان . وكل طالب يحصل على علامة اكبر او تساوي المتوسط $\bar{X}$ (متوسط الصف) يعتبر ناجحاً ،حتى لو كانت قيمة $\bar{X}$ عشرين علامة من أصل مئة .

قد يحصل أحيانا أن يكون الامتحان سهلاً ،وتكون قيمة $\bar{X}$ كبيرة نسبياً ،قد تصل الى ثمانين علامة من أصل مئة ،وكل طالب يحصل على علامة أقل من $\bar{X}$ يعتبر راسباً !

لايمكننا أن نلجأ الى طريقة متوسط الصف في جامعاتنا لسببين ، الاوّل منهما اداري-قانوني ،حيث نصت القوانين والنظم عندنا أن تكون علامة النجاح ٥٠ ٪ من النهاية العظمى المخصصة للمقرر ولا يمكننا في هذه الحالة ان نغير من المعدّل المطلوب للنجاح والسبب الثاني تربوي صرف ،يتعلق بأهداف التعليم . ان طريقة متوسط الصف تهمل النظر في المستوى الذي يجب ان يصل اليه الطلاب فعلاً لكي يستحقوا النجاح وهذا المستوى يتحدد استناداً الى الغاية من تعليم المقرر وعلاقته بالخبرة التي يجب ان يحصل عليها الطالب لكي يمارس مهنته بعد تخرجه ، أو لكي يتابع دراسته الاعلى .

يجب التفتيش اذن عن طريقة لوضع سلّم التصحيح تأخذ بعين الاعتبار جميع العوامل المشار اليها والتي تتدخل في تحديد مستوى تحصيل الطلاب من جهة ، واهداف التعليم من جهة أخرى ان ايجاد الحل لهذه المشكلة ليس أمرا سهلا ، وعلى الرغم من ذلك ، فإننا نقترح النموذج التالي ، الذي ستظهر منهجيته وأهميته من خلال شرحه .

٣ - ٣ - النموذج المقترح لسلم التصحيح :

آ - توضع اسئلة الامتحان بما يتلاءم مع أهداف تعليم المقرر المحددة سلفاً ،وتحدد الاهمية العلمية والتربوية لكل سوءال عن طريق تحديد أمثال أو ثقل نسبي له نرمز اليه بـ P_i ، حيث P_i رقم السوءال i اذا كانت الاسئلة متساوية في الاهمية العلمية والتربوية تكون قيمة P_i مساوية للواحد لكل سوءال . أما اذا اختلفت الاسئلة فيمابينهامن حيث الاهمية ،تجعل قيمة P_i مساوية للواحد من أجل السوءال الاقل أهمية ، وتحدد الاهمية النسبية لبقية الاسئلة بالنسبة للسوءال السابق ،وتعطى لكل سوءال قيمة P_i على ان لاتتجاوز (2)،ويستحسن

ان تكون أسئلة الامتحان متقاربة من حيث الاهمية ويجب أن يعلم الطالب ان كل مايتعلمه هام ومفيد وهذا يتطلب ان لايكون هناك حشو في المنهاج ...

ب ـ توءخذ عينة عشوائية من أوراق امتحان الطلاب ،وتقرأ الاجابات على مختلف الاسئلة في كل ورقة منها،توضع علامة 1 للجواب الصحيح على السوءال ،وعلامة صفر للجواب الخاطىء . واذا كان السوءال مكونا من أجزاء توضع له علامة تساوي نسبة عدد الاجزاء الصحيحة الى عدد الاجزاء كلها في السوءال . تُجمع النتائج في جدول مثل الجدول (٢) . تُجمع الآن علامات كل سوءال في جميع اوراق العيّنة ، فنحصل على مانسميه المجموع الخام للسوءال كما هو مبين في الجدول(٢).

