ECTDAAUA C.2

507:D88uA C.2

ضومط ، اميل جبر.

أصول تدريس العلوم.

507
D88uA
C.2

٧٠

أصول تدريس العلوم

507
D88uA
c.2

أصول تدريس العلوم

تأليف

أمين جبر ضومط

استاذ ورئيس قسم الفيزياء والرياضيات بكلية الملكة عالية ،
سابقاً بدار المعلمين العالية وكلية الهندسة في بغداد
والجامعة الأميركية في بيروت

Cat. Nov. 52

79591

مكتبة صادر
بيروت

الحقوق محفوظة للمؤلف

مطبعة المناهل : ١٩٥١

مقدمة

الى مدرّسي العلوم في المدارس الثانوية والكليات وأساتذة التعليم والتربية وطلبة دور المعلمين في الأقطار العربيـة أقدّم هذا الكتاب راجياً ان يكون فيه ما يفي بحاجتهم الى كتاب في موضوعه وان يثير تفكيرهم في نواحٍ عديدة من التربيـة والتعليم وأصول التـدريس التي تحتاج الى التمحيص والنقـد والاصلاح والى تعديل الاتجاه والهدف، لا عندنا فحسب ولكن عند الغربيين ايضاً الذين نأخـذ عنهم ونقتبس منهم جزافاً من دون غربلة وتمحيص .

وقد بدأت بانشاء هذا الكتاب على شكل محاضرات للصفوف المنتهية من قسم العلوم بدار المعلمين العالية في بغداد، ثم أكملته الى حالته الحاضرة بعد ثلاث سنين من تدريس الموضوع في كلية الملكة عالية التي هي نظيرة دار المعلمين العالية في إعداد المعلمات للتدريس في المدارس الثانوية في العراق . ومنهـج كلا المعهدين يستغرق دراسة أربع سنوات بعد البكالوريا .

ويجدر بي الاعـتراف بفضل تلامذتي عليّ — وعلى الأخص

تلميذاتي في كلية الملكة عالية – الذين يسّروا لي تحضير هذا الكتاب وجعلوا عملي في تأليفه سارّاً وذلك بتشوقهم لطلب العلم والمعرفة وحسن قبولهم ما ألقيته عليهم ومشاركتهم اياي في خلاصة اختباراتي في تدريس العلوم أثناء ثلاثين سنة كان أكثر من نصفها في بغداد .

ولي الأمل ان يعمّ الأقطارَ العربية حسنُ قبول هذا الكتاب الذي أقدّمه بروح المحبة لخدمة طلبة دور المعلمين ومدرّسي العلوم في الأقطار الشقيقة .

كلية الملكة عالية – بغداد

في ٥ تشرين الاول سنة ١٩٥١ اميل جبر ضومط

التوجيه التربيوي

العلم اصطلاح عام يشمل العلوم الخاصة على كثرة عددها وهي مقسمة قديماً[1] الى أربعة أقسام : رياضية تعليمية ، وجسمانية طبيعية ، ونفسانية عقلية ، وناموسية إلهية . ولا يخرج شيء من المعارف والمباحث الانسانية عن هذا التقسيم حتى علم الكلام . وكل علم هو مجموعة مسائل ومقالات يدعي القائلون بها انها معرفة صحيحة عن حقيقة الأشياء وحقيقة العلاقات التي ترتبط بها بعضها ببعض .

أما وجهة النظر الحديثة فقد خصصت العلم بعدد محدود من مواضيع البحث والتنقيب والتفكير والعمل . فالمواضيع المعترف بها انها علوم بالمعنى الحديث للعلم (سيَنس او سيانس = Scienee) هي العلوم الرياضية ، والعلوم الطبيعية المادية ، والعلوم البيولوجية والطبية ، والصناعات والمهن المؤسسة على تلك العلوم ، أما السيكولوجيا ، وعلم التربية ، والعلوم الاجتماعية فلا اجماع في الرأي لاعتبارها علوماً بالمعنى الحديث المحدّد للعلم . على ان

---

١ رسائل اخوان الصفاء .

اساتذتها يبذلون جهودهم للحصول على ذاك الشرف – أصحيحاً كان أم موهوماً – وذلك بمحاولتهم تطبيق الطريقة العلمية الحديثة على ابحاثهم . وكثيراً ما نسمع الأدباء ايضاً في هذا العصر يتكلمون عن البحث في موضوع الأدب والنقد الفني على الطريقة العلمية .

وللعلم مدلول آخر غير مدلوله الذي يشمل العلوم الخاصة، وهو طريقة البحث والتفكير للكشف عن حقائق الأشياء أي لاستقاء المعرفة الصحيحة عن الكون والعالم بما فيه من جماد وأحياء . فالمعرفة العلمية هي التي يوصل اليها عن طريق العلم بالمشاهدة العيانية الحسية والاختبار والقياس ثم بالاستقراء والاستنتاج والتحليل العقلي المجرد على نحو التحليل الرياضي الحديث . ومحك الصحة النهائي في هذه الطريقة هو الاثبات « بالاختبار العملي » . على ان كثيراً مما يقول به العلم الحديث لا يمكن اثباته بالاختبار العملي . وتمييز العلم بطريقته الخاصة هو ما جعل بعضهم يخصص العلم ببعض الابحاث دون غيرها التي لم يعترفوا بها انها علوم بالمعنى الحديث . وذلك لأن معظم مقالاتها وافتراضاتها الأساسية غير مثبت بالاختبار العملي والمشاهدة أو لأن مادتها غير قابلة للقياس بالضبط المطلوب الى الدرجة الكافية .

وللغاية المتعارفة من العلم في منهج الدراسة العامة وجهتان : الأولى هي تزويد الطالب على قدر حاجته بالمعلومات الصحيحة

عن حقيقة الأشياء وعلاقاتها بعضها ببعض . والثانية هي تدريبه على التفكير والعمل على الطريقة العلمية بحيث يوسع مجال تطبيق التفكير العلمي على مساعيه في الحياة . وهـذا يقتضي ان يعي ويفهم الطريقة العلمية ومراتب المعرفة العلمية ودرجة كل مرتبة من الضبط او من الصحـة واليقين . اي على المنهج ان يبيّن للطالب شيئاً من منطق العلم وفلسفته على قدر قابليته واستعداده لا لطلاب التعليم العـام فحسب ولكن على الأخص لمدرسي وأساتذة العلوم ودكاترة الفلسفة . وقـد كان للعلماء نفور من الفلسفة ومعارضة للابحاث الفلسفية مدعين ومقتنعين ان لا حاجة الى تمحيص أسس المعرفة العلميـة وطريقتها ، لأن النتائج التي أدّى اليها العلم هي اثبات كافٍ لصحة طريقتـه . ولا يزال الكثيرون منهم على هـذه العقيدة يظنون ان الابحاث الفلسفية والتصوفية الباطنية تزيغ العلم عن طريقـه السويّ . لكن أقلية من اساطين العلم الحديث قد تبيّنت لهم ضرورة تمحيص اسس المعرفة العلمية وذلك على أثر ظهور تناقض داخلي في منطق العلم، ففتحوا باباً جديداً في فلسفة العلم الحديث والطريقة العلمية، وهو بحث لا يزال في مرحلته البدائية .

تلك هي الغاية التي يقول بها اساتذة التربية والتعليم وواضعو المناهج، وسنعود الى هذا الموضوع في فصل آخر من هذا الكتاب. أمّا مقدار ما يتحقق من تلك الغاية بالفعل فهو أمر آخر ، وهو

شيء يختلف باختلاف الأفراد في المدرسة الواحدة ويختلف باختلاف الشعوب . ولا يزال متن التعليم العلمي مقتصراً على المعلومات العلمية والقوانين العامة وتطبيقها العملي والنظريات حتى عند الشعوب الغربية التي انشأت العلم الحديث ولا تزال حاملة لواءه . أمّا ما يقال عن تدريب الطلاب على التفكير والعمل على الطريقة العلمية فلا يتعدّى كثيراً مقدّمات الكتب المدرسية . وما يتعلمه الطالب من منطق الطريقة العلمية هو ما يستخلصه لنفسه من تعلم مادة العلم . وهو عند اكثرية الطلاب معرفة ركيكة مغبّشة حتى عند الكثيرين ممن نالوا درجات علمية عالية وتمكنوا من مادة العلم الذي اختصوا به . هذا عند الشعوب الغربية . أمّا ما يتعلمه ابناء الأقطار العربية من مادة العلوم الطبيعية فهو دون ما يتعلمه أولئك درجة ونوعاً ومقداراً . ويجدر التصريح في هذا المقام بان تدريس العلوم في الأقطار العربية هو منحط الى درجة فظيعة الى مستوى التلقين الببغائي . وليس ما يبرر هذا الانحطاط لأن سببه ليس فقرنا المادّي بالنسبة الى بقية الشعوب ، ولكنه زيغ في التفكير يجعلنا نطلب الشهادة من دون العلم ، والوظيفة التي تساعد عليها الشهادة من دون استحقاق ، والراتب الذي نحصل عليه بالوظيفة من دون اداء الواجب بالعمل المكافىء .

يتعلم الانسان العلم لكي تستقيم به حاله . ويتم له ذلك على قدر ما يرسخ في نفسه من المعرفة الصحيحة التي تساعده على معرفة

نفسه وفهم معنى حياته وغايته من الحياة، وترشده الى تسديد خطاه لما يصطلح به حاله. ولا تستقيم امور الانسان وتصطلح حاله إلاّ بالصدق والحق في تفكيره وقوله وعمله. والمعرفة العلمية هي مرتبة من مراتب الصدق والحق. فإذا طلبنا العلم لغير الصدق والحق فلا عجب اذا فسد التعليم والتعلّم وانحطّ الى تلقين ببغائي. ولا فائدة للانسان من التمويه على نفسه والتوهّم بان أفراداً كثيرين من كل الشعوب يتنعمون بخيرات الارض من دون ان تكون نيّتهم وغايتهم طلب الصدق والحق، وانّ في الامكان تحصيل العلم والاستفادة من تطبيق المعرفة العلمية من دون طلب الحق. قد تستغرق الانسانية اجيالاً عديدة قبل ان تتفتح بصيرتها للتخلص من هذا التفكير الزائغ عن نظام الحياة وسنّتها السويّة. وهذا موضوع عام يشمل موضوع بحثنا المحدود. ونكتفي في هذا المقام بالاشارة الى النتائج الفظيعة التي أدّى اليها العلم الحديث غير الموجّه الى الحق، وهي الحروب التي اختبرناها والتي ستؤدّي الى انقراض المدنية الحديثة. وقد يظن بعض الافراد ان «الشاطر» منهم يمكنه ان يشذ عن المجموع وان يتحاشى النتائج السيئة التي تنحتم على الأقوام والشعوب. ولكن من يراقب مراقبة تستشف حجب المكان والزمان يتبيّن له ان قوانين الحياة لا شواذ لها او عنها. ونؤكد لطلاب الأقطار العربية ابناء هذا الجيل الذين يقبلون

شيء يختلف باختلاف الأفراد في المدرسة الواحدة ويختلف باختلاف الشعوب . ولا يزال متن التعليم العلمي مقتصراً على المعلومات العلمية والقوانين العامة وتطبيقها العملي والنظريات حتى عند الشعوب الغربية التي انشأت العلم الحديث ولا تزال حاملة لواءه . أمّا ما يقال عن تدريب الطلاب على التفكير والعمل على الطريقة العلمية فلا يتعدّى كثيراً مقدّمات الكتب المدرسية . وما يتعلمه الطالب من منطق الطريقة العلمية هو ما يستخلصه لنفسه من تعلم مادة العلم . وهو عند اكثرية الطلاب معرفة ركيكة مغبّشة حتى عند الكثيرين ممن نالوا درجات علمية عالية وتمكنوا من مادة العلم الذي اختصوا به . هذا عند الشعوب الغربية . أمّا ما يتعلمه ابناء الأقطار العربية من مادة العلوم الطبيعية فهو دون ما يتعلمه أولئك درجة ونوعاً ومقداراً . ويجدر التصريح في هذا المقام بان تدريس العلوم في الأقطار العربية هو منحط الى درجة فظيعة الى مستوى التلقين الببغائي . وليس ما يبرر هذا الانحطاط لأن سببه ليس فقرنا المادّي بالنسبة الى بقية الشعوب ، ولكنه زيغ في التفكير يجعلنا نطلب الشهادة من دون العلم ، والوظيفة التي تساعد عليها الشهادة من دون استحقاق ، والراتب الذي نحصل عليه بالوظيفة من دون اداء الواجب بالعمل المكافىء .

يتعلم الانسان العلم لكي تستقيم به حاله . ويتم له ذلك على قدر ما يرسخ في نفسه من المعرفة الصحيحة التي تساعده على معرفة

نفسه وفهم معنى حياته وغايته من الحياة، وترشده الى تسديد خطاه لما يصطلح به حاله. ولا تستقيم امور الانسان وتصطلح حاله إلاّ بالصدق والحق في تفكيره وقوله وعمله. والمعرفة العلمية هي مرتبة من مراتب الصدق والحق. فإذا طلبنا العلم لغير الصدق والحق فلا عجب اذا فسد التعليم والتعلّم وانحطّ الى تلقين ببغائي. ولا فائدة للانسان من التمويه على نفسه والتوهّم بان أفراداً كثيرين من كل الشعوب يتنعمون بخيرات الارض من دون ان تكون نيّتهم وغايتهم طلب الصدق والحق، وانّ في الامكان تحصيل العلم والاستفادة من تطبيق المعرفة العلمية من دون طلب الحق. قد تستغرق الانسانية اجيالاً عديدة قبل ان تتفتح بصيرتها للتخلص من هذا التفكير الزائغ عن نظام الحياة وسنّتها السويّة. وهذا موضوع عام يشمل موضوع بحثنا المحدود. ونكتفي في هذا المقام بالاشارة الى النتائج الفظيعة التي أدّى اليها العلم الحديث غير الموجّه الى الحق، وهي الحروب التي اختبرناها والتي ستؤدّي الى انقراض المدنية الحديثة. وقد يظن بعض الافراد ان «الشاطر» منهم يمكنه ان يشذ عن المجموع وان يتحاشى النتائج السيئة التي تنحتم على الأقوام والشعوب. ولكن من يراقب مراقبة تستشف حجب المكان والزمان يتبيّن له ان قوانين الحياة لا شواذ لها او عنها. ونؤكد لطلاب الأقطار العربية ابناء هذا الجيل الذين يقبلون

التلقين البيغائي ويتمرّدون على الدراسة الصحيحة التي تتطلّب اجهاد النفس والجسد انّ طلاب الأقطار العربية على العموم يطلبون فهم مادة العلم الذي في منهج دراستهم وتنقيّاً نفوسهم التلقين الكلامي الفارغ ، ويفهمون جيداً انه ان سلك تمويه الانسان على نفسه وعلى أخيه الانسان فلا يسلك تمويه على الطبيعة لاستغلال خيراتها من دون العمل الموجّه بالمعرفة العلمية الصحيحة .

ان لم يكن تحصيل العلم تبعاً لرغبة صادقة الى غاية صالحة فكل كلام عن توجيه المعرفة العلمية يقع على آذان صمّاء . وان لم يكن تحصيل العلم على الأصول الصحيحة فكل كلام عن التوجيه التربيوي في تدريس العلوم على الطريقة المثلى هو طلب الشيء من دون مقوّماته . اذ لا معنى ولا قوام لتوجيه الطالب الى أفضل الطرق في تدريس العلوم او لتوجيه العلم الى فهم معنى الحياة ما لم يتعلّم الطالب ويفهم مادة العلم فهماً صحيحاً . ان بعض الطلاب يخرجون لتدريس علم لا يعلمون مادته الى الدرجة الكافية التي تؤهلهم ان يدرّسوه . واساتذة التربية يلقون محاضرات كلامية في كيفية تدريس علوم « عملية » لا هم ولا تلامذتهم لهم المعرفة الكافية في مادتها حتى يعلّموها . قد يظهر خطر هذا التصريح للبعض الذين يفضّلون عدم التصريح . ولكن حالة التعليم والتعلّم قد وصلت الى درجة لا يجوز السكوت عنها .

ان دراسة العلوم على اصولها الصحيحة في منهج التعليم العام لا تستقل ولا تنفصل عن التربية الخلقية الصحيحة والتدريب النفسي لايقاظ القوى العقلية وتفتّح الخصال النفسية الكامنة واستظهارها الى حيّز الفعل . هذا اذا كان التعليم العام على حالته المثلى . وكل ما يحسن ويصطلح به منهج التعليم العام يجب ان يكون مقوّى الى اقصى درجة ممكنة في منهج إعداد المعلمين . وبناء على ذلك قد جعل اساتذة التربية والتعليم « علم التربية » و « علم النفس » درسين اساسيين في مناهج دور المعلمين . ولكن هذين العلمين قد دخل عليهما كثير من الحشو ومن النظريات والمقالات غير الصحيحة بحيث فقدا ميّزتهما التوجيهية في التعليم والتربية وأصبحا في حاجة الى التوجيه الصحيح . ان الحشو الذي دخل على علم التربية الحديث قد غطى نواته الصحيحة التي تتبادر الى الاذهان من معنى التربية المتعارف العام . وليس في علم النفس الحديث شيء عن نفس الانسان سوى انكار حقيقتها . على ان بعض المذاهب السيكولوجية تجيز « افتراضها » .

ولا مجال في هذا المقام لتحليل محتويات علمَي التربية والنفس وتفصيلهما على حسب ما يدرسان في دور المعلمين . ففيهما كثير من وصف الاختبارات والتجارب « العملية » المزعومة انها على الطريقة العلمية ، والنتائج التي استخلصها الباحثون المجتهدون في علمَي التربية والنفس الحديثين من تلك التجارب هي خليط من

النظريات ومما يزعمونه « قوانين علمية » في تعلّم الانسان وتصرفه وسلوكه . ونقد هذه القوانين يؤلف بحثاً خاصّاً قائماً بذاته . ولا مجال ههنا لأكثر من الاشارة اليه وتحذير القارىء من الأوهام في تعاليم فاسدة متجلببة بجلباب العلم الحديث او موسومة بميسمه .