د ـ نضع الآن حدّاً أعلى وحدّاً أدنى لمجموع علامات الطلاب على السوءال الواحد ،أي نضع حدّاً أعلى وآخر أدنى للمجموع الخام لكل سوءال ، سبب ذلك هو الاعتبار التالي : لو نظرنا في مجتمع طلابي كبير لوجدنا في الحالة العادية توزعاً منتظماً للتحصيل ،ويمكن القول ان الطلاب في هذه الحالة يتوزعون في ثلاث فئات الفئة الأولى تشمل المتفوقين ،والثانية تشمل المتوسطين الذين يتأرجح تحصيلهم حول الوسط ، والثالثة تشمل الطلاب الضعاف . لذلك يمكن القول ان ثلث الطلاب تقريبا تكون اجابتهم صحيحة على السوءال في الأحوال العادية والثلث الآخر يتأرجح بين الخطأ والصواب ، والثلث الأخير يُعطي اجابة خاطئة . وحتى تكون العينة المدروسة (كما في الجدول (٢)) ممثلة للمجتمع الطلابي الكبير (والذي يشمل الطلاب في جميع الجامعات وفي نفس الصف) ،يجب ان لايقل المجموع الخام للسوءال عن حوالي 30 % من عدد أفراد العينة ،وان لايزيد على حوالي 65 % من هذا العدد . فإذا كان عدد أفراد العينة هو m فاننا نعتبر الحد الاعلى للمجموع الخام مساويا الى $0.65 \times m$

والحد الأدنى مساوياً الى $0.30 \times m$. في المثال المبين في الجدول (٢) كان عدد أفراد العينة مساويا الى $m = 19$ ، والحدان الأعلى والأدنى في هذه الحالة هما على الترتيب

$0.30 \times 19 = 5.70$ و $0.65 \times 19 = 12.35$

ننظر الآن في المجموع الخام لكل سؤال والذي حصلنا عليه في الفقرة السابقة . فاذا كان هذا المجموع اكبر من الحد الأعلى نغيره ونضعه مساويا للحد الاعلى، واذا كان أصغر من الحد الأدنى نضعه مساويا للحد الأدنى ، أما اذا كان بين هذين الحدين فنتركه على حاله . نحصل بهذه الطريقة على المجموع المعدل لكل سؤال، كما هو مبين في الجدول (٢) .

د – نضع لكل سؤال ثقلا يتناسب مع أهميته ،كما ذكرنا أعلاه ،ثم نضرب ثقل السؤال بالمجموع المعدل المقابل له . فنحصل على ما ندعوه المجموع المثقل للسؤال (الجدول ٢) . نرمز للمجموع المثقل للسؤال ذي الرقم i بالرمز C_i . نجمع قيم C_i فنحصل على المجموع العام المثقل C :

$$C = \sum C_i \qquad (١٢)$$

ان قيمة C في المثال المبين على الجدول (٢) تساوي الى 59.75 .

هـ – لتكن العلامة العظمى للامتحان هي MAX (قد تكون MAX مساوية الى 100 علامة أو 70 أو غير ذلك) ،نحسب الان علامة كل سؤال في السلّم باستخدام العلاقة التالية :

$$g_i = \frac{MAX}{C} \times C_i \qquad (١٣)$$

حيث g_i علامة السؤال ذي الرقم i و C المجموع العام المثقل المحسوب بالعلاقة (١٢)، C_i هو

جدول (٢) نموذج لكيفية وضع سلم التصحيح

رقم الورقة في العينة	السؤال 1	السؤال 2	السؤال 3	السؤال 4	السؤال 5	
1	1	0	0.5	0.5	0	
2	1	1	1	0.5	0	
3	0.5	0	1	0.5	0	
4	0.5	1	1	0	0.5	
5	1	1	1	0.5	0	
6	1	0.5	1	0.5	0	
7	0.5	0.5	1	0	1	
8	1	1	1	0.5	0	
9	1	1	1	1	0	
10	1	1	0.5	0.5	0	
11	0.5	0.5	0.5	0	0	
12	1	1	1	0.5	0	
13	0.5	0.5	0.5	1	0	
14	1	1	0.5	0	0	
15	1	0.5	1	0	0	
16	0.5	0.5	1	0.5	0	
17	1	0.5	1	0.5	0	
18	1	1	0.5	1	0	
19	0.5	0.5	1	0.5	0	
المجموع الخام	15.5	12	16	8.5	1.5	
المجموع المعدّل	12.35	12	12.35	8.5	5.7	
ثقل السؤال	1	1.5	1	1	1.5	
المجموع المثقل ci	12.35	18	12.35	8.5	8.55	المجموع العام 59.75
العلامة المخصصة للسؤال	21	30	21	14	14	مجموع العلامات 100

المجموع المثقل الخاص بالسوءال i . مثلا في الجدول (٢) ،كانت قيمة MAX مساوية الى 100 وعلامة السوءال الأول ($i = 1$) تحسب كما يلي :

$$g_1 = \frac{100}{50.75} \times 12.35 = 21$$

وعلامة السوءال الثاني :

$$g_2 = \frac{100}{59.75} \times 18 = 30$$

وهكذا .