ان اهم ميزات التوجيه العلمي في التربية والتعليم هو الاختبار العملي بالتدريب والممارسة . ونوجّه انظار اساتذة التربية والسيكولوجيا الى تدريب تلامذتهم تدريباً عمليّاً بممارسة السلوك الملائم لارهاف الحواس واستظهار القوى العقلية من حيّز الامكان الى حيّز الوجود ، وتفتّح الخصال الحميدة ، والتصرّف تصرفاً متوافقاً مع اصول التربية المؤدية الى الحياة الصالحة . وان لا يكتفوا بالتلقين الكلامي عما يقول به علماء السيكولوجيا والتربية من النظريات التي تتغيّر وتتبدّل من جيل الى جيل . على هذا الأساس التربيوي الصحيح يصحّ ان يبنى التوجيه العلمي في تدريس العلوم لعامة الطلاب وعلى الأخص لإعداد المعلمين لتدريس العلوم .

•

الهدف والطريق

التدريس الصحيح هو ارشاد التلميذ الى اصول الدراسة الصحيحة وهي تركيز القوى العقلية وتوجيهها الى غاية المعرفة . والمعرفة هي وعي نظام الكون والحياة ومقام نفس الانسان فيه ، والتصرف بالتوافق مع النظام اي بالامتثال له ومطاوعته . وبتعبير آخر يقال ان المعرفة هي تصوّر الكون بالقوى العاقلة صورة مطابقة له كما هو على حقيقته ، وتسديد خطى النفس في سلوكها بحيث تلاقي طبق ما تبصر وتنتظر فلا تبصر عبّارة ثم تقع في هوّة ، او تسعى الى سراب تتصور فيه الماء والخضراء فلا تدرك غير الرمال والحرّاء .

ان اصول التدريس الصحيح ترتكز على اصول الدراسة الصحيحة . والمقتضيات الأساسية العامة للدراسة الصحيحة — اي مقوّمات الدراسة الصحيحة — هي المبادىء الأساسية للحياة الصالحة — حياة الفضيلة — وهي طلب الصدق والحق والامتثال لنظام الكون والحياة . والغاية النهائية لكل دراسة هي المعرفة الصحيحة التي باكتمالها يبلغ الانسان الحياة الصالحة الكاملة . فكل مبدإ ندركه من مبادىء الحياة الصالحة يجب ان نطبقه ونمارسه

حتى تستقيم دراستنا المؤدية الى المراتب المتدرجة في اتجاه الغاية النهائية. التربية والتعليم هما تدريب وممارسة، وقد ينحطّان الى تلقين النصوص الكلامية تلقيناً ببغائياً.

ان غاية التعليم والتربية هي حياة الفضيلة – الحياة الصالحة الكاملة. وقد يُنظر اليها من وجهة ثانية وهي ان يعرف الانسان نفسه ويفهم معنى حياته وغايته منها، وعلى قدر معرفة الانسان نفسه يسلك طريق الحياة الصالحة. ولا يصل الانسان الى معرفة نفسه إلاّ عن طريق الحياة الصالحة. فالغاية والواسطة هما واحد. ومن مظاهر الجهل الشائع حتى بين المتعلمين هو الوهم بأنّ بين الحياة الصالحة وحياة الاجتهاد والعمل تناقضاً. ان الحياة الصالحة هي حياة جدّ واجتهاد وعمل ولكنها تنكر على الانسان ان تكون غايته الربح وان يكون تعلّقه بالمكافأة من نتيجة العمل. يجب ان تكون الغاية من العمل المعرفة. ولا معرفة صحيحة من دون عمل. أمّا المكافأة الكافية لحاجة الانسان ومعاشه فهي نتيجة لازمة للعمل الموجّه الى المعرفة. وليس ميزان الحاجة ما يصوّره الانسان لنفسه بمشتهياته الدنيوية ولكنه ميزان في يد القدرة التي تدبّر الكون بكل ما فيه. ونحن منها وفيها. والذي وصل الى درجة معينة من المعرفة الصحيحة يفسّر القول بأن « الرزق على الله » تفسيراً غير الذي يفسّره متعلّم جاهل.

الحياة الصالحة لا تنفصل عن المعرفة الصحيحة. فالجهل هو

سبب كل الشرور التي يقترفها الانسان وكل الآلام التي تلحق به من جرّائها . والمعرفة الصحيحة لا تقتصر على التفكير المجرد والتأمل ، فهي لا تنفصل عن العمل. وليست المعرفة محصورة في الدراسة المدرسية الأكاديمية ولكنها في كل اختبار من اختبارات الحياة . كل حادث يصيب الانسان له مغزى ومعنى ، وهو ان يفتح بصيرة الانسان لادراك وجهة من المعرفة اللازمة له .

المعرفة في الأحياء تظهر على عدة مراتب ، وهي المعرفة الغريزية والمعرفة الانسانية البدائية على مرتبة الوعي العقلي والمعرفة العلمية والمعرفة العليا . وهذه الأخيرة تشمل معرفة الانسان نفسه اي ماهيتها ومصدرها ومرجعها وغايتها من الحياة . والمعرفة الغريزية هي التي تهدي الحيوان وترشده عن غير تفكير واعٍ منه فتسيّره في تيارات الكون للمحافظة على كيانه الجسدي . وقد يُنظر اليها انها وجهة من نظام الكون على مرتبة أعلى من نظام الجماد . ولا يزال للغريزة مقام في حياة الانسان ايضاً . لكن تطوّر الانسان وارتقاءه هما في اتساع مجال التفكير الواعي بحيث يشمل الوعي العقلي أكثر فأكثر من السلوك الغريزي حتى يصبح هذا في النهاية تصرفاً تحت سلطة الارادة الواعية في الانسان الكامل .

ان معرفة نفس الانسان وحقيقتها تشمل النفس الفردية والمجتمع والبيئة والكون . وارتقاء الانسان درجة في معرفة نفسه يفتّح عقله لادراك شيء من الكون على مرتبة أعلى مما كان

في امكانه قبل ارتقائه درجـــة في معرفة نفسه . وكذلك الارتقاء درجة في معرفة الانسان عن الكون يوسّع معرفتـه لنفسه درجة .

النفس الفردية لا تنفصل عن المجتمع . وليس في وسعنا ان ندرك المجتمع من دون اسناده الى النفس الفردية . من الأوهام الشائعة وهم انفصال النفس الفردية واستقلالها عن المجتمع ، ووهم تجريد النفس الفردية عن قيمتها في ذاتهـا وجعل كل قيمة في المجتمع ، ووهم انفصال التربية الفردية عن التربية الاجتماعية ، او التربية الاجتماعية من دون التربيـة الفردية . وهذا الوهم الاخير قد جعل بعض المسؤولين عن التعليم والتربية يوجّهونهما بتخصيص قسم من منهج الدراسة العامة للنظم الاجتماعية والسياسية والتشدد في تأديـة بعض المراسيم من دون التشدد في تدريب الطالب على احترام النظام واطاعة القانون ومن دون التشدد في تدريبه على حب الصدق والحق . والنتيجة التي أدّى اليها هـذا التوجيه ظاهرة في المخالفات والغش وانحطاط مستوى الدراسة .

قد أصبح كثيرون في هذا العصر يحصرون وظيفة العلم الحديث في مساعدة الانسان على تكييف نفسه لملاءمة البيئة التي يعيش فيها — هذا من جهة — ومساعدته على تكييف البيئـة بتطبيق المعرفة العلمية لملاءمة حاجته — وذلك من الوجهة الثانية — (وننبه الطالب في هذا المقام الى الخطإ في سوء التفسير لتكييف النفس

لملاءمة بيئة شريرة). ان وظيفة المعرفة العلمية لا تقتصر على الملاءمة المتبادلة بين الطبيعة وحاجة الانسان الجسدية . فالمعرفة العليا من دون المعرفة العلمية قد تنحط الى خرافات وأوهام مثلما المعرفة العلمية من دون المعرفة العليا تؤدّي بالانسان الى الشر والخراب والدمار .

ان حاجة المجتمع الى المعرفة العلمية تستدعي ان يتخصص عدد من الأفراد كلّ في علم ومهنة او صناعة ثم ان يتعاون الجميع في الأعمال الاجماعية على الانتاج واستخراج خيرات الارض وعلى تكييف البيئة لملاءمة صحة الانسان وراحته . أمّا حاجة الفرد فهي الى المعرفة العامّة في مبادىء العلوم معرفة موجهة الى اتزان الانسان في تدبير احوال معيشته وفي تفكيره ونظره الى الكون والحياة . ان معظم ما يتعلمه الطالب من العلوم في منهج التعليم العام لا تدعوه الحاجة الى تطبيقه تطبيقاً صناعياً مهنياً للاستفادة المادية المباشرة ، وكثيراً مما قد يحتاج اليه من هذه الوجهة لا يحويه المنهج . وعلى المنهج ان لا يتقيد بهذه الوجهة النفعية المادية كما انّ عليه ان لا يضرب صفحاً عنها ، بل يزيد عليها الحدّ الأدنى من العلم اللازم لتفتيح بصيرة الطالب وخياله الى غاية أبعد وأسمى من الحاجة المادية .

ان بعض المربّين يجعلون « ترويض القوى العقلية » مركز الثقل في الغاية من تدريس العلوم الرياضية والطبيعية . ونحن لا

نجاريهم في ذلك لأن ترويض القوى العقلية او ترويض العضلات لا يصحّ ان يكون غاية لذاتها . انما تحصيل العلم بالدراسة الصحيحة يروّض القوى العقلية . ونقول برياضات وتداريب خاصة لشحذ القوى العقلية وارهاف الحواس ، على ان يكون ذلك واسطة لتحصيل العلم والمعرفة . والهدف النهائي من كل ذلك هو اتّزان الفرد في تفكيره بحيث يشتاق ويسعى لفهم المعنى من حياته ويسدّد خطاه في السلوك والتصرف الملائمين لبلوغ الانسان مرتبة الانسان الكامل .

ان المعرفة العلمية الحديثة قد ساعدت الانسان في اول نشأتها على تحرّره من كثير من الخرافات والأوهام . وقد فتّحت بصره وبصيرته لادراك النظام في الكون . ولكن فكرة النظام في العلم الحديث لا تزال غير مكتملة . فكثير من الابحاث والعقائد العلمية لا يزال مؤسساً على افتراض الحركة التائهة والمصادفات والاحتمالات وعلى انكار وجود قدرة عاقلة شاملة تسيّر الكون واجزاءه الى غاية مقصودة .

ان الكون مؤسّس على النظام من أقاصيه الى اقاصيه على امتداد المكان والزمان ، وهو نظام يظهر منه للانسان عدة مراتب . فالنظام ظاهر على مرتبة الجماد وعلى مرتبة الأحياء في النبات والحيوان ، ثم على مرتبة العقل الواعي في الانسان . ولا تستقيم حال الانسان حتى يتوافق منهاج حياته مع نظام الكون والحياة

ويطاوعه . اذن يجب ان يكون تدريس العلوم موجهاً الى ادراك النظام الكوني وصلة النفس الانسانية به . والطالب الاعتيادي لا يرى صلة بين ذلك وما يدرسه من العلوم، لأن مناهج التدريس ينقصها التوجيه الصحيح، فهي محشوة بكثير مما لا حاجة للطالب به في المرحلة التي وصل اليها وينقصها الكثير مما هو في أشد الحاجة اليه .

ان فعالية المعرفة العلمية تتناقص بالارتقاء من درس النظام على مرتبة الجماد الى مرتبة النبات فالحيوان فالانسان . وهذا ظاهر من جهة في تقصير طريقة البحث العلمي الحديث عن الوصول الى معرفة صحيحة يقينيّة في كثير من الحالات . وامّا من الجهة الثانية فتصبح المعرفة التي يصل اليها البحث العلمي معرفة سطحية كما هي الحال في البحث العلمي على طريقته الحديثة عن حقيقة نفس الانسان وعقله . ونشير في هذا المقام الى « حدود المعرفة العلمية » . اما بحث هذا الموضوع فهو تالٍ في ترتيبه الزماني للبحث والاطّلاع على ما هو ضمن الحدود من المعرفة الصحيحة اللازمة للانسان .

•

مقومات الدراسة الصحيحة

الدراسة الصحيحة هي توجيه القوى العقلية وتركيزها على موضوع الدراسة بحيث يعي العقل صورة صحيحة للأشياء وللعلاقات التي ترتبط بها بعضها ببعض . والقوى العقلية تشمل الحواس الجسمانية وقوى الانتباه والملاحظة والذاكرة وقوى التصوّر والربط والحلّ والتركيب وغير ذلك من قوى التفكير المجرّد . وهذه كلها في حالتها الصحيحة وحالة استعمالها على الوجه الصحيح هي مقوّمات الدراسة الصحيحة . ولا تهمنا من أمرها في هذا المقام تعليلات السيكولوجيين النظرية لماهيتها وطريقة عملها الباطن ولا تعريفها تعريفاً يتطاول الى أبعد مما يتبادر الى الذهن عند الشخص السويّ حين يُطلب اليه ان ينتبه او ان يتذكّر او ان يتصوّر شكلاً هندسياً مجرداً يستخلصه من ترتيب ميكانيكي الخ ... والأمر ذو الأهمية الذي نوجّه اليه الأنظار في هذا المقام هو المعرفة الصحيحة المثبتة بالاختبار العملي انّ بعض التداريب والأعمال تروّض القوى العقلية وتشحذها الى الدرجة اللازمة في الدراسة وتحصيل العلم والمعرفة . فنوجّه أنظار المعلمين الى وجوب تدريب طلابهم على هذه الرياضة العقلية ، ونحثّ طالب

العلم على ممارستها لارهاف حواسه وشحذ قواه العقلية مثلما يمارس الرياضة البدنية لتليين مفاصله وتقوية عضلاتـه ورفع مستوى صحته الجسدية . ان الدراسة الصحيحـة تروّض القوى العقلية ولكننا نشير بالرياضة والتداريب الخاصة لشحذ القوى العقليـة وارهاف الحواس علاوة على انشحاذها وارهافهـا بالدراسة الصحيحة . وسنبيّن في متن هذه الرسالة اصول التدريس الصحيح الذي يفتّح ذهن الطالب لوعي العلم ويروّض قواه العقلية في الوقت عينه .

ان عمل العقل في الحس والتفكير قائم بواسطة الجهاز العصبي . فصحة الحس والتفكير تتوقف على صحة الجهاز العصبي ، وهذه تتوقف على حالة الجسد الصحيـة بوجه عام وعلى صفاء الدم من الفساد وعلى التنفس الصحيح والعفّة بوجه خاص . وعلى هـذه الحقيقة قد بني القول « العقل السليم في الجسم السليم » . والوجه الثاني لهذه الحقيقة هو توقف حالة الجسد وصحته على صفاء العقل من كل ما يشوّشه ويفسد تفكيره وعلى الأخصّ على صفائه من النهم والشهوة والتشوّق الى التلذذ والتلهي على مستوى الحواس . ان الاتجاه الفكري العام والحالة النفسية العامة لهما أعظم التأثير لا في صحة الجسد العامة فحسب ولكن في قـدرة الفرد على تركيز قواه العقلية للدراسة . وبناء على هذا نقول ان « الجسم السليم في العقل السليم » . اما الحالة النفسية العابرة ، كالخوف

والغضب والعشق والحزن والفرح ، فمعلوم تأثيرها في العقل وهو تشويش الفكر وتشتيت الانتباه . على الفرد ان يتعلم ان يملك نفسه فيزيح الحالة النفسية المشوشة عن نفسه وذلك بالارادة وتحويل تيار الفكر الى موضوع آخر .

فالدراسة الصحيحة تستلزم صحة الجسد وصحة العقل وصحة النفس الخلقية . ولا نعني بالدراسة اجهاد الطالب نفسه ساعة محدودة من الزمن يحضّر بها نفسه للقاء معلمه في الصف والساعة التي يقضيها معه فقط ، ولكنها مرحلة من العمر قد تستغرق ثلثه في المدارس الرسمية . هذا ان لم نقل شيئاً عن مداومة الدراسة الفردية مدى العمر . ان التدريس الصحيح في المدارس يستوجب عناية المدرسين بصحة تلامذتهم الجسدية والخلقية عناية لا تنفصل عن إلقاء الدروس وتلقين المعلومات . ووجهة النظر الشائعة تعترف بوجوب الرياضة البدنية والتربية الاخلاقية في مناهج المدارس ولكن كأنها شيء مستقل عن التدريس الاكاديمي . فالمدرسون كلّ منهم يقتصر على إلقاء دروسه في موضوعه . أمّا مسؤولية التربية والتوجيه التي تمس كيان الطالب الى أعماق قلبه فهي ضائعة قد تنصّل منها مدرسو هذا الجيل وأساتذته وتركوها على لجنة الانضباط وعلى مدير المدرسة الذي لا يتاح له الاتصال بالطلبة أكثر من نصف ساعة في الاسبوع يلقي فيها عليهم كلمة توجيهية .

الفكرة التي نريد ان نشدّدها هي ان الصحة الجسدية والاخلاقية مقوّمات الدراسة الأكاديمية . ولا تتمّ هذه على وجهها الصحيح من دون تلك لأن حالة القوى العقلية والمقدرة على توجيهها وتركيزها على الدراسة لا تصحّ من دون صحة الجسد وصحة النفس الاخلاقية . ان التدريس الأكاديمي والعناية بصحة الطالب وتوجيهه الاخلاقي – هذه كلها يجب ان تكون مجبولة معاً – لا بل متحدة اتحاداً كيميائياً. ومسؤولية هذا التوجيه الشامل تقع على عاتق كل مدرس مهما كان موضوع اختصاصه بالانفراد وبالاشتراك مع الهيئة التدريسية .

ان المعرفة العلمية مؤسسة على المشاهدة العيانية بالحواس الجسمانية : البصر والسمع واللمس بالدرجة الأولى ثم الذوق والشم . فالحواس المرهفة هي أوّل مقوّمات الدراسة في موضوع العلوم . ويقترن مع الحواس المرهفة الانتباه وقوة الملاحظة . فالحواس من دون الانتباه عمياء صمّاء . وحب الاطلاع والاكتشاف هو حافز قوة الملاحظة .

والاختبارات الحسية هي المواد الخام للمعرفة العلمية . وتمحيص الاختبارات الحسية بالتفكير المجرد يستخلص منها علاقات خافية على الحواس لكنها تُدرك ادراكاً عقلياً وهي القوانين الطبيعية . فالتدرّب على شحذ القوى العقلية للتفكير المجرد هو ثاني المقوّمات لدراسة العلوم . وأساس كل القوى

العقلية المفكرة في حالتها اليقظة هو تركيز الفكر على موضوع الدراسة تركيزا متواصلاً من دون شرود . الانتباه المقترن مع الاختبار الحسي هو تركيز القوة العقلية على موضوع عياني . اما في التفكير المجرّد فيوقع العقل المفكر على موضوع وجداني . وتتلو تركيز الفكر والانتباه الذاكرة والتصوّر وقوّة الاستنتاج الخ ...

ونقدم تشبيهاً آخر : الاختبار الحسي في دراسة العلوم هو كالحصاد . والتفكير المجرد هو كالدراسة على البيدر والتذرية والغربلة . ونشدّد الملاحظة بأن التدريس الصحيح يدرّب الطالب على ارهاف حواسه وتقوية انتباهه وملاحظته وعلى استقلاله في التفكير المجرّد بحيث يدرك هو الادراك العقلي اللازم للفهم ولا يكتفي بالتلقين الكلامي . ان الامتحانات المدرسية لطلاب التعليم العام على حسب ما هي شائعة في هذا العصر تمكّن الطالب من النجاح بحفظه التلقين الكلامي من دون الادراك العقلي والفهم . وسنقدم في الفصل التالي بعض التدريب للرياضة العقلية التي من شأنها ان ترهف الحواس وتشحذ القوى العقلية فوق ما يحصل بالدراسة والتدريس على الأصول الصحيحة .

ان التفكير عمل اجهاد تطلب النفس استراحتها منه بالتناوب مع العمل كما يطلب الجسد الراحة بعد العمل البدني . وللاستراحة والراحة أصول مثلما للدراسة والعمل اصول . ولا مجال في هذا

المقام لأكثر من الاشارة الى التحذر من الملاهي التي لا تعطي الجسد والعقل فرصة للراحة بل تساعد على تشتت القوى العقلية والتفكير وتثير العواطف والحالات النفسية اثارة مصطنعة تترك اثرها الذي يعيق الطالب عن الدراسة الصحيحة .

وفي بعض الاعادة افادة . ان مقوّمات الدراسة الصحيحة هي مقوّمات الحياة الصالحة . وما يحسب للانسان هو تصرفه بموجب المعرفة الصحيحة . من ادرك شيئاً من المعرفة الصحيحة بخياله وتفكيره ولم يسدّد خطواته بالتوافق مع مقتضياتها فهو من هذه الوجهة لا يزال ناقص الفهم . ومعرفته الناقصة لا تجلب له نفعاً ولا تردّ عنه ضرراً .

•

رياضة الحواس والقوى العقلية

القوى العقلية تشمل الادراك العقلي المجرد والادراك الحسي ايضاً اللذين هما في طيف الانسان كالضوء والحرارة في طيف الشمس . والرياضة لارهاف الحواس تستدعي اشتراك القوى العقلية المجردة كالانتباه والذاكرة فتشحذها كما ان الرياضة لشحذ القوى العقلية المجردة تستدعي اشتراك الحواس وارهافها . فإذا اردت ان تروّض حاسة من حواسك عليك ان توجه انتباهك بكليته الى الاختبار الحسي الخاص وأن لا تشرك معه شيئاً آخر في الوعي العقلي . ولا قوام لقوى الحس من دون الذاكرة . فاشتراك الانتباه والذاكرة في الرياضة لارهاف الحواس أمر بيّن . ثم اذا اردت ان تقوّي ذاكرتك بحيث تتذكر وجوه الأشخاص الذين تتعرف إليهم او ان تتذكر طريقاً سلكتها مرة بحيث لا تتيه عنها اذا عدت ادراجك عليها او سلكتها مرة ثانية، فعليك ان تتفرّس في الأشخاص وتحدّق الى الطريق ملياً، فحيث كان في ادراكك الحسّي غباشة كانت ذاكرتك ضعيفة .

روّض انتباهك وقوّة تركيز فكرك بالتداريب التالية :

لاحظ ان الانتباه يشتّ عن الموضوع اثناء القراءة والاصغاء

الى الكلام. ردّ انتباهك فوراً وركزه كما تردّ الحصان الجموح باللجام ولا ترخِ لنفسك العنان حين يشرد فكرك عن الموضوع. وابتعد اثناء القراءة والمذاكرة عن كل ضجة وجلبة تحتل حيّز الوعي العقلي فتحوّل القوى العقلية عن موضوع الدراسة.

تدريب آخر: وجّه نظرك وفكرك ايضاً الى بقعة سوداء صغيرة على حائط أبيض. لا توتّر عضلات عينيك ولا تقطب حاجبيك ولا تدع جفونك ترف ما استطعت. وليكن تنفّسك اثناء تركيز فكرك ونظرك على الطريقة التالية: استنشق الهواء ملء صدرك استنشاقاً بطيئاً واحبسه قدر ما استطعت ثم أطلقه بطيئاً. ولتكن ازمان الاستنشاق والحبس والاطلاق على تناسب معين ثابت، ونبض منتظم. ردّ فكرك الى الموضوع امامك كلما شرد. وليكن التدريب في مكان وزمان خاليين من كل ضجة او صوت يحوّل انتباهك عن الموضوع. ولتكن قعدتك مريحة والسلسلة الفقرية قائمة.

أعد هذا التدريب بتوجيه النظر الى كوكب في السماء وتركيز الفكر عليه. فإذا استمر تركيز فكرك عليه مدة من دون ان يشت او يشرد اختفت عن بصرك كل الكواكب ما عدا الكوكب الذي انت موجه نظرك اليه ومركز فكرك عليه. ثم وسّع نظرك وفكرك على كوكبة كبنات نعش الكبرى (الدب الأكبر) او اي برج من البروج الاثني عشر

وتأمل شكل الكوكبة الهندسي ووضع كل كوكب فيها . ثم اغمض جفونك وتصوّر الكوكبة في مخيّلتك . ثم ادخل الى غرفتك وارسم شكل الكوكبة بكل ما حفظته من كواكبها ثم قابل الرسم على الأصل. ثم استجلِ الكواكب الضعيفة ببصرك خصوصاً الكواكب المزدوجة (كالعناق والسها) . اذا تخيلت كوكبة بنات نعش الكبرى على صورة الدب فالكواكب الأربعة التي تؤلف شكلاً رباعياً يقارب المستطيل هي جسمه (او هي النعش) والثلاثة الباقية هي ذنب الدب (او البنات) . والكوكب الأوسط من هذه الثلاثة هو العناق. والى جانبه يقارب الالتصاق به كوكب ضئيل هو السها . وكانت العرب تمتحن ابصارها بتمييز السها الى جانب العناق .

ادخل الى غرفة وسرّح بصرك فيها دقيقة او دقيقتين وجرّب ان تعي كل محتوياتها . ثم اكتب على ورقة كل ما تذكرته من محتويات الغرفة . وبعده دقّق في مقابلة ما كتبته مع ما هو موجود فيها ظاهر للنظر . جرّب مثل هذا التمرين جاعلاً بدل الغرفة سطح مائدة مفروشاً بأشياء مختلفة . ويحسن بمن يريدون التسلية في اجتماعات الأنس والسمر ان يتسلوا بتمارين كهذه والتي يلي وصفها عوضاً عن التلهّي بالنوافه الذي لا غاية منه سوى التسلية لقتل الوقت .

أعد مثل هذا التدريب على شبح مجسّم مميّزاً أجزاءه . ثم

اعده على فكرة مجردة موجهاً فكرك ووعيك العقليّ بكليته على قدر استطاعتك الى الموضوع الواحد وأعد توجيه الفكر اليه كلما شرد عنه . وهذه التداريب تقوّي الانتباه وقوة تركيز الفكر والمخيّلة والذاكرة وترهف حاسة البصر .

وعلى المعلم ان يتبيّن ايّ الطلاب يشرد انتباهه عن موضوع الدراسة اثناء الصف وان يجتذبه بلطف ولباقة ويعيد انتباهه انتباهاً عن رغبة . وان يدرّب طلابه على مثل هذه التداريب على قدر استعدادهم لها .

وفي ما يلي تدريب لارهاف حاسة السمع :

مرّن أذنيك على سماع السلّم الموسيقي بالنقر على البيانو او المندولين او طقم من شوكات رنانة. واستمع الى نوطات السلّم بالتتالي على الديوان الأول والثاني والثالث . ثم اضرب بالتتالي على نوطة من الديوان الأول وعلى نظيرتيها في الثاني والثالث ثم على نفس النوطات بالتواقت ولاحظ تآلف النغم . (كل نوطة على الديوان الواحد هي المضاعف الثنائي لنظيرتها على الديوان المجاور الثقيل وعدد اهتزازاتها مضاعف اهتزازات نظيرتها) . اضرب على دو ومي وصول من الديوان الواحد بالتتالي ثم على اي اثنتين منها ثم على الثلاث معاً بالتواقت ولاحظ تآلف النغم الذي تستلذّه الأذن. ثم اضرب على دو وري معاً فإذا كانت أذنك قد تدربت على الأنغام الموسيقية نفرت من امتزاج هاتين النوطتين.

تدريب ثان : شدّ وتراً طوله متر او متران حتى اذا نقرت عليه سمعت نوطة موسيقية . اقسم الوتر بمسند حاد الحافّة الى قسمين غير متساويين وانقر عليهما بالتتالي ولاحظ ان نوطة القسم الطويل ثقيلة بالنسبة الى نوطة القسم الصغير ، وهذه « حادّة » بالنسبة الى تلك . ازح المسند بالتدريج الى منتصف الوتر مقابلاً بين النوطتين في كل خطوة الى ان يتبيّن لسمعك تعادلهما . ثم امتحن دقة سمعك وارهافه بأن تنقر على القسم الواحد ثم تلزمه بيدك ، فإذا سمعت القسم الآخر يهتزّ كان التوقيع صحيحاً وكان ذلك دليلاً على ان أذنك حساسة . عدّل وضع المسند تعديلاً دقيقاً بحيث اذا نقرت على القسم الواحد واسكتّه كان صوت القسم الآخر على أشدّه وكان القسمان متساويين في الطول .

ثم اقسم الوتر الى ثلث وثلثين (طول القسم الواحد مضاعف طول الآخر) وانقر على القسم الطويل ثم على القصير بالتتالي ولاحظ ان نوطة القسم القصير هي المضاعف الثنائي لنوطة القسم الطويل . انقر على القسم الواحد واسكته تسمع القسم الآخر يهتز . عدّل وضع المسند حتى تسمع الصوت على معظمه . فإذا نقرت على القسم الطويل كان الصوت الذي سمعته مركباً ممتزجاً من نوطتين الواحدة هي المضاعف الثنائي للثانية . الزم القسم القصير بيدك وانقر على القسم الطويل وتبيّن هل تميّز أذنك فرقاً عن الصوت المركب . انقر على القسمين معاً بالتوافت

ودقق سمعك وقابل هذا الصوت مع صوت القسم الطويل وحده .

تدريب ثالث: شد وترين متماثلين متوازيين ومتساويين في الطول . ثبّت الواحد على نوطة معينة وعدّل الآخر حتى يحكم سمعك بأنّ نوطة الوتر الواحد طبق نوطة الآخر . ثم انقر على الوتر الواحد واسكته فإن سمعت صوتاً من الوتر الآخر كان ذلك دليلاً على ان سمعك مرهف وحكمك صحيح . عدّل شدّ الوتر تعديلاً دقيقاً حتى اذا نقرت على الوتر المثبت واسكتّه سمعت صوت الآخر على معظمه . وإذا لم تسكت الوتر المثبت رأيت الآخر بعينيك يهتزّ . ثم انقر على الاثنين معاً بالتواقت فإذا سمعت ارتجافاً في الصوت اي ارتفاعاً وخفوتاً بالتناوب كان ذلك دليلاً على فرق ضئيل بين نوطتي الوترين . وكلما تقاربت النوطتان تباطأ التناوب بين الارتفاع والخفوت في الصوت المركب من اهتزاز الوترين معاً .

ان دراسة الصوت في علم الفيزياء يجب ان تبدأ بمثل هذه التداريب لارهاف حاسة السمع عند الطلاب . ولاحظ ان هذا الاختبار يدرّبهم على اساس الذوق الفني في الموسيقى ايضاً . وهذه هي وجهة من التدريس الشامل الذي يجبر العلم والفن معاً في التربية الصحيحة .

حاسّة اللمس : درّب حاسة اللمس بأن تدرك باللمس الخواص المختلفة والفرق بين نوع ونوع آخر من الورق او النسيج ثم

اغمض جفونك وميّز باللمس عدداً من نماذج الورق والنسيج واعرفها باسمها ورقمها . ثم ركز شوكة رنانة على المائدة والتقط اهتزازاتها عن وجه المائدة بأناملك وجرّب ان تميّز اهتزازات الشوكات المختلفة بعضها عن بعض وأذناك مفتوحتان اولاً ثم وهما مسدودتان .

المخيّلة والذاكرة : قد بيّنا شيئاً من التدريب الذي يقوّي المخيّلة والذاكرة في تثبيت النظر وتركيز الفكر على كوكبة في السماء، ونضيف ههنا شيئاً من اصول المطالعة الصحيحة بالقراءة .

اقرأ قطعة قراءة بانتباه مركز . ثم اغمض عينيك وأعد في قلبك معنى ما قرأته . ثم خذ القلم واكتبه وقابل ذلك مع الأصل . وإذا كان موضوع مطالعتك قضية هندسية فتصوّر الشكل في مخيلتك ثم ارسمه واكتب البرهان والكتاب مقفل . ثم قابل ما كتبته ورسمته على الأصل في الكتاب .

وإذا أردت ان تتذكر عملاً تعمله في وقت معين في المستقبل فأكد على نفسك كما تؤكد على شخص آخر توصيه ان يعمل العمل في وقته . أكّد على نفسك أولاً وثانياً وثالثاً مركّزاً فكرك وانتباهك على توصية نفسك لنفسك . وإذا أردت ان ترسّخ في ذاكرتك اسم شخص تعرفت اليه او اصطلاحاً علمياً جديداً فأعده لنفسك أولاً وثانياً وثالثاً وأوصِ نفسك ان تستظهره في وقت معين بعد ذلك . واكتب معاني الاصطلاحات والالفاظ

الجديدة التي تأتيك في الدراسة والمطالعة . ثم حين تنتهي من المطالعة غطِّ ما كتبته من الشرح والتعريف تاركاً ألفاظ الاصطلاحات الجديدة مكشوفة . وأعد في ذاكرتك ما كتبته مقابل كل اصطلاح . ولا تكشف عمّا غطّيته ان خانتك قوة الاستظهار الاّ بعد اجهاد نفسك .

هذه تداريب اساسية لكل طالب علم وصحتها مثبتة بالاختبار العملي والتجربة اثباتاً يدعمه تواتر الشهادات من كل من اختبرها وجربها . ولك انت ايها القارىء ان تتثبت من صحتها بالاختبار والتجربة . والشرط الأساسي الذي يجب ان يستوفى في هذا الاختبار هو تثبيت الانتباه وتركيز الفكر من دون تشتت او شرود .

•

استعداد الطالب واعداده

ان المعرفة العامة التي يكتسبها الانسان بمجابهة الطبيعة منذ نشأته طفلًا الى ان يترعرع ويبلغ أشده رجلًا ام امرأة هي معرفة اساسية تمهيدية لا لدراسة العلوم او للدراسة المدرسية العامة فحسب ولكنها اساسية للتربية الصحيحة . فالولد والشاب والشابة الذين ربوا في مدارس هذا العصر منعزلين عن تلك المعرفة ، لا يقدرون عمل الفلاح والعامل ولا قيمة البقرة والنعجة والثور والحمار والحصان والجمل، بل ينظرون بنوع من الازدراء الى كل ذلك، فهم لا يدركون من معنى الحياة الادراك اللازم لارتقاء الفرد الى درجة الانسانية السوية . وشبه التربية التي يحصلون عليها في المدرسة هي سفسطة تؤدّي بهم وبمجتمعهم الى تبدّد حضارتهم وزوال ما هم عليه من نعمة موهومة .

ان الاستعداد اللازم لبدء تعلّم العلوم بالدراسة المدرسية هو بالاجمال اكتساب المعرفة الانسانية العامة ، وبالتفصيل ما يلي :

١ ان يتعلم الطالب بالمشاهدة العيانية والاختبار جميع المعلومات عن الطبيعة التي يتعلمها الفرد النبيه الى حين البلوغ بمجابهة الطبيعة في بيئته ، في البساتين والحقول والبراري والغابات

والسهول والجبال والأودية ومجاري الماء ، وفي تقلبات الطقس والأنواء، وفي دورة الأفلاك . يجب ان يتاح للولد والبنيّة ان يسرحا ويمرحا في احضان الطبيعة ليتعلما كل ذلك . وأولاد المدن الذين لا تسمح لهم احوالهم الاقتصادية بذلك فعلى المجتمع ان يسهّل لهم فرصة اثناء الصيف يقضونها في المخيمات لأجل صحتهم واكمال النقص في تربيتهم .

٢ ان تكون له معلومات عن العمران والاعمال العمرانية الى الدرجة التي للفرد النبيه البالغ وذلك بمشاهدة العمران والأعمال العمرانية في المدينة والريف المجاور لها .

٣ ان يكون له اختبار عملي بدائي في حرث الأرض وزراعة الأعشاب والبقول والأزهار وغرس الأشجار وتربية الدواجن .

٤ ان يكون له اختبار عملي بدائي في ما يحتاج اليه كل صاحب بيت في بيته من مبادىء النجارة والحدادة والميكانيك التي دون معرفة الصانع الاختصاصي .

٥ اذا كان الطالب ناقصاً في هذه المعلومات البدائية المباحة كالهواء ونور الشمس لكل من يفتح عينيه وتستيقظ الملاحظة فيه فعلى المدرسة ان تدرّبه على اكمال النقص قبل البدء بالدراسة على المستوى المدرسي . على اساس هذه المعلومات يجب ان تبدأ دراسة العلوم ومن دون هذا الأساس تكون الدراسة ركيكة . تجب ملافاة النقص بادخال الأعمال اليدوية الصناعية لا التفننيّة

الى المنهج، وان تجعل زيارة المعامل والمصانع والمتاحف والبساتين ومراكز المصالح العامة كاسالة الماء والكهرباء قسماً من المنهج كالمختبر .

٦ ان قسماً كبيراً من معلومات عامة الناس عن الطبيعة هو معرفة صحيحة وان تكن محدودة. ولكن بعض معلوماتهم خطأ وكثير من عقائدهم هي من صف الخرافات، فعلى منهج الدراسة ان يبدأ بتصحيح المعلومات الخاطئة ونبذ الخرافات والأوهام .