و ـ توزع علامة كل سوءال على أجزائه بنسبة أهمية الأجزاء ،ويمكن اتباع نفس الطريقة السابقة في توزيع علامة الامتحان الكلية على مختلف الاسئلة ،وتطبيقها في توزيع علامة السوءال على أجزائه .

٣ ـ ٤ ـ فوائد النموذج السابق لسلم التصحيح :

يتميز النموذج العام السابق لسلم التصحيح بميزات رئيسية أهمها مايلي :

آ ـ يمكن تطبيقه في جميع أنواع الامتحانات ،سواء كانت انشائية (essay Type) أو ذات أسئلة قصيرة أو امتحانات متعددة الاختيار (Multiple - Choice) ، علما بأننا لاننصح بهذا النوع الأخير من الامتحانات لأنّ الطالب يختار الجواب على السوءال في بعض الأحيان بشكل عشوائي معتمدا على الحظ . مما يستوجب ادخال هذا الأمر في طريقة وضع سلم التصحيح .

ب ـ يمكن تطبيق النموذج السابق مهما كان عدد الإسئلة في الامتحان ومهما كان عدد أفراد العينة . وهو يعطي نتائج أفضل كلما كان عدد أفراد العينة اكبر ،واننا ننصح بأن يكون هذا العدد حوالي ١٥ ٠/٠ من عدد الطلاب في الصف على أن لايقل عن عشرين حتى لو كان عدد الطلاب في الصف أقل من مئة .

جـ - يأخذ النموذج بعين الاعتبار مختلف العوامل التي تتدخل في تحديد مستوى تحصيل الطلاب ،وهو يجعل أثر نقص التدريبات في بعض المواضيع في حده الأدنى ،ولكن دون ان يحذف هذا الأثر نهائيا . وهو يأخذ بعين الاعتبار ايضا أهمية مختلف المواضيع النسبية من حيث مدى ارتباطها بأهداف التعليم .

د - يتصف هذا النموذج بالمنهجية في وضع السلم مما يجعل عملية تقويم الطلاب وتقويم مردود عملية التعليم اكثر موضوعية وعقلانية ، كما يجعل المقارنة بين نتائج مختلف الامتحانات مقارنة ذات معنى .

هـ - يستفاد من هذا النموذج في الكشف عن المواضيع التي يجد فيها الطلاب صعوبات اكثر من غيرها . مثلا في الجدول (٢) كان واضحا أن الطلاب وجدوا صعوبة في السوءال رقم (٥) مما يدل على عدم استيعابهم لموضوع السوءال ، وفي هذه الحالة يجب تقصي أسباب التقصير ،والعمل على ازالتها في السنوات القادمة . وربما عمد الاستاذ هنا الى الاكثار من التمارين والتدريبات حول موضوع السوءال ،أو الى تعديل أسلوب شرحه للموضوع ،أو الى القيام بالأمرين معا .. واذا لم تجد هذه الأمور على مر السنوات ،فربما كان ذلك دليلا على أن موضوع البحث أعلى من امكانات الطلاب ،فيجب في هذه الحالة تعديل المنهاج بالشكل المناسب !

و - يفيد النموذج السابق ايضا في عملية معايرة الاسئلة المختلفة ، ومعرفة مدى تناسبها مع سوية الطلاب في الصف المعني . وهذا يساعد في المستقبل على اختيار الأسئلة بشكل أفضل ،وهذا يوءدي بدوره ،في اعتقادنا الى استقرار نسب النجاح .

وفي الختام نقول انه بامكاننا أن نجعل الإمتحانات أداة لتطوير التعليم وليس مصدرا لقلق الطلاب فقط .

مراجـــــع البحـــــــــث

١ ـ دراسة اثر العوامل البيئية في مستوى تحصيل الطـــــــلاب في الدراسة الثانوية . د.عصام جانو وجورج نصـــــــــرة مجلة جامعة تشرين العدد ١ ص ٥٠ (١٩٧٨)

٢ ـ نسب النجاح ومجالس الرحمة في الجامعة ، د.عصام جانـــــو منشورات جامعة تشرين . نشرة رقم ٧ نيسان (١٩٧٦)

٣ ـ الاسّس النظرية والعملية لطرق التعليم ، طريقة التفاعـــــل المستمر والتقييم الذاتي . د.عصام جانو ، اسبوع العلـــــم السابع عشر ، الكتاب الثاني ص ١٥ (١٩٧٧) .

٤ ـ Basic Statistics in Behvioural Research A.E. Maxwell , Penguin Books , (1970)