٧ ان بعض المناهج والمدارس تعزل الطالب عن الاختبارات الانسانية العامة الأساسية عوضاً عن ان تساعده على اكتسابها لملافاة النقص في استعداده لتعلّم العلوم على مرتبة الدراسة المدرسية الصحيحة .

هذا هو الاستعداد اللازم لبدء تعلّم العلوم بالدراسة المدرسية . امّا إعداد الطالب فيتوقف على الغاية التي يقررها المسؤولون عن التعليم والتربية ويوجهون نحوها بالمنهج الدراسي الذي يستنسبونه . والغاية التي يوجّه اليها منهج التعليم العام تستوجب حدّاً ادنى من مبادىء العلوم والطريقة العلمية في التفكير والعمل . أمّا ما هي الغاية المثلى وما هو المنهج المؤدّي اليها فذلك موضوع يتسع لرسالة خاصة . وقد ذكرنا في الفصلين الأولين من هذا الكتاب فكرة عامة مختصرة عن الغاية من تحصيل العلم . وأما المنهج الموافق فهو في نظرنا يختلف عن المناهج

الشائعة للعلوم في التعليم العام التي فيها كثير من الحشو الذي لا حاجة لطالب التعليم العام به وينقصها كثير مما هو لازم للتعليم الصحيح والتربية الصحيحة .

وأمّا منهج العلوم اللازم لإعداد معلمي العلوم فيجب ان تكون آفاقه أوسع بكثير من المنهج الذي يُطلب منهم ان يدرسوه لا من جهة مادة العلم فحسب ولكن من جهة منطق العلم وفلسفته وتأريخه ايضاً . وقد جعلنا القسم الثاني من هذا الكتاب مقدمة لفلسفة العلم ومنطقه . وهو موضوع لا يزال كالأرض البكر . أمّا تأريخ العلم فقد كتب فيه الكثيرون كتابة وافية يسهل على طالبها الحصول عليها .

•

العلم والفن

لا يزال العلم والفن في مناهج التربية والتعليم العام شطرين منفصلين، وبانفصالهما يقصّر كل منهما عن الوصول بالانسان الى الغاية المأمولة منهما .

ان تدريس العلم على حالته الحاضرة جافّ يترك قلب الانسان ظمآنَ وروحه حائرة ، وتدريس الفن يثير العاطفة ويؤدي الى حالة نفسية مائعة هائمة بالانتشاء والتلذذ على مستوى الحواس ، امّا التربية الصحيحة والتعليم الصحيح فيجبران العلم والفن بحيث يصبحان وجهتين متتامتين متكاملتين اساسهما واحد وغايتهما واحدة في تربية الانسان .

يجب ان يوجّه تدريس العلم الى تفتّح البصيرة لادراك الجمال في الكون ، جمال النظام والانسجام والتوافق . ان وجهة العلم في التربية الصحيحة هي المعرفة المؤدية الى ادراك الجمال في الكون والحياة ومحبّة كل ما في الكون . فالانسان يحبّ ما يراه جميلاً .

اما الفن الصحيح فوجهته ادراك الجمال المؤدي الى المعرفة العليا ، فإلى المحبة الانسانية الشاملة . والانسان يحبّ ما

يعرفه ومن يعرفه وينفر مما يجهله ويعادي من لا يعرفه وقد يكون صديقاً .

فالعلم، وهو ادراك المعرفة المؤدية الى الجمال ، والفن ، وهو ادراك الجمال المؤدّي الى المعرفة ، متنامين ومتكاملين معاً في التربية الصحيحة يؤدّيان الى المحبة الشاملة التي هي الغاية من كل علم وكل فن .

•

المشاهدة العيانية

اساس المعرفة العلمية

المشاهدة العيانية هي أساس المعرفة العلمية وأساس الدراسة الصحيحة في تحصيل العلم وعليها ترتكز أصول التدريس الصحيح. وهي في بدايتها وابسط حالاتها اطّلاع المتفرّج على الأشياء من دون ان يسلّط عليها العوامل التي تؤثر فيها ويراقب التغيير الذي يحدث فيها. وتتدرّج المشاهدة الى الاختبار العملي بالتجربة كما يختبر الولد الفرق بين الحجارة والتراب والرمل والماء أو بين عود الشجرة وقضيب من حديد، ثم الى الاختبار العلمي الاكاديمي في مراحله المتدرجة من الاختبارات المدرسية المتوسطة والثانوية الى الكلية فالجامعية العالية. ويتميّز الاختبار العلمي في مراتبه العليا برسم خطة أو تصميم للاختبار وبالتسلط على العوامل التي تؤثر في موضوع الاختبار. على انّ في الطبيعة أشياء وظاهرات لا يتمكن الانسان من التسلط عليها او احداث تغيير فيها فيشاهدها مشاهدة عيانية صرفاً. وكذلك بعض مواضيع الدراسة العلمية تقتصر على المشاهدة العيانية الصرف الى مدى قبل ان تجري التجارب لاحداث التغيير في الأشياء.

المبدأ والأساس في دراسة العلوم هو تعلّم الأشياء بمشاهدتها واختبارها أولاً لا التعلم عن الأشياء بالوصف الكلامي والرسوم. ثم يتلو المشاهدة والاختبار تمحيص نتائجها بالرويّة والتفكير المجرد. وقد لاحظنا خطأ عاماً في بعض مدارس الأقطار العربية وهو استدراج الطالب بالسؤال بغية ايصاله بالاستنتاج الى المعرفة عن شيء ثم اطلاعه على الشيء ليشاهده ويرى ان ما استدرج اليه كان صحيحاً. وليس الاستنتاج المذكور ههنا استنتاجاً بالمعنى الصحيح ولكنه استظهار ما كان الطالب قد درسه في كتابه. والتدريس على هذه الطريقة أشبه بمحاولة طبيب الأسنان ان يقلع سنّاً تنكسر ولا تنقلع. على ان الحالة في بعض المدارس كانت أسوأ من ذلك اذ لم يكن شيء للمشاهدة بل كان التلقين تلقيناً ببغائياً.

يجب قبل كل شيء ان يُعرض موضوع الدراسة على الطالب لكي يشاهده ويتفحّصه ويختبره وذلك على طريقة تثير رغبته في حب الاطلاع والاكتشاف هو نفسه وتدرّب حواسه وترهفها. نقدم في ما يلي بعض الأمثلة على ذلك في مواضيع خاصة ونترك للمدرس النبيه ان يعمم هذا المبدأ على المواضيع التي يعلّمها هو.

مثال اول : الابرة المغناطيسية.

قرّب إبرة مغناطيسية (قطباها ميزان بلونين او شكلين

مختلفين) الى دبوس من حديد فتجتذبه . ثم ركّز الابرة على محور عمودي تدور عليه حتى تستقر على وضعها الشمالي الجنوبي . ازحها عن وضع الاستقرار واطلقها عدة مرات حتى تعود اليه . ويكون ذلك على مرأى من الطلاب . اسأل الطلاب واحداً واحداً ان يصف ماذا شاهد ولاحظ . ثم أعد نفس العملية بابرة ثانية بعيدة عن تأثير أختها انما قريبة منها بحيث يشاهد الطلاب كلتيهما . ثم الزم احداهما بيدك وقرّب قطبها الشمالي من القطب الشمالي للابرة التي لا تزال على محورها ، ثم قرب القطب الجنوبي من القطب الجنوبي ، ثم القطب الشمالي من القطب الجنوبي ، واسأل الطلاب عمّا شاهدوه واستدرجهم الى ان يستخلصوا هم انفسهم قانون التنافر بين الأقطاب المتجانسة والتجاذب بين الأقطاب المتخالفة .

وعلى طريقة مماثلة يستنبط قانون التجاذب والتنافر بين الشحنات الكهربائية الاستاتيكية . افرك قضيباً من الأبونيت بالفرو وقرّبه من كرة البيلسان ثم من الكشاف الكهربائي ، ثم علقه بخيط عازل في وضع أفقي . أعد نفس العملية بقضيب آخر مثله ولكن عوضاً عن ان تعلقه قرّبه من الآخر المعلّق واظهر التنافر بينهما . ثم أعد نفس العملية بقضيبين من الزجاج مفروكين بالحرير . ثم قرب قضيب الزجاج المكهرب الى قضيب الأبونيت المكهرب واظهر التجاذب بينهما . وليكن كل ذلك على مرأى

من الطلاب مع الحدّ الأدنى من كلام المدرس سوى سؤاله الطلاب عمّا شاهدوه حتى يستدرجهم الى استنباط القانون هم أنفسهم .

مثال ثانٍ : دورة الأرض اليومية ودورتها السنوية .

كل طلاب التعليم العام يتلقنون ان الأرض تدور على محورها مرة كل يوم وتدور حول الشمس مرة في السنة . (والتعبير الأصح هو ان السنة هي زمن دورة الأرض حول الشمس . أما اليوم فيفرق قليلاً عن زمن دورة الأرض على محورها) . أمّا على أيّ أساس قد بني هذا القول العلمي فلا علم لمعظم الطلاب به وحتى لعدد من مدرّسي الجغرافيا الذين يدرّسون هذا الموضوع مع موضوع الطول والعرض الجغرافيين وموضوع السنة وفصولها وموضوع قياس الزمن باليوم والسنة . ان أساس ذلك كله هو في مشاهدة السماء وملاحظة حركة الكواكب والسيارات والشمس والقمر ، وفي رصد الأجرام السماوية ، وفي مشاهدة النموذج الحسي للنظام الشمسي على حسب الافتراض الحديث لكوبرنيكوس . لا نقول بتعليم الرصد الفلكي لطلاب التعليم العام في المرحلة المتوسطة والثانوية بحيث يكون ذلك أساساً لفهم دورتي الأرض والسنة وفصولها والزمن والطول والعرض الجغرافيين ، ولكننا نؤكد بوجوب مشاهدة الكواكب والشمس والقمر بالعين المجردة وملاحظة حركاتها ومعرفة القطب

وخط الاستواء السماويين وخط الزوال ومنطقة البروج ودورة الشمس السنوية الظاهرة زحفاً الى الشرق من برج الى برج ، ونقطتي الاعتدال ونقطتي الانقلاب ، ومشاهدة نموذج النظام الشمسي الذي يمكن صنعه من مصباح كهربائي وكرات صغيرة توضع على وجه مائدة كبيرة ، ومشاهدة نموذج القبة السماوية الذي هو كرة عليها خريطة النجوم كنموذج الكرة الأرضية التي عليها خريطة العالم ، أو كرة كاللوح الأسود ترسم عليها الكواكب بالطباشير .

نؤكد بوجوب اجتماع الصف عدة مرات في المساء والقاء الدرس تحت السماء وإرشاد الطلاب الى معرفة البروج والكوكبات المشهورة وكواكبها النيّرة ، والى ما عددناه اعلاه من الاصطلاحات الفلكية ، واعطائهم التعليمات لمراقبة السماء وأوقات طلوع الكواكب وزحف الشمس والقمر في منطقة البروج وتمييز السيارات وتغيّر أوضاعها بالنسبة الى الثوابت . ونؤكد أيضاً بوجوب تفتيح خيال الطالب لادراك عظمة الكون وجمال السماء . ليس بين طلاب العربية في كل الأجيال من لم يسمع بابنة أبي الأسود الدؤلي وما سجّل عليها من هفوة نحوية حين قالت : « ما أجملُ السماءِ » ولكن قلّ منهم من اذا وعى تلك الملاحظة المسجلة عليها وعى ايضاً جمال خيالها في تذوّقها جمال السماء . على اننا نخاف ان يكون كثيرون من أبناء هذا

الجيل من طلاب العربيـة ممن لا تحصى هفواتهم النحوية ولا هم ينظرون الى العلى كما نظرت ابنـة الدؤلي حتى يخطر ببالهم ان يقولوا « ما أجملَ السماءَ » ولا « ما أجملُ السماءِ » .

مثال ثالث : الضغط الجوّي والعاصفة .

خذ تنكة بنزين فارغة واجعـل في احدى زواياهـا محلاً لسدادة محكمة . ثم ضع فيهـا قليلاً من الماء وسخنه حتى يغلي ويطرد البخارُ الهواء . سدّها سدّاً محكماً واتركها تبرد فيتقطر البخار وتنسحق التنكة من تأثير الضغط الجوّي . ثم أظهر الضغط الجوّيّ بالزئبق في انبوب بارومتري ولكن بعد ان تمهّد لذلك بالاختبار التالي : خذ انبوباً منثنياً متوازي الساقين وصب فيه زئبقاً . ثم صب في أحد الساقين ماء وبيّن توازن عمود المـاء مع عمود الزئبق . ثم صل انبوباً بارومترياً بأنبوب مطاط الى قمع واملأه زئبقاً حتى القمع . اقلب الأنبوب البارومتري ووقعه في وضع شاقولي بحيث يكون طرفه المقفل الى الأعلى . عندئذ يتبـين توازن عمود الزئبق في الأنبوب المقفل مع عمود الهواء فوق فوهة القمع على نحو مماثل لتوازن عمود الزئبق مع عمود الماء في الأنبوب المنثني .

مثال رابع : المزيج الميكانيكي والمركب الكيميائي . اجرِ اختبار الكبريت مع برادة الحديـد وانتبه ان يكون التناسب بين وزني الكبريت والحديد كتناسب اوزانهما الذرية .

مثال خامس : النبات ، ورقه وزهره .

يجب على المدرس ان يبدأ دراسة النبات مع صفه بعدّة جولات في الحقول والبساتين والحدائق ويعرّف الطلاب الى عدد كبير من الأشجار والبقول والأزهار . ثم يفرض عليهم مراقبة النباتات الفصلية والسنوية من البذرة الى بلوغ البذر فيها، وأن يتعلموا مبادىء زراعتها والعناية بها . أمّا في الصف والمختبر فيدقق معهم مشاهدة الورق والزهر والبذر وفحصها أولاً بالعين المجردة ثم بالعدسة المكبرة ثم بالمجهر . ثم باجراء بعض الاختبارات عليها .

مثال سادس : دودة الحرير . على المدرس أن يجلب بيوض دودة الحرير وان يجعل لها البيئة الملائمة لتفقيسها في الأوان المناسب وأن يجعل الطلاب يعتنون بها ويطعمونها ويراقبونها الى ان تصير فراشة مجنحة وتضع بيوضها .

لاحظ انه لا يجوز تعليم هذه المواضيع من دون أن يبدأ الطالب بالمشاهدة العيانية والاختبار . أمّا اذا فرض المنهج تعليم بعض المواضيع التي لا تمكن مشاهدتها في البلد كالفيل والأسد أو البحر لطلاب البلاد البعيدة عنه أو الجبال لطلاب البلاد السهلية أو السهل لطلاب البلاد الجبلية فيستعاض عن مشاهدة الأصل بمشاهدة الرسم .

وعلى المدرس أن يرافق طلابه الى متحف التاريخ الطبيعي

وحديقة الحيوانات اذا وجدت في البلد .

ونقدّم في ما يلي بعض الفروض التي يمكن أن يفرضها مدرس العلوم العامة والتاريخ الطبيعي على طلابه بصفتها جزءاً متمماً لدرسهم، نقدمها أمثلة على ما يمكن أن يدرب المعلم به طلابه على تقوية ملاحظتهم وزيادة معلوماتهم عن بيئتهم . ويحسن أن يعطي المدرس طلابه التعليمات والارشادات عمّا يريدهم ان يلاحظوه ويشاهدوه ثم ان يستظهر بالسؤال ما لاحظوه وما خفي عليهم :

١ ان يلاحظوا معالم الأرض والعمران ومظاهر الطبيعة بما فيها من جماد وأحياء ملاحظات اجماليـة اولاً ثم ان يدققوا الملاحظة لمشاهدة التفاصيل .

٢ ان يكتشفوا لأنفسهم الأشكال المتغايرة من نوع واحد من الشجر او النبـات كاليوكالبتوس والتوت والدفلى وأن يلاحظوا خواص كل منها ومميّزاتها التي تفرقها عن غيرها .

٣ ان يحصوا جميع النباتات الموجودة ضمن منطقة معينة .

٤ ان يلاحظوا الاسلاك الكهربائيـة في الشوارع واسلاك التلفون وكيفية اتصالها بالمركز .

٥ ان يلاحظوا اتجاه الريح في طلوعة مهب العاصفة واتجاهها بعد ان تجتاز العاصفة البلد الذي هم فيه .

٦ ان يلاحظوا مواقع بعض الكوكبات الشهـيرة وتغيّر

ازمان مطالع النجوم من اسبوع الى اسبوع ومن شهر الى شهر . وأن يعيّنوا منازل القمر في كل يوم على امتداد الشهر .

٧ ان يلاحظوا تركيب بعض المصنوعات ودقائق صنعها وعلى الأخص ما كان منها أمثلة على تطبيق القوانين الفيزيائية والميكانيكية وذلك لجعل الشيء المصنوع مطاوعاً للعمل المقصود منه او لجعله ذا مناعة ضد العوامل التي تؤثر فيه وتفسد عمله . مثلاً كيف تتأثر الألواح الخشبية بالحرارة والرطوبة . وفي اي اتجاه تتقوس . وهل تتمدد تمدداً منسجماً في كل الاتجاهات ام يختلف تمددها الموازي لطول ساق الشجرة عن تمددها في الاتجاه المعترض عليه . وما هو الترتيب الذي يصنعه النجارون لجعل لوحة للرسم او وجه لمائدة غير قابلة للتقوس بحيث يظل سطحها مستوياً ؟

٨ وللمدرس النبيه ان يزيد على هذه التداريب او يبتكر ما يستنسبه لحاجة الطلاب خصوصاً ملاحظة ما كان منه بارزاً في بيئتهم .

ان تاريخ العلوم مملوء بالاكتشافات والاختراعات العظيمة التي أدّت اليها قوّة الملاحظة وتدقيقها ، كملاحظة جلفاني تشنج عضلات الضفدعة بالكهربائية ثم ملاحظته تشنجها حين يمس معدن عصبها المكشوف وجسمها معدن آخر . تلك الملاحظات ادّت

الى مواصلة التنقيب على يد فولطا حتى تحقق التكهرب « الجلفاني الفلطائي » وطبقه في اختراع الخلية والبطارية الكهربائيـة . ثم جاءت ملاحظة فراداي على التكهرب من المغناطيس فأدّت الى أعظم الاكتشافات والاختراعات الكهربائية في هـذا العصر . ومن راجع تاريخ العلوم رآه مملوءاً بمثل تلك الملاحظات .

•

من المشاهدة والاختبار

الى التفكير المجرد (الباصرة والبصيرة)

يتعرف الانسان الى الكون بباصرته ويتفهمه ببصيرته . امّا الباصرة بحسب المعنى العام الذي نعيّنه لها في هذا المقام فهي الحواس كلها لا حاسة البصر وحدها . وأما البصيرة فهي قوى التفكير المجرد والادراك العقلي . الباصرة تبيّن لنا صور الأشياح الكونية اي ظواهر الكائنات على ترتيبها المكاني . والبصيرة تعي التسلسل الزماني فتدرك تعاقب الحوادث وتستجلي العلاقات التي ترتبط بها الكائنات وظواهرها بعضها ببعض . الباصرة تجمع الحصاد والبصيرة تدرس وتذرّي وتغربل . وتتفتح الباصرة في الصغر الى ما يقارب اوجها السويّ . أمّا البصيرة فيتدرّج تفتحها تدرجاً بطيئاً ولا تقارب اوجها الاّ بعد ان يبلغ الفرد أشدّه . انّ وعي هذا الأمر ضروري جداً لواضعي المناهج ومدرسي العلوم بحيث يجعلون تدرج المنهج من صف الى صف مماشياً تدرج تفتّح البصيرة ومتوافقاً معه . وتبعاً لذلك يجب ان يكون منهج العلوم في مراحله الابتدائية مقتصراً على المعلومات التي يدركها الفرد بالمشاهدة العيانية والاختبار الحسي

على البداهة ثم يتدرج المنهج الى المشاهدات والاختبارات التي لا تتبين بها حقائق الأمور اي العلاقات بين الكائنات وظواهرها الا بعد إعمال الرويّة والتحليل العقلي . ونصطلح ههنا على اعتبار البداهة والروية درجات في البصيرة . اما البداهة فهي بداية التفكير الانساني الذي اصبح مركوزاً كالغريزة في نفس الانسان ويظهر في الصغير حين تتفتح فيه الدرجة الأولى من الوعي النفسي . وأما الرويّة فهي درجة تالية في التفكير الواعي التابع لتوجيه العقل بالارادة .

ان تكن المشاهدة العيانية اساس المعرفة العلمية لكنها لا تؤدّي الى علم حتى تتمحّص وتنتظم انطباعاتها بالتفكير المجرد فتستجلي البصيرة علاقات بين ظواهر الكائنات لا تُدرك بالباصرة اي بالمشاهدة العيانية . ان بداية المعرفة العلمية هي ادراك اقتران بعض الظواهر اقتراناً متلازماً لا ينفك ضمن ظروف معيّنة ، وادراك الترتيب الذي تتعاقب عليه الحوادث . والحادثة هي تعاقب ظاهرتين او أكثر بالتتالي . ان بعض الظواهر يقترن معاً بالتواقت كالحرارة والمغناطيس والتغيّر الكيميائي التي هي ظواهر التيار الكهربائي . ومن الظواهر ما يكون متعاقباً بالتسلسل في الزمان فيحسب السابق سبباً واللاحق نتيجة كالبرد فتجمد الماء فتشقق الأنابيب التي تحويه ، او كدخول الجراثيم الى جسد الانسان فظهور اعراض المرض فيه . ان اقتران الظواهر

الطبيعية وتلازمها وتعاقب الحوادث على نظام لا يتغيّر هو ما يسمى «القوانين الطبيعية» ووعيها او ادراكها هو ما يسمى المعرفة العلمية .

والقوانين العامة في العلم على مرتبتين : الأولى هي التي تعبّر عن العلاقات تعبيراً وصفياً كيفياً . والثانية تزيد على ذلك مقداراً عددياً وتعبيراً بمعادلة رياضية . وهذه المرتبة الثانية هي الهدف الذي يسعى اليه معظم علماء هذا الجيل ، حتى علماء البيولوجيا والسيكولوجيا . ولكن بعضهم قد أدرك ان بين الكائنات – خصوصاً في ظواهر الحياة والعقل – علاقات لا تنطبق عليها مقاييس المكان والزمان ولا يدركها التحليل العقلي على المستوى العلمي . بل يلزم لادراكها تفتّح بصيرة ثاقبة تستشفّ حجب المكان والزمان وحدودهما .

ان معظم القوانين في البيولوجيا والسيكولوجيا هو من المرتبة الأولى ، ان لم يكن كلها ، مع بعض الاستثناءات كقانون الوراثة في النبات والحيوان . اما محاولة بعض المذاهب السيكولوجية الحديثة سبك مقالاتهم في قالب المعادلات الرياضية والمقادير العددية فهي محاولة فاشلة . وكثير من الادّعاء بالنتائج التي وصلوا اليها على هذه الطريقة هو مقالات فاسدة مضلّلة . وهذا موضوع يستوجب بحثاً خاصاً يطول شرحه . لكن الاشارة اليه في هذا المقام لازمة لتنبيه المنجرفين في تياره عن

غير وعي بالمتابعة او عن اجتهاد تنقصه المعرفة العلمية العامة وأصول طريقتها .

أمّا القوانين الفيزيائية فمنها ما هو المثل الأعلى في المعرفة العلمية الحديثة ومنها ما يقارب الحدس والتخمين التقريبي ويماثل القوانين البيولوجية بكونه مما يتعذّر التعبير عنه بمعادلة رياضية . ونحن نرى ان علماء البيولوجيا والسيكولوجيا الذين يحاولون سبك علومهم في قالب المقادير العددية والمعادلات الرياضية كما في الفيزياء لو ادركوا جميع وجوه البحث والتنقيب والقياس في استنباط القوانين العامة لأدركوا عدم انطباق الاسلوب الفيزيائي على علومهم التي تبتدىء حيث تنتهي فعالية الاسلوب الفيزيائي . نقول هذا للاساتذة المجتهدين الذين يؤلفون في تلك العلوم كما للمتابعين الذين يقبلون بها ويعلّمون ما يكتب لهم .

وتتدرج القوانين كلها في خفائها ودهائها من التي تدرك بالمشاهدة العيانية البدائية والبداهة الى الظواهر والحوادث التي لا تعرف أسبابها أو نتائجها . وبين الطرفين قوانين تعبّر عن العلاقة بين شيئين احدهما ظاهر للمشاهدة العيانية البدائية والآخر خافٍ لا يظهر إلاّ بتدقيق المشاهدة والاختبار بالتجربة كالعلاقة بين المرض والجراثيم ، ومن القوانين ما لا تدرك فيها العلاقة بين الشيئين المتلازمين إلاّ بتمحيص البصيرة . ومنها ما تقتضي تفتّح البصيرة والخيال على درجة فوق مستوى التفكير العلمي،

كإدراك السبب الذي يهيّء انسجة الجسد فيجعلها تربة ملائمة لغزو الجراثيم وهو زيغ الانسان في تفكيره واشتهائه عن منهج الحياة الصحيحة الصالحة . وموقف معظم أطباء هذا العصر من هذه العقيدة كموقف أطباء العصور الماضية من القول بان الجراثيم تسبب المرض . ان هذا التدرج في العلاقات بين الكائنات وظواهرها أو بين الكائنات بعضها مع بعض من جهة صعوبة ادراكها يمكن ان يتخذ قياساً عيارياً لفهم الانسان. فالانسان البدائي لا يدرك من العلاقات إلاّ النتائج التي تعقب أسبابها على الفور كالاحتراق بالنار وهذا هو منتهى ما يصل اليه اختبار الحيوان . أمّا النتائج التي بينها وبين اسبابها بُعد على امتداد المكان والزمان او العلاقات التي تتشوّه رؤيتها في جو الشهوات والرغبات الزائفة فهي مما لا يدركه إلاّ من قد تدرّج الى مدى بعيد في الرقي الانساني .

ان أصول التدريس الصحيح تراعي التدرّج المبيّن في هذا البحث وتماشيه في تدرّج المنهج من صف الى صف . وفي التدرج من المشاهدة العيانية البدائية بالحواس العزلاء الى تدقيق المشاهدة بالقياس من جهة ، وبالاجهزة التي توسع مجال الحواس كالمجهر مثلاً من الجهة الثانية . والتدرج من المشاهدة العيانية الصرف أي مشاهدة المتفرّج الى المشاهدة مع الاختبار بالتجربة أي مشاهدة المتدخل الذي يتسلط على العوامل الطبيعية ويغيّر شدة

تأثيرها ويلاحظ التغيّر في شدة أثرها . والبحث العلمي يتدرّج من المشاهدة العيانية والاختبار بالتجربة الى التفكير المجرد لاستظهار واستجلاء العلاقات الخافية عن المشاهدة العيانية بالحواس والأجهزة . والتعليم الصحيح يتدرج من المواضيع التي تُدرك على البداهة الى التي تستوجب الرويّة فالتحليل العقلي ثم البصيرة على درجاتها العليا . ونؤكد بالاعادة وجوب المشاهدة العيانية اولاً ثم تمحيص انطباعاتها بالتفكير المجرد . فالمشاهدة العيانية والاختبار من دون تمحيص نتائجهما بالتفكير المجرد لا يؤديان الى أكثر من معرفة بدائية بسيطة . والتفكير المجرد من دون ان يكون مؤسساً على المشاهدة العيانية والاختبار لا يؤدي الى غير الخيالات المشوّهة والأوهام .

ان التفكير المجرد هو ما يميّز الانسان كانسان . ويتميّز الناس بعضهم عن بعض في الفهم بالدرجة التي وصلوا اليها منه . والتفكير المجرد هو مرحلة متوسطة لا قوام لها بذاتها ولكنها اداة فعالة في ايصال الانسان الى نتائج حسّية عملية لا يتمكن الانسان من الوصول اليها عن طريق المشاهدة الحسّية والاختبار العملي وحدهما . والتفكير المجرد الذي لا يعود بنتائجه الى الاختبار هو من نوع البهلوانيات العقلية التي تُفقد الانسان صلته بالحياة . وعلم النفس والتربية وفلسفتهما يجب ان تترجم نتائجها الى العمل ، الى ارشاد الطالب للسلوك الصحيح في جميع مواقف

الحيـاة . وان قصّرا عن ذلك فهما دخـان يعمي ويضلّل . وكذلك العلوم المادية يجب ان يعود البحث العقلي المجرّد فيها الى الاختبار والعمل بالتطبيق .

ان مناهج التعليم العام الشائعة في هذا العصر لنشر التعليم وتعميمه على الجماهير مثقلة بالدراسة على مستوى التفكير المجرد فوق طاقـة السواد الأعظم من طالبي العـلم . وبعض العلوم كالهندسة يعطى معزولاً عن الاختبـار العملي ، فلا عجب اذا كانت النتيجة ركاكة في فهم العلم وتفكيراً سطحياً .

القوانين الطبيعية

استنباطها بالاختبار العملي

القوانين الطبيعية هي النظام الذي تتمشى عليه الظاهرات الطبيعية في اقترانها وعلاقتها بعضها مع بعض والحوادث في تعاقبها . وهو نظام ثابت لا يتغير ولا يتبدّل . فإذا وعاه الانسان تمكن من توجيه قوى الطبيعة وموادها واستخدامها لحاجته وتسلط على الأسباب فحصل على النتائج التي يريدها . وقد بيّنا في الفصل السابق اجمالاً عن مدخل الطريقة العلمية الحديثة في التفكير والعمل لاستجلاء العلاقات في الطبيعة واستنباط قوانينها وهو المشاهدة العيانية والاختبار بالتجربة ويليهما التفكير المجرد الذي يدرس ويذرّي ويغربل حصاد المشاهدة والاختبار . وسنبيّن في هذا الفصل شرحاً وأمثلة على تدقيق المشاهدة وتنظيم الاختبار بالتجربة وتسجيل الانطباعات الحاصلة ثم تفصيل طريقة التفكير المجرد المؤدي الى استنباط القوانين واستجلائها . ونعيد الملاحظة ههنا بأن هذه المرحلة من البحث العلمي تبدأ على مستوى السنتين الأخيرتين من التعليم الثانوي . أمّا المرحلة الابتدائية والمتوسطة فتقتصر على القوانين الكيفية التي تستظهر بالبداهة

وبعض الرويّة على نتائج المشاهدة العيانية والاختبار . ويكون مركز الثقل لتعليم العلوم على هذه المرحلة تدريب الطلاب على المشاهدة العيانية وتقوية الملاحظة وتدريبهم على مبادىء الاختبار العملي بعد تدريبهم على مبادىء الأعمال اليدوية الصناعية ومبادىء الرسم والفن .

أمّا استنباط القوانين العامة بالتفكير المجرد على اساس المشاهدة العيانية والاختبار العملي بالتجربة فنجمله في بعض مبادىء عامة ثم نفصله بأمثلة من علم الفيزياء حيث الكثير من القوانين الطبيعية (لا كلها) هو على الحالة المثلى التي يسعى لبلوغها اساطين بقية العلوم . والمبادىء العامة نجملها في ما يلي :

١ تمييز الأسباب والنتائج في الحوادث والظاهرات الطبيعية المتلازمة . وذلك بالمشاهدة العيانية والملاحظة .

٢ ابتكار طريقة لقياس المقادير ، مقدار السبب ومقدار النتيجة ، والتسلط على السبب بحيث يغيّر مقداره حسب الارادة ، فيتغيّر مقدار النتيجة تبعاً لذلك . وهذا هو الاختبار العملي بالتجربة . لاحظ ان المشاهدة العيانية والقياس (الذي هو نوع من تدقيق المشاهدة) يلازمان عمل الاختبار بالتجربة .

٣ تسجيل المشاهدات والانطباعات والمقادير المقيوسة وترتيبها في جدول بحيث تكون مقادير السبب المتغايرة في عمود ومقادير النتيجة في عمود موازٍ مجاور . ويكون مقدار النتيجة مقابلاً

لمقدار السبب (في سطر واحد) لكل مرّة . اي لكل مرة يكون مقداران متقابلين أحدهما للسبب والثاني للنتيجة .

٤ تمحيص المقادير المقيوسة لاستجلاء تناسب ثابت بين مقدار السبب ومقدار النتيجة لا يتغيّر مقداره مهما تغيّر مقدار السبب ومقدار النتيجة تبعاً له . وهذا التناسب الثابت (اي العلاقة الثابتة) الذي لا يتغيّر مهما تغيّرت المقادير هو القانون الطبيعي . ويمكن التعبير عنه في حالات كثيرة بصيغة معادلة رياضية . وحين يتعذّر استنتاج المعادلة الرياضية يظل التعبير ممكناً بصيغة الرسم على شكل خط بياني . يُرسم الخط البياني اولاً بناء على ازواج المقادير المتقابلة في الجدول ، ثم تُستنتج المعادلة الرياضية من الخط البياني . ان فهم هذه العمليات الرياضية يقتضي فهم مبادىء الجبر والهندسة التحليلية .

لاحظ ان هذه الخطوة هي تفكير مجرّد عن المحسوسات التي كانت موضوع المشاهدة والقياس والاختبار . وان يكن ظاهر الرسم عملياً لكنه تجسيد فكرة مجردة كما ان المعادلة الرياضية برموزها هي ايضاً تجسيد فكرة مجردة .

وفي ما يلي بعض الأمثلة على استنباط القوانين الطبيعية على أساس الاختبار العملي :

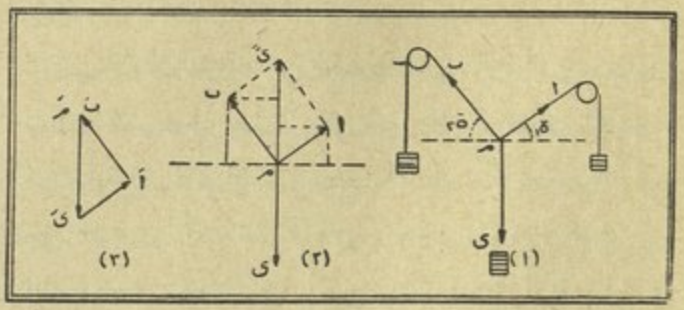
مثال اول : قانون جمع القوى وتوازنها .

يدرك الانسان بالاختبار البسيط والتفكير على البداهة ان

حاصلة قوتين اي مجموع قوتين تعملان معاً في اتجاه واحد وعلى استقامة واحدة تساوي مجموعهما الحسابي. فالقوة التي يجرّ بها العربة حصانان تساوي مضاعف قوة الحصان الواحد. واذا تعادلت القوتان وكانتا متعاكستين فهما متوازنتان كما اذا تعادلت قوتا الفرقتين في شد الحبل توازنتا فلم يتحرك الحبل بينهما. وكذلك قد أدرك الانسان منذ القدم ان كفتي الميزان تتعادلان حين تتوازنان على شرط ان تكون ذراعا الميزان متساويتين. أما اذا عملت قوتان معاً في اتجاهين متقاطعين فمقدار حاصلتهما لا يدرك على البداهة. وكذلك اذا تلاقت ثلاث قوى كما في ثلاثة خيوط مشدودة ومتلاقية في عقدة فالشرط الذي يستوفى في حالة توازنها – اي قانون توازنها – لا يدرك على البداهة بل يقتضي ادراكه الاختبار بالتجربة متمماً ومكملاً بالتفكير المجرد الناحي نحو التحليل الرياضي الهندسي الجبري.

اعقد ثلاثة خيوط في عقدة وعلّق ثقلاً بطرف كل منها. ولتكن الاثقال ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠ غرام. اترك الواحد (٥٠٠غم) يتدلى من العقدة في اتجاه الشاقول. واجعل كلاً من الاثنين الآخرين يمرّ على محيط بكرة مماساً له من جهة العقدة ومنطبقاً على القوس الأعلى منه ومماساً له من الجهة الثانية حيث يتدلى في اتجاه الشاقول (يجب ان يكون محيطا البكرتين في سطح مستوٍ واحد). فتستقر الخيوط والعقدة والأثقال في وضع

ثابت هو وضع التوازن ، اذا ازيحت عنه ثم اطلقت تعود اليه ولا تحيد عنه . انظر الى الرسم الأول (أ) .



غيّر الأثقال يتغيّر مكان العقدة في وضع التوازن الجديد وتتغيّر ايضاً الزوايا بين الخيوط لكن التناسب بين مقادير القوى واتجاهاتها يظل مستوفياً شرطاً ثابتاً لا يتغيّر وهو شرط التوازن الذي يتبيّن بتجريد الشكل الهندسي عن الترتيب الميكانيكي الحسّي واجراء عمليات هندسية جبرية على الشكل المجرد .

خذ مساقط الخيوط على صفيحة بيضاء موازية للسطح المستوي الذي يحويها . ارسم على كل خط رأس سهم يدلّ على اتجاه القوة جاعلاً الطول من العقدة الى رأس السهم متناسباً مع مقدار القوة في الخيط الموازي. فالشكل الهندسي المؤلف من « الخطوط الموجهة » م أ ، م ب ، م ي هو شكل مجرّد عن الترتيب الميكانيكي الحسّي اي هو ترجمة الترتيب الحسي الى شكل هندسي . اكمل

المتوازي الاضلاع الذي ضلعاه م أ ، م ب تزّ قطره م ي على استقامة مي ومساوياً له في الطول ومعاكساً في الاتجاه (الرسم الاول ب) .

غيّر الأثقال المعلّقة من الخيوط تتغيّر الزوايا بينها وتتغير اطوال الخطوط الموجهة التي هي الرمز المجرد للقوى المحسوسة لكن عملية المتوازي الاضلاع تصحّ دائماً في حالة توازن القوى . اجعل القوى في المرة الثانية ٧٣٢ ، ٨٩٦ ، ١٠٠٠ ثم في المرة الثالثة ٢٠٠ ، ٣٤٠ ، ٤٢٠ . قس جيب تمام الزاوية بين كل من القوتين الماثلتين والخط الافقي ودوّن كل ذلك في الجدول كما يلي (وسنعود اليه فيما بعد) :

ق ١	ق ٢	ق ٣	جيب < هـ ١	جتا < هـ ١	جيب < هـ ٢	جتا < هـ ٢
٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٠،٦	٠،٨	٠،٨	٠،٦
٧٣٢	٨٩٦	١٠٠٠	٠،٥	٠،٨٦٦	٠،٧٠٧	٠،٧٠٧
٢٠٠	٣٤٠	٤٢٠	٠،٦	٠،٨	٠،٨٨٢	٠،٤٧١

ان التسلسل المنطقي في هذا التفكير المجرد الذي يؤدي الى قانون جمع القوى هو ما يلي : ١ اذا اصطلحنا على تمثيل القوة بالخط الموجه كانت القوتان المتوازنتان ممثلتين بموجهين متساويين متعاكسين على استقامة واحدة . ٢ يمكننا ان نعتبر اي قوتين من الثلاث انهما معاً توازنان الثالثة . اذن يجب ان

يكون الموجه الدال على حاصلتهما ممتداً على استقامة الموجه الدال على القوة الثالثة ومساوياً اياه ومعاكسه . ٣ ومن حيث ان قطر المتوازي الاضلاع المشروح يستوفي هذا الشرط فيحتّم علينا المنطق ان نعتبر عملية المتوازي الاضلاع لايجاد حاصلة قوتين صحيحة .

اما قانون توازن القوى الثلاث فيتبيّن بالعملية الهندسية التالية (الرسم الأول ج) : ارسم الموجّه مَ يَ مساوياً وموازياً م ي ثم ارسم يَ أ مساوياً وموازياً م أ ، ثم أ بَ مساوياً وموازياً م ب ترَ ان بَ تنطبق على مَ ولا تزيغ عنها فيحصل المثلث مَ أ يَ المسمى « مثلث القوى » . وبتعبير آخر يتبين بنتيجة هذه العملية الهندسية ان القوى الثلاث المتوازنة يقابلها مثلث اضلاعه متناسبة مع مقادير القوى وموازية لاتجاهاتها على التوالي. اي ان زوايا المثلث تساوي الزوايا بين القوى. غيّر مقادير القوى بتغير الاثقال المعلقة من الخيوط تتغير الزوايا بينها حين تستقر على التوازن في الوضع الجديد . ولكن عملية مثلث القوى تصحّ في كل مرة . وهذا هو معنى القانون الطبيعي . ان بين القوى المتوازنة علاقة ثابتة لا تتغير مهما تغيرت مقاديرها ، ويعبّر عن هذه العلاقة بعملية مثلث القوى .

ثم اذا اخذنا محورين متعامدين الواحد منهما على استقامة م ي وهو عمودي والآخر افقي وحللنا كل قوة الى محلولتيها في اتجاهي المحورين كان مجموع المحلولات الأفقية صفراً ومجموع

المحلولات العمودية صفراً . ويعبّر عن ذلك بالمعادلتين التاليتين :

ق ١ . جيب < ة ١ + ق ٢ . جيب < ة ٢ – ق ٣ = صفر

ق ١ . جتا < ة ١ – ق ٢ . جتا < ة ٢ = صفر

حيث < ة ١ ، < ة ٢ هما الزاويتان بين المحور الافقي والقوتين ق ١ ، ق ٢ على التوالي . هذا ما نعنيه بالتعبير عن القانون الطبيعي بمعادلة رياضية ، وهو في هذه الحالة قانون توازن القوى. عوّض المقادير التي في صف واحد من الجدول في المعادلتين ترَ ان كلاً منهما تصحّ بتعويض المقادير المأخوذة من القياس .

لاحظ جيداً ان أساس العمل في استنباط هذا القانون هو مشاهدة القوى في توازنها مشاهدة عيانية واختبارها اختباراً عملياً . ثم يترجم الترتيب الميكانيكي الحسي الى شكل هندسي مجرد ونجرى عليه العمليات الهندسية والجبرية تبعاً للمنطق. وهذا العمل في التفكير المجرّد يتمّم ويكمّل عمل المشاهدة والاختبار للوصول الى القانون الطبيعي معبّراً عنه بدلالة معادلة رياضية مؤلفة من رموز مجردة .

ويكون تطبيق القانون باعادة الترجمة من الرموز المجردة الى مقادير القوى المحسوسة . وسنعود الى ذلك في الفصل عن تطبيق القوانين الطبيعية .

مثال ثانٍ : قانون تساقط الأجسام .

علّق ثقلين متساويين كل منهما حوالى ثلاثمئة غرام الى طرفي

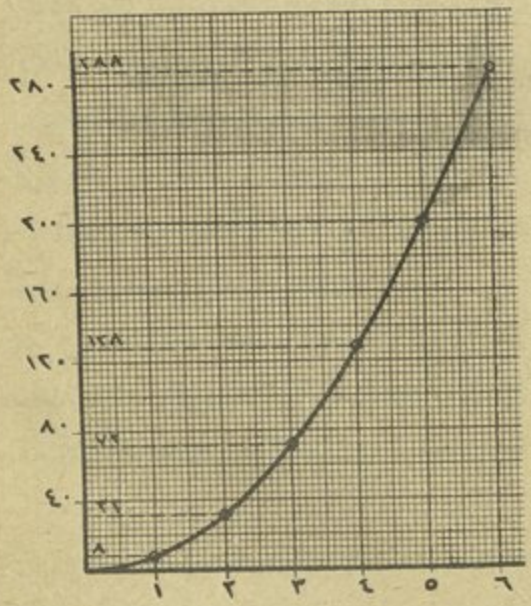
خيط طوله حوالى مترين ونصف . ووازنهما على جهتي بكرة محورها أفقي مثبت في الحائط على ارتفاع مترين وربع تقريباً فوق الأرض . عدّل طول الخيط بحيث اذا مس الثقل الواحد الأرض تكون قاعدة الآخر على ارتفاع مترين تماماً . أضف الى أحد الثقلين عشرين غراماً واسحب الخيط الى جهة الثقل الخفيف حتى يمس الأرض ثم أطلقه وراقب الحركة وتسارعها . ثم دقّق مراقبة الحركة مستعيناً بآلة تدق دقات بينها فترات زمانية متساوية يمكن تعديلها حسب الارادة ، وعدّل طول الفترة الزمانية بحيث اذا اطلق الثقلان على الدقة وصل الثقل الكبير الى الأرض على الدقة الخامسة تماماً فيكون قد طوى مسافة مترين في خمس فترات زمانية .

ثم اجعل علامة على الحائط مترين فوق الأرض على مساواة قاعدة الثقل الكبير حين يكون الصغير مماسّاً الأرض . وقسم المسافة بين العلامة م والأرض ه الى خمسة أقسام بحيث تكون الابعاد حسب ما يلي :

م أ = ٨ سم ، م ب = ٣٢ ، م ج = ٧٢ ، م د = ١٢٨ ، م ه = ٢٠٠ .

ضع علامة مقابل كل من أ ، ب ، ج ، د . ثم الزم الخيط بيدك والثقل الصغير مماس الأرض واطلقه على الدقة ترَ الثقل الكبير يجتاز العلامات على الدقات تماماً . رتّب في جدول

كالذي يلي الأزمان منذ بدء التحرك ومقابلها الابعاد المطوية من مبدإ الحركة. ثم ارسم الخط البياني كما في الرسم الى جانب الجدول حيث كل نقطة تتعيّن بمقدار الزمن ومقدار البعد المقابل له ، جاعلاً الخط الأفقي خط الزمن والخط العمودي خط البعد اي المسافة .



ز	ع	ع/ز٢
١	٨	٨
٢	٣٢	٨
٣	٧٢	٨
٤	١٢٨	٨
٥	٢٠٠	٨
٦	٢٨٨	٨

ان شكل الخط البياني يدلّ على انه قد يكون لمعادلة من الدرجة الثانية حيث البعد (ع) يتناسب مع مربع الزمن (ز) . احسب مقدار التناسب العددي بين مقدار البعد ومربع الزمن

اي مقدار (ع / ز ٢) لكل زوج من المقادير المتقابلة في الجدول تر قيمته ذات مقدار ثابت (ث = ٨) لا تتغيّر بتغاير الزمن المنقضي والبعد المطوي . وهذا التناسب الثابت بين مقدارين متغايرين هو دليل قانون طبيعي يعبّر عنه بالمعادلة الرياضية :

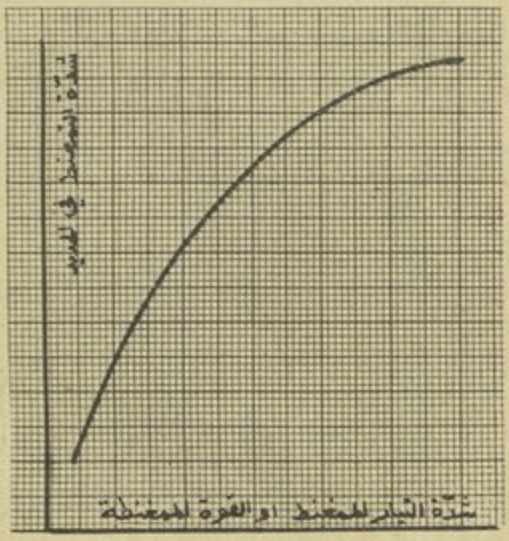
ع / ز ٢ = ث

اجعل قيمة ز ٦ في المعادلة فتكون قيمة ع المقابلة لها ٢٨٨، فإذا اطلت الخيط ورفعت البكرة حوالى متر وجعلت علامة و على بعد ٢٨٨ سم عن م واعدت التجربة وجدت ان الثقل يجتازها على الدقة السادسة بعد بدء الحركة . اي ان ما تحسبه بموجب الدستور (معادلة القانون) تمتحنه عملياً بالتجربة فتتثبت من صحته . هذا نموذج مثالي لقانون « علمي اختباري » اي قانون طبيعي مستنبط بالاختبار العملي على الطريقة العلمية . لاحظ كيف يستند البحث العلمي في استنباط القانون على اساس الاختبار الحسي بالمشاهدة والقياس ثم بعد تدوين نتائج المشاهدة والقياس في الجدول يتحوّل البحث الى بحث رياضيّ حيث يجرّد الخط البياني والمعادلة الرياضية من نتائج الاختبار المدونة في الجدول .

مثال ثالث : قانون تمغنط الحديد بالتيار الكهربائي .

لفّ ملفّاً منسجماً على حلقة من حديد . صل الملف بالتسلسل مع منبع كهربائي واميتر يقيس التيار الكهربائي ومقاومة متغايرة تغيّر مقدار التيار حسب الارادة بين حدين معينين . لا

مجال في هذا المقام لشرح الكيفية التي تقاس بها شدة التمغنط في الحديد بل يُنتظر من القارىء ان يكون له إلمام بها ويفرض انه يعرفها . غيّر قيمة التيار في الملف وقس شدة التمغنط لكل مرة يستقر فيها التيار على مقدار يدل عليه الأميتر . رتب جدولاً فيه عمودان احدهما للتيار والآخر لشدة التمغنط المقترن معه . ثم ارسم الخط البياني كما في المثال السابق وهو على الشكل البادي



في الرسم المرفق بهذا الشرح . والأمر الحريّ بالملاحظة في هذا القانون هو عدم تمكن العلماء من ترجمة هذا الخط البياني الى معادلة رياضية . على ان بعضهم قد تمكن من تجريد معادلة ينطبق خطها

البياني انطباقاً تقريبياً على جزء من الخط البياني الاختباري . لكن تطبيق القانون يكون بواسطة الخط البياني هذا لا بواسطة المعادلة الرياضية .

ان هذا القانون هو نموذج لعدد من « القوانين الاختبارية » التي لم تبلغ الدرجة النهائية لاكتمالها . وتطبيقها لا يؤدي الى عين الدرجة من الضبط الممكنة في القوانين البالغة درجة « اكتمالها العلمي » .

القوانين الطبيعية

استنتاجها منطقياً بالاشتقاق الرياضي

قد بيّنا في الابحاث السابقة ان مدخل المعرفة العلمية وأساسها هما المشاهدة العيانية والاختبار بالتجربة . ويتلوهما تمحيص نتائجهما بالتفكير المجرد فتتجلّى للعقل بعض العلاقات بين الكائنات المحسوسة ، وهي علاقات خافية عن المشاهدة لا تدرك بالباصرة بل بالبصيرة . ويتدرج التفكير المجرد من البداهة الى الرويّة فإلى التحليل المنطقي الرياضي المؤدّي الى استنباط « القوانين الاختبارية » ، وكل درجة من التفكير المجرد تستدعي تدقيقاً في المشاهدة وتنظيماً في الاختبار بالتجربة فوق ما كان لازماً للدرجة التي دونها وتستجلي علاقات ادهى وأكثر خفاء مما يستظهر على الدرجات البدائية . واستنباط القوانين بهذه « الطريقة الاختبارية » يستوجب اختباراً خاصاً لكل قانون .

وتوجد طريقة ثانية موازية للطريقة الاختبارية وهي طريقة الاستنتاج المنطقي بالاشتقاق الرياضي ، نسميها « الطريقة الاستنتاجية » المعروفة ايضاً بالقياس المنطقي ، وهي تؤدّي الى استنتاج مجموعة قوانين في موضوع واحد بناء على مبادىء (قوانين) أولية

بسيطة قابلة العدد . وتستوجب صحة هذه الطريقة ان تكون صحة المبادىء المستند عليها الاستنتاج مثبتة بالاختبار العملي . ويشترط ان تمتحن النتائج الموصول اليها على هذه الطريقة بالاختبار العملي ايضاً . فهي لا تختلف في جوهرها عن الطريقة الاختبارية سوى في توسيع مجال التفكير المجرد وزيادة النتائج التي يمكن الوصول اليها على اساس اختبار واحد في حين ان الطريقة الاختبارية تستوجب اختباراً خاصاً لكل قانون . نقدّم قانون العدسة الرقيقة في البصريات مثالاً على ذلك .

ان استنباط قانون العدسة البصرية بالطريقة الاختبارية يستوجب تغيير وضع الشبح امام العدسة وتوقيع صورته عدة مرات ثم قياس بُعد الشبح وبُعد الصورة عن العدسة وتدوين المقادير المقيوسة ثم تمحيصها فيتبين انه مهما تغيّر بُعد الشبح وتغيّر بُعد الصورة تبعاً له تظل علاقة ثابتة بينهما وبين محترق العدسة يعبّر عنها بالمعادلة : $\frac{١}{ش} + \frac{١}{ص} = \frac{١}{ح}$.

حيث ش ، ص ، ح تدل على ابعاد الشبح والصورة والمحترق على التوالي . اما الطريقة الاستنتاجية فتستند على صحة قانون الانكسار (المثبتة بالاختبار العملي) بالاضافة الى الأوّليات الهندسية وتوصل بالاشتقاق الرياضي من دون اختبار آخر الى قانون العدسة والى غيره ايضاً من قوانين «البصريات الهندسية» ويكون نص

قانون العدسة المستنتج استنتاجاً بصيغة المعادلة التالية :

$$\frac{1}{ش} + \frac{1}{ص} = (ن - 1)\left(\frac{1}{ع_1} - \frac{1}{ع_2}\right) = \frac{1}{ح}$$

حيث ن هو رمز دليل الانكسار لمادة العدسة .

ع١ ، ع٢ هما شعاعا السطحين الكرويين للعدسة .

لاحظ ان المعادلة هذه تبيّن قانوناً آخر يختصّ بالعدسة البصرية وهو العلاقة بين بُعد المحترق من جهة ودليل الانكسار لمادته ومقدار تكوّر سطحيه من الجهة الثانية . واستنباط هذا القانون بالطريقة الاختبارية يستوجب اختبارات خاصة وهي قياس المحترق وشعاعي السطحين الكرويين ودليل انكسار المادة لعدة عدسات .

ان الطريقة الاستنتاجية تنظم قوانين الموضوع الواحد في عقد منطقي واحد أساسه ومبدؤه اوّليات قليلة العدد، وهي قوانين صحتها مثبتة بالطريقة الاختبارية . وأول العلوم التي تنظمت بالطريقة الاستنتاجية هو الهندسة الاقليدية . وليست الأوليات المؤسس عليها هذا العلم « افتراضات أو بديهيات تُقبل من دون الاثبات بالبرهان » كما يوهم التعليم الخاطىء الذي ينقصه فهم الاساس المنطقي للعلم وطريقته مع تفرعاتها . ان اصطلاح « الاثبات بالبرهان » الذي ورثناه عن الأقدمين مقتصر على الاثبات بالبرهان المنطقي، وهو يغفل « الاثبات بالاختبار العملي »

ذاك المبدأ الذي باحيائه وتجديده نشأت الطريقة العلمية الحديثة التي يعرف عنها الطلاب والمعلمون بعض الشيء ولا يعرفونها الى الدرجة اللازمة في الدراسة العلمية الصحيحة الكاملة .

ان الطريقة الاستنتاجية كانت النزعة البارزة الغالبة عند الأقدمين ولم يكن للطريقة الاختبارية الشأن الذي أصبح لها منذ أيام غاليليو ونيوتن الى يومنا هذا . على اننا نرى بعض الأقدمين مثل ارخميدس الاغريقي والخازني وابن الهيثم العربيين يميّزون الطريقتين في ابحاثهم . ومن حيث ان الاثبات بالبرهان المنطقي يوجب الاستناد الى قول مثبت بالبرهان فيقتضي هذا التسلسل الرجوع الى ما لا نهاية له من جهة البداية . وهذا أمر مستحيل على تفكير الانسان المحدود . لذلك لا مناص من قبول أوليات من دون برهان منطقي يستند عليها الاستنتاج . امّا أوّليات الهندسة الاقليدية فلم ترسخ في تفكير الانسانية الاّ بعد تمحيصها بالاختبار العملي اجيالاً لا تُعرف منذ فجر التاريخ . ويعيد تمحيصَها كلُّ جيل اثناء تدرجه من الطفولة الى سن البلوغ حتى تصبح عنده « بديهية » . وقد كانت للانسان البدائي في فجر التاريخ منتهى الادراك . وما البديهية الهندسية القائلة « بأن الأشياء المساوية لشيء واحد هي متساوية » غير تعميم للبديهية المثبتة بالاختبار العملي بميزان العطار ان رطل السكر يساوي رطل الأرز لأن كلاًّ منهما يتوازن على حدة مع عيار واحد .

فالأوليات التي يقال لها أحياناً بديهيات وتعتبر «افتراضات تُقبل من دون برهان» هي في حقيقتها «قوانين عامة» مثبتة بالاختبار العملي. أمّا العلوم التي تنظمت بالطريقة الاستنتاجية على أساس أوليات لم تثبت صحتها بالاختبار العملي فقد نُبذت بعد ان تبين فساد تلك الأوليات المبني عليها العلم بالاستنتاج المنطقي. وقد كانت تجربة غليليو على الأجسام الساقطة حدثاً بارزاً في تاريخ العلوم الطبيعية لأنها نبهت الأذهان الى وجوب الاثبات بالاختبار العملي أساساً لصحة ما يثبت بالبرهان المنطقي. ولم تهمل او تضعف الطريقة الاستنتاجية منذ ذاك الحين الى يومنا هذا ولكنها قد ماشت الطريقة الاختبارية واتسع مجال تطبيقها اتساع مجال الطريقة الاختبارية التي كانت رائد البحث العلمي في أغلب الأحيان ومعظم النواحي. ثم تتبعها الطريقة الاستنتاجية في تنظيم العلم الذي كانت قوانينه قد استنبطت بالطريقة الاختبارية.

على ان الطريقة الاستنتاجية كانت رائد البحث في بعض النواحي ولولا ذلك لما تمكن الانسان من الوصول الى بعض الحقائق بالطريقة الاختبارية والاختبار العملي، كما في درس بعض وجوه الحركة وتصحيح الزيغ في العدسات البصرية وفي اكتشاف السيّار نبتون وقول مكسول بالتموجات الكهربائية المغناطيسية قبل ان يتبين بالاختبار العملي ما يدلّ عليهما.

والنزعة السائدة اليوم في البحث العلمي هي محاولة تنظيم القوانين المستنبطة بالطريقة الاختبارية وذلك بمحاولة استنتاجها ايضاً من مبادىء العلم الأساسية القليلة العدد بحيث تصبح قوانين العلم الواحد الخاص كالعقد المنظوم في خيط واحد .

وكان علم الميكانيك أول ما تنظم بالطريقة الاستنتاجية بعد الهندسة الاقليدية، وكان ذلك باضافة أولياته الخاصة الى اوليات الهندسة الاقليدية وهي قانون جمع القوى وقوانين الحركة المعروفة باسم نيوتن، وقانون التجاذب العام ، وقانون تعريف الطاقة بحاصل ضرب المسافة في القوة وقانون بقائها وعدم فنائها، وقانون المرونة في الأجسام المرنة .

ومثل الميكانيك علم البصريات الهندسية قد انتظم على اساس الأوليات في الهندسة الاقليدية مضافاً اليها قانون امتداد أشعة الضوء على خطوط مستقيمة وقانون الانعكاس وقانون الانكسار . وقد تنظم ايضاً قسم كبير من قوانين الحرارة والكهربائية . ولا مجال لتفصيل كل ذلك في هذا المقام . انما تجب الاشارة الى ان كثيراً من القوانين الطبيعية حتى بعض التي لها دستور رياضي لا يزال مستعصياً على الانقياد الى الانتظام على سلك الاستنتاج المنطقي المؤسس على أوليات العلم . وقد أشرنا في الفصل السابق الى بعض القوانين التي لم يبلغ نصّها الى درجة التعبير بصيغة دستور رياضي وهذا هو أول شرط لقابلية

القانون للانتظام على السلك المنطقي . وسنعود الى هذا البحث على مستوى اعمّ من مستوى القوانين وأبعد منه غوراً في التفكير المجرد، وذلك في «النظريات العلمية والتعليل النظري» .

والأمر الذي يهمنا في هذا المقام هو ضرورة وعي هذه الطريقة العلمية في صيغتها العامة مجرّدة عن تطبيقها في حالات خاصة على مادة علم خاص . لأن هذا الوعي ضروري للطالب في تسهيل فهم العلم عليه ، وضروري لمدرّس العلوم ولمؤلف الكتب العلمية التدريسية بحيث يكون تقديم الموضوع والقاؤه على الطالب بشكل يزيل عن العلم كل ضباب أو غموض يدخل عليه في انشاء الشرح واسلوب الالقاء .

ان التوسع في نظم العلم بالطريقة الاستنتاجية قد جعل المتابعين يغفلون عن الأساس الاختباري المبني عليه العلم ، وعن لزوم امتحان النتائج بالاختبار العملي . وقد أهمل الكثيرون من مدرّسي الهندسة كل اختبار عملي وهو الرسم والقياس بالمسطرة والفرجار . وقد اسقط «الاثبات بالاختبار العملي» من تدريس الهندسة وانزل تدريسها الى مناهج الصغار غير البالغين الى الدرجة الكافية في قواهم العقلية لمتابعة الأبحاث المجردة . فكان ذلك سبباً مضاعفاً في فساد التعليم المؤدي الى ركاكة الفهم . ان الاثبات بالاختبار العملي أقرب الى مدارك

غير البالغين من الاثبات بالبرهان المنطقي . وكذلك استنباط القوانين بالطريقة الاختبارية أسهل على المبتدئين من استنباطها بالطريقة الاستنتاجية . وفوق ذلك لا تصح الطريقة الاستنتاجية لأي كان من دون أساسها الاختباري وامتحان صحتها باختبار النتائج اختباراً عملياً . فماذا يُنتظر من غير البالغين ان يفهموا من الهندسة بتدريسهم اياها على الطريقة الاستنتاجية من دون أساسها الاختباري؟ وقد تنبّه في المدة المتأخرة بعض المدرّسين والمربّين الى فساد تعليم الهندسة وأشاروا بلزوم تعليمها بواسطة الرسم والقياس بماشيان الاستنتاج المنطقي المجرد، على انهم لم يصلوا في هذا الاتجاه الى المدى المطلوب . ولا يتم ذلك حتى يعي المؤلفون والمدرّسون والطلاب حقيقة المقالات او القضايا الهندسية وهي انها ليست «نظريات» بل قوانين طبيعية يمكن استنباطها واثبات صحتها بالاختبار العملي . وعلى التدريس الصحيح ان يعود الى جعل الطريقة الاختبارية أساساً لتدريس الهندسة، وسنبين كيفية ذلك في الفصل المخصص للهندسة والميكانيك والبصريات . أما الطريقة الاستنتاجية فيجب ان تقدّم على عقب الطريقة الاختبارية أو بماشية اياها لا الى المدى المتبع الذي هو فوق طاقة معظم الطلاب بل الى مدى متناسب مع قدرة الطالب على متابعة التفكير المجرد .

اما تعليم الميكانيك في معظم المدارس الافرنجية في الغرب

فقد شطر الى شطرين احدهما سموه «نظرياً» وهو مقتصر على استنتاج القوانين الميكانيكية بالاشتقاق الرياضي من المبادىء الأساسية. والشطر الثاني سموه «عملياً اختبارياً» وهو بحسب تسميته يتبع الطريقة الاختبارية، وقد جعلوه ملازماً للشطر النظري، اي ان النظريّ لا يُدرس من دون العملي — هذا اذا كان التدريس صحيحاً. أمّا في بعض الصفوف الجامعية المتقدمة فقد يصبح مجال البحث المجرّد واسعاً بحيث يكون ما درسه الطالب بالاختبار العملي من قبل أساساً كافياً له. ولكن هذا الشطر سيؤدي بالتدريج الى الحالة التي وصل اليها تدريس الهندسة الاقليدية. أما الكثير من مدارس الأقطار العربية فقد انحط فيها تدريس الميكانيك حالياً الى تلك الحالة فيدرس الشطر النظري من دون الشطر الاختباري الذي هو قوامه كما تدرس الهندسة من دون ان يعرف الطالب كيف يرسم بالمسطرة والفرجار. فالاختبار العملي إن في الهندسة او الميكانيك قد أمسى رسم رسوم مشوّهة بالطباشير على اللوح الأسود. وكذلك قد تمادت الحالة في تدريس الرياضيات وبقية فروع الفيزياء الى درجة قصوى.

ونحن نرى في الطريقة المثلى لتدريس هذه العلوم ان لا تتجرّد المحاضرات عن الأساس الاختباري، وان يعمل التلميذ بنفسه في المختبر على استنباط القوانين أو على إثبات صحتها

بالاختبار العملي. أمّا اذا كانت المدرسة غير مجهزة تجهيزاً كافياً بحيث يتمكن الطالب من اجراء الاختبار هو نفسه فيجب ان يكون الدرس على طريقة بحيث يكون الأساس الاختباري للمحاضرة أقرب الى طريقة الطالب في المختبر من المحاضرة الاعتيادية ، اي تكون المحاضرة اختباراً يشترك فيه جميع افراد الصف مع المدرّس . ويلزم لهذه الطريقة ان يكون الصف قليل العدد. أمّا اذا كان عدد الطلاب كبيراً والتجهيز الاختباري معدوماً فتلك حالة يرثى لها ، وأقلّ رثاء لها منها ان يلغى تدريس العلم ان لم يتيسّر الحد الأدنى من مقوّماته الاختبارية ...

ونؤكد في ختام هذا الفصل وجوب تأسيس دراسة العلوم على المشاهدة والاختبار العملي والتجربة . أمّا الطريقة الاستنتاجية للكشف عن القوانين الطبيعية فلا يجوز ادخالها على الدراسة إلاّ بعد ان يترعرع الطالب في التفكير المجرّد. عندئذ يُستدرج الطالب اليها ويتدرّج فيها مستنداً على الطريقة الاختبارية الى ان يتركن في اسلوبها . اي ان الطريقة الاستنتاجية يجب ان تماشي الطريقة الاختبارية متابعة وموازية لها بحيث يكون مركز الثقل على الطريقة الاختبارية . ولا يتحوّل مركز الثقل الى الطريقة الاستنتاجية إلاّ في المراحل العالية من الدراسة العلمية . ولكنها لا تستقل أبداً عن محكّ

الاختبار العملي .

وقد ذكرنا من مزايا الطريقة الاستنتاجية انها اولاً توحّد عدداً كبيراً من القوانين وتنظمها في سلك منطقي واحد . وثانياً يتمكن العقل بواسطتها من نفوذ الحواجز الحسّية الى معرفة يقينية لا يمكن الوصول اليها بالطريقة الاختبارية وحدها . ان جميع القياسات غير المباشرة مبنية على العلاقات بين الأشياء المكشوفة بالاستنتاج فيقاس مقدار قابل للقياس ثم يحسب منه مقدار آخر يتعذّر قياسه قياساً مباشراً وذلك بموجب الدستور الرياضي الذي يعبر عن العلاقات بين المقدارين ، كقياس الابعاد فوق الماء ، وقياس المقادير الفلكية ، وطول أمواج الضوء ، وحركة القذائف الخ ...

والمزية الثالثة للطريقة الاستنتاجية هي انها طريق مختصرة يقتصد بها العقل اقتصاداً عظيماً في الاجهاد العقلي للوصول الى المعرفة . وقد اشرنا الى ذلك في بداية هذا الفصل حيث بيّنا وجوب اجراء التجارب والأعمال الاختبارية لكل قانون على حدة في الطريقة الاختبارية . أما الطريقة الاستنتاجية فتقتصد اقتصاداً عظيماً في اجراء الاختبارات وتستند الى مقدار قليل من الاختبارات الأساسية . ونكرر هنا ما ذكرناه في بداية هذا الفصل ان الطريقة الاستنتاجية لا تختلف في جوهرها عن الطريقة الاختبارية سوى بالاقتصاد في الأعمال الاختبارية

وبالوسع في مجال التفكير المجرد . فالطريقة الاختبارية هي المدخل الى الدراسة العلمية وهي تتغاير تغايراً تدريجياً بانتقال مركز الثقل من الاختبار العملي الى التفكير المجرد حتى تصبح ذات حلة جديدة وتظهر كأنها طريقة ثانية . وهذا التدرج يماشي تدرج القوى العقلية في تفتحها ونضوجها من الادراك الحسي الى الادراك العقلي ومن الاختبار العملي الى التفكير المجرد . فالطريقة الاستنتاجية لا تصلح إلاّ بعد ان يترعرع الفرد في الطريقة الاختبارية ويبلغ درجة كافية من النضوج العقلي تؤهله للتدرج الى الطريقة الاستنتاجية .

انه لمبدأ أساسي في التعليم والتربية أن تتدرّج المناهج في مواضيعها وأساليب التدريس تدرّجاً يماشي تدرّج القوى العقلية في تفتحها وبوازيه . ولكنّ واضعي المناهج العصرية قد غفلوا بعض الغفول عن ذلك فأنزلوا بعض المواضيع التي تتبع الطريقة الاستنتاجية الى مستوى الذين لم يبلغوا درجة النضوج الكافي لمتابعتها ولم يعبدوا الى أصول تدريسها الطريقة الاختبارية التي كانت قد أسقطت من تدريسها حين كانت تُدرس للبالغين الناضجين في قوى التفكير المجرد .

والطريقة الاستنتاجية مهما بلغت درجتها فلا تستقل ولا تستغني عن حدّ أدنى من الاختبار العملي اولاً وآخراً على الأخص في تدريس العلوم . أولاً في توطيد الدعائم التي يبنى عليها ويبدأ

بها الاستنتاج . وآخراً في اثبات صحة النتيجة بالاختبار العملي. ونؤكد على مدرّسي الهندسة والميكانيك والبصريات خصوصاً ان يفتحوا بصيرتهم لهذه الأصول التي لا يصح التدريس بمخالفتها .

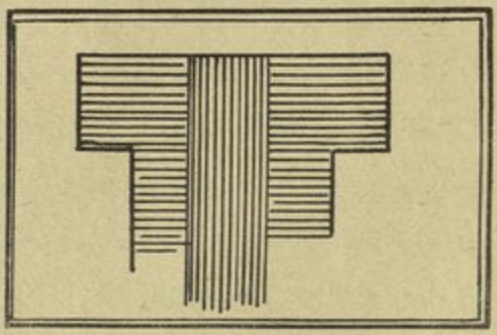
تطبيق القوانين الطبيعية

القوانين الطبيعية المعروفة في العلم هي « قوانين عامة » أي انها تنطبق على صف من الحالات الخاصة غير التي استُنبط القانون بواسطتها . ولو لم تكن لها هذه الميزة لما كانت لها المنزلة والاهمية اللتان لها في العلم . ان لم نعرف القانون العام فلا نتمكن من معرفة ما سيكون عليه أمر ما الا بعد ان يحدث ونختبره. والفكرة الأساسية في العلم وتطبيقه هي ان نتمكن من معرفة نتائج الاعمال ومعرفة ما يجب عمله للوصول الى نتيجة او غاية مطلوبة وذلك كله قبل اجراء العمل . ان تصميم جميع الأعمال الهندسية والصناعية مؤسس على هذه الفكرة . وليس التصميم ، أي رسم خطة العمل، سوى تطبيق القوانين العامة في حساب ما يجب عمله بالدقة والضبط للوصول الى النتيجة المطلوبة. نقدم بعض الامثلة على ذلك من الاعمال الانشائية الهندسية .

مثال أول : الأبنية التي تشاد على أساس ترابي تنحطّ بعد بنائها تبعاً لكبس الأثقال على التراب . فاذا زاد ضغط البناء – أي توزع ثقله على مساحة قاعدته – على حدّ معين كان مقدار الانحطاط داعياً لخطر الانهيار . او اذا كان مقدار الضغط على

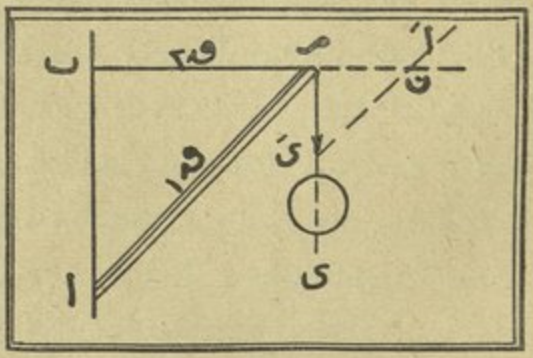
الطرف الواحد من الجدار مختلفاً عن الضغط على الطرف الآخر فيختلف مقدار انحطاط الجدار على طرفيه فيتصدّع ، أي ينشق الحائط على وسطه من أعلاه الى أسفله . وقد تبين للمهندسين بالاختبار العملي ان تربة كالتي شيدت عليها مدينة بغداد لا تتحمل ضغطاً أكثر من كيلوغرام واحد على السنتيمتر المربع الواحد. وتبعاً لذلك يحسبون عرض الأساس لكل جدار بحيث يكون الضغط على القاعدة ضمن المقدار المسموح به لاستيفاء شرط التأمين على رسوخ الجدار . مثلاً اذا أخذنا طول متر واحد من جدار ارتفاعه عشرة أمتار وسماكته اربعون سنتيمتراً وكثافة مادته ٢،٥ غم/سم ٣ وحسبنا ثقله بتطبيق القانون « الثقل = الحجم × الكثافة » كان الثقل ١٠،٠٠٠ كيلوغرام. فاذا طبقنا شرط التأمين على رسوخ الجدار توجّب ان تكون المساحة التي يلقي عليها هذا الثقل ١٠،٠٠٠ سم٢. ومن حيث ان هذا الثقل هو لطول متر واحد من الجدار فيجب ان يكون عرض الأساس متراً واحداً . ولنفرض ان الطرف الآخر من الجدار ارتفاعه خمسة عشر متراً فيحسب عرض الأساس تحته على نفس النحو فيكون متراً ونصفاً بحيث يكون الضغط على الأساس منسجماً على طول الجدار كله لكي لا يتصدّع على الحد حيث يتغير الارتفاع . الرسم التالي يبين مسقط الجدار على أساسه وهو قاعدة من الكنكريت (الباتون) المسلح. لاحظ كيف يؤدي

تطبيق قوانين بسيطة الى معرفة يقينية سلفاً عمّا سيكون عليه



حال البناء بعد انجازه . ولاحظ أيضاً ان تطبيق القانون يؤدي الى معرفة مقادير لا يمكن قياسها قياساً مباشراً حتى بعد وجودها . ان بساطة هذه الأعمال العلمية الحسابية قد تعمينا عن أهمية عظيمة لمبدإ لولا تطبيقه لبقي الانسان على حضارة بدائية.

مثال ثانٍ : انظر الى الرسم التالي حيث القدّة م أ بارزة



من الحائط مائلة عليه . والثقل المعلق من م مقداره ١٠٠ كيلوغرام.

والحبل م ب ممدود في الاتجاه الافقي موثقاً رأس القدة الى الحائط. < أ م ب = ٣٠°. كم يكون مقدار القوة المضغوطة بها القدة م أ ومقدار القوة المشدود بها الحبل م ب ؟ هذا مثال على تطبيق قانون التوازن بين ثلاث قوى متلاقية .

اذا حللنا القوى الى محلولاتها الافقية والعمودية يتبين ان المحلولة العمودية للقوة ق١ التي تكبس بها القدّة على العقدة م تساوي وتعاكس الثقل المعلق، ومحلولتها الافقية تساوي وتعاكس قوة الشد في الحبل . طبّق قانون التوازن المعبر عنه بصيغة المعادلتين الرياضيتين (الصحيفة ٦٤) .

ق١ . جتا ٦٠ = ١٠٠

ق١ . جتا ٣٠ = ق٢

اذن ق١ = ٢٠٠ ، ق٢ = ١٧٣

او اذا طبقنا القانون بشكله الهندسي المعبر عنه بمثلث القوى رسمنا الموجه م يَ متناسباً مع مقدار الثقل . ثم نرسم يَ أ موازياً م أ بمثل القوة ق١ . ومن حيث انها مجهولة المقدار فيكون طول الخط غير معين بدائياً. ومن حيث ان الموجه الدال على القوة ق٢ يقابله الخط المرسوم في م موازياً م ب فنرسمه حتى يقاطع الخط مَ يَ في ن فيكون المثلث مَ يَ ن هو مثلث القوى واطوال أضلاعه متناسبة مع مقادير القوى المطلوبة .

لاحظ ان تصميم المباني المشبكة المؤلفة من قدد على أشكال

مثلثات متجاورة خصوصاً جسور الطرقات والسكك الحديدية وغير ذلك مبني على تطبيق هذا القانون الأساسي في الميكانيك وهو قانون القوى الثلاث المتوازنة .

مثال ثالث : المطلوب ان يعين قطر الأنبوب اللازم لاسالة الماء على معدل تصريف معين حيث طول الأنبوب معروف وكذلك الفرق في الارتفاع بين مأخذه ومصبه . ويكون ذلك بتطبيق القانون العام المعبر عنه بدستور رياضي حيث المجهول الواحد هو المقدار المطلوب اي قطر الأنبوب . فتقاس كل المقادير اي الطول والفرق في الارتفاع ومعدل تصريف الماء وتعوض في الدستور ثم يحسب قطر الأنبوب اللازم .

لاحظ انه لولا معرفة القانون لاضطر المسؤول عن تنفيذ هذا العمل إن يجرّب أنبوباً لا يدري أيفي بالحاجة أم لا . فقد يقصّر عن تصريف الماء المطلوب فيُخلع ويمدّ أنبوب آخر . وقد يكون أضخم مما هو لازم فتكون كلفته فوق الحد الأدنى اسرافاً في غير موضعه . وكذلك في تصميم المباني كالجسور والسدود . . . الخ . ليس في وسع القائمين بالأعمال ان يبنوا جسراً او سداً لا يعلمون أيهوي الجسر وينجرف السدّ أم يثبت كل في مكانه حتى يتم العمل . وليس في وسعهم ان يضخموا البناء فوق الحد اللازم لكي يؤمنوا عليه انه مستوفٍ جميع الشروط اللازمة . لكن التصميم بتطبيق القانون الطبيعي على حسب نصه العلمي الرياضي

يؤمن لاصحاب العمل ان البناء لدى انجازه يكون حتماً مستوفياً الشروط بأقل كلفة ممكنة . ولولا هذا العلم اليقيني لما توصلت حضارة الانسان الى الدرجة التي هي عليها في هذا العصر .

ان أعلى مراتب العلم هي مرتبة القوانين العامة المعبّر عنها بدستور رياضي . وقد أشرنا الى ان استنباطها مؤسس على الاختبار العمليّ لكنه لا يتم الا بمرحلة التفكير المجرّد التي تبدأ بترجمة الهويات الحسيّة الى رموز مجردة وتنتهي بنص الدستور بلغة الرياضيات الرمزية . على ان القوانين العامة في صورتها الرمزية المجردة لا تفيد شيئاً ما لم تعد فتطبق على حالات خاصة وذلك باعادة الترجمة من الرموز المجردة الى مقادير الهويات المحسوسة كما بينا في بعض الأمثلة على تطبيق القوانين العامة في الأعمال الهندسية والصناعية والعمرانية . والتعليم الصحيح لا يقف عند حد الوصول الى نص القانون بصيغته الرمزية العامة المجردة بل يعود بالطالب الى مواضع تطبيقه وكيفية تطبيقه أيضاً . على ان لكل طالب مجاله المحدود في ناحية تطبيق العلوم التي يتعلمها . وذلك يتوقف على برنامج التعليم الذي يتبعه . فطالب العلوم العامة في برنامج التعليم العام لا يُطلب منه بقدر ما يُطلب من طالب الهندسة او الطب او الصيدلة ...

ليست الغاية من منهج العلوم في برنامج التعليم العام ان يعطى الطالب العدة التي تمكنه من تطبيق القوانين العامة على

تصميم الأعمال العلمية المهنية ولكن تنفيذ المنهج يقصّر عن غايته المثلى ان لم يعط الطالب حدّاً أدنى من المقدرة على تطبيق العلوم التي يتعلمها وذلك على حاجات بسيطة قد أصبحت عامة عند ابناء هذا الجيل. ان منهج الكهربائية مثلاً يجب ان لا يقف دون تعليم الطالب كيفية وصل المجاري الكهربائية وتشعّبها في البيوت بحيث يتمكن الطالب بنفسه من تشعيب الأسلاك ومدها وتركيب مصباح وجرس ومفتاح كهربائي . ويعطى مثل ذلك وعلى قدره في بقية فروع الفيزياء والكيمياء والنبات والحيوان. على ان هذه التطبيقات العملية ليست قبلة المنهج ولا غايته الرئيسية . اذ يتمكن الطالب من تعلمها بالممارسة وباختصار القسم الأعظم من المنهج . ولا تتم غاية المنهج بتوسيع معلومات الطالب عن مواضع تطبيق كل قانون كما في تطبيق قانون القوى المتوازنة على تشييد الجسور والسدود والمباني المتنوعة – على كون هذه الوجهة من منهج العلوم لها اهمية من الدرجة الاولى ، وبعض الكتب يوفيها حقها . ولكن لا تزال ناحية في تدريس العلوم مهملة يجب توجيه الطلاب الى ادراكها وتقديرها ، وهي مقام التفكير المجرد وأهميته في استنباط القوانين الطبيعية وتطبيقها ، بحيث اذا نظر الطالب الى جسر عظيم فوق نهر كبير كالنيل او الدجلة او الى سدّ يعترضه كسد الكوت على الدجلة وسدّ اسوان والقناطر الخيرية على النيل فلا يندهش من ضخامة البناء

بل يقدّر عمل التفكير المجرد الذي لولاه لما تمكن الانسان من بناء تلك الجسور والسدود. او اذا فُرض عليه ان يجري تجربة القوى الثلاث المتوازنة فلا تقتصر رؤيته على خيوط مشدودة وأثقال معلقة او على ألعوبة يتلهى بها او فرض يتضجر منه بل عليه ان يرى بعين خياله تلك المباني العمرانية من خلالها وان يدرك ان تصميمها مؤسس على هذه العملية التي يجريها الطالب في المختبر .

بقي علينا ان نبيّن قبل ختام هذا الفصل معنى يتبادر الى ذهن الطالب ومعلم العلوم حين يؤتى على تطبيق القوانين. وهو المعنى المعبر عنه بأعمال وتمارين يتبين بها مقدار ما فهم الطالب من معنى القانون . والتمارين هذه تشير الى حالات خاصة حيث مقادير بعض الهويات معروف او مفروض وتطلب معرفة مقدار مجهول او أكثر . اول درجة في فهم الطالب تبين له أي قانون عام ينطبق على الحالة الخاصة المعطية . وهذا هو أول شيء يجب ان يؤكد به المدرس على الطالب . فاذا تبين فهم الطالب عند هذه الدرجة الاولى يجب ان يطلب منه نصّ القانون بصيغة دستوره الرياضي . ثم ان يعوض المقادير المعطية ويحلّ الدستور للمقدار المجهول . وقد يشترك في العمل اكثر من قانون عام واحد فيوجد مقدار احد المجاهيل بتطبيق قانون واحد ثم يعوض هذا المقدار في دستور القانون الثاني . يجب ان يدرب الطالب

بهذه التمارين على التفكير الصحيح بان يدرك اي قانون يجب تطبيقه اولاً . مثال : يُقذف جسم عن حافة سطح علوه ع في اتجاه أفقي فيصل الى الأرض على بعد ب عن الحائط تحت حافة السطح ، فكم كانت السرعة التي قُذف بها ؟ يطبق في هذه الحالة اولاً قانون تساقط الأجسام الطليقة : ع = ٤٩٠ ز ٢ حيث مقدار ع يقاس بالسنتيمتر ومقدار ز بالثانية . ثم يعوّض مقدار ز الموجود من هذا الدستور الاول في الدستور الثاني للحركة الافقية المنسجمة : ب = س ز .

ان الاسئلة والتمارين من هذا النوع يجب ان تقارب الحالات الواقعة في اختبار الانسان لا ان تكون جمنستيكيات عقلية على حالات قد تمكن عقلاً ولكن لا يمكن اثباتها بالاختبار . ثم لا يحسن بالمدرس ان يتمادى في هذه التمارين الى حيّز الاختصاص المهني العلمي بل يحسن به ان يلج عتبة هذا المجال كالأمثلة التي قدمناها في الميكانيك . ومن بعد ذلك يبين للطالب مواضع تطبيق القانون بصورة وصفية كيفية لا على مستوى التصميم الهندسي الكمي . ان هذه الملاحظات موجهة الى مناهج التعليم العام التي هي مقدمات عامة لما يليها من التعمق والتوسع في حيّز الاختصاص .

ان أساس المعرفة الانسانية هو اختبار الحالات الخاصة . ثم يتدرج الانسان بالتفكير المجرد الى القوانين العامة التي يطبقها

فيما بعد ذلك على الحالات الخاصة الجديدة التي نطرأ عليه . وليست هذه الطريقة مقتصرة على المعرفة العلمية في العلوم المادية والبيولوجية فحسب ولكنها تشمل العلوم العقلية النفسية والتربوية الأخلاقية الروحية ايضاً . اما مختبر هذه العلوم فليس كمختبر الكيمياء والفيزياء والبيولوجيا ، وطريقة اختبارها أدهى وأوسع وأعمق وأسمى من طريقة العلوم المادية. ونحذّر في هذا المقام طلاب التربية ودور المعلمين من كثير من «الاختبارات العملية» في علمَي السيكولوجيا والتربية التي انحطت عن جوّها النفسي العقلي الى حضيض المادة وقياسات الجماد . وننبههم الى بعض النتائج التي وصل اليها اولئك العلماء وهي في شكل مقالات عامة لكنها لا تهدي الطالب الى كيفية تطبيقها فتضلله اذ تتركه حائراً في منهج السلوك الذي يختاره حين تعترضه أحوال ومشاكل جديدة . كل المقالات والقوانين العامة يجب ان يكون في ذاتها دليل على كيفية تطبيقها . وما لا يطبق بترجمته الى صيغة الاختبار العملي بالسلوك الملائم فهو دخان يخنق وضباب يعمي .

•

النظريات العلمية

يبدأ البحث العلمي بمشاهدة الظواهر وملاحظة اقتراناتها وقياس مقاديرها . ويتلو ذلك مرحلة من التفكير المجرد يصل بها البحث الى القوانين العامة . ومن ثم يعود البحث المجرد الى الاختبار العملي بتطبيق القوانين العامة . ويتفرّع عن مرحلة التفكير المجرد «بحث نظري» يتدرّج الى البواطن والاستدلال عليها بالافتراض والاستنتاج العقلي المجرد وامتحان صحتهما بالاختبار العملي على النحو الذي سنمثل عليه ونفصّله في هذا الفصل من الكتاب . ان بحث الظواهر يشمل خواص المادة والطاقة وقوانينهما – هذا في الجماد ، أمّا في علوم الأحياء فيتسع بحث الظواهر الى تركيب أجسام الأحياء وأعضائها ووظائفها ونظام عملها والتغيرات التي تحدث فيها والى أحوالها وعاداتها الفردية والاجتماعية والى توفيق حياتها لملاءمة بيئتها . ومجال البحث في الظواهر إن في الجماد او في الأحياء يتسع لدراسة طويلة بعيدة المدى تؤدّي الى معرفة قيّمة قبل ان يصل الطالب او الباحث الى حاجة ملحة لاستقصاء البواطن ومحاولة استظهارها . ان النظريات العلمية هي نتيجة تلك المحاولة

التي غايتها استظهار بواطن الكائنات والتعليل عن بعض الظواهر او كلها بأسباب باطنة لا يتمالك الباحثون عن الاعتقاد والقول بها . ومع ان طريقة البحث العلمي المتبعة في النظريات العلمية لن توصل الباحثين الى معرفة يقينية عن البواطن لكن منطوق النظريات يوهم انهم قد توصلوا الى شيء من المعرفة الصحيحة عنها . وقد دخلت الى العلم الحديث عن هذه الطريقة في البحث اوهام برزت بمظهر الحقائق . وقد اختلطت طريقة النظريات وهي الاستدلال بالافتراض والاستنتاج بطريقة استنتاج القوانين العامة بالاشتقاق الرياضي بحيث أصبح للافتراض الأساسي في النظرية مقام كمقام الحقيقة المثبتة بالبرهان في القانون . وقصدنا في هذا البحث ان نبيّن ماهية النظريات العلمية وحقيقة مدلولها ومقامها في العلم ، وان نجلو حقيقة « البحث النظري » ونزيل عنه الأوهام التي تعلقت عليه ، ثم ان نقترح اصلاح تعليم العلوم بردّ النظريات الى مقامها وفصلها عن القوانين الاختبارية والقوانين الاستنتاجية . اذ ان بعض طرق التعليم قد خلطت التعليل النظري بكيفية اقتران الظواهر وتعاقب الحوادث اختلاط السرطان بأنسجة الجسد . اي ان تلك الطرق في التعليم قد جعلت الغاية من تعليم العلم معرفة أسباب الظواهر والحوادث لا كيفية اقترانها وتعاقبها . ومن حيث ان كثيراً من خواص المادة وظواهرها ليس له سبب ظاهر معروف فقد جعلوا الافتراض

النظري عن سببه الباطن في نفس المقام كالسبب الظاهر . فيقال مثلاً : ان سبب التوتر السطحي في السوائل هو عدم التوازن على سطح السائل في قوة التجاذب المتبادل بين جزيئات المادة الخ ... كما يقولون ان سبب تشقق الأنابيب هو تجمد الماء فيها تبعاً للبرد الشديد ... ان التماثل في الانشاء والتعبير في المثالين المعطيين تابع لاعتبار التعليلين في مقام واحد من مقامات المعرفة ومراتبها ... وهذا في نظرنا تعليم خاطىء .

كيف نشأ البحث المؤدّي الى النظريات العلمية ؟ وماذا كان هدفه وطريقته ؟ وهل وصل البحث الى هدفه الأصلي ، أم كانت النتيجة التي وصل اليها غير الهدف ؟ واذا اصطلحنا على تسمية هذه الناحية من البحث العلمي « بالبحث النظري » فنحذّر القارىء من الخطإ الشائع في اعتبار البحث الذي خصصنا له فصلاً من هذا الكتاب ، وهو استنتاج القوانين العامة بالاشتقاق الرياضي ، بحثاً نظرياً في صف واحد مع البحث المؤدي الى النظريات العلمية . وسنعود في نهاية هذا الفصل الى تبيين الفرق بين البحثين من جهة اساس كل منهما والنتيجة التي يؤدّي اليها والى ضرورة اعتبارهما في صفين متميزين لا في صف واحد من البحث العلمي .

ينشأ البحث النظري بوصول الاختبار الى حدّ يثير التساؤل عن هويات باطنة خفية لا يتمالك العقل عن الظن بها والرغبة في

الاستدلال عليها لاستظهار ماهيتها وخواصها. وطريقة الاستدلال المتبعة في البحث النظري هي افتراض هويات باطنة ذات خواص شبيهة بالهويات الظاهرة ثم التدرّج بالاستنتاج من الباطن الخفي الى الظاهر المحسوس. فاذا ادّى الاستنتاج المنطقي الى التوافق مع ما يدرك بالاختبار العملي اعتبر التوافق إثباتاً على صحة الافتراض عن البواطن. ذلك كان هدف البحث النظري وطريقته والمقام الذي جعل له في المعرفة. ولا يزال الكثيرون ميّالين الى اعتبار نتيجته إدراكاً للهدف اي انها معرفة صحيحة عن البواطن او قريبة من الصحيح. لكن التوافق المشار اليه لن يكون برهاناً على صحة الافتراض حتى في حالة التوافق التام بين الاستنتاج المنطقي والاختبار العملي، وذلك لسببين: اولهما كون المعرفة الاختبارية معرفةً جزئية محدودة. ولا بدّ ان تستجدّ معلومات لا تتوافق مع الافتراض فتفسده. وتاريخ البحث العلمي يبيّن اطّراد الكشف عن معلومات جديدة تفسد نظريات شائعة فتؤدّي الى نبذها. وثانيهما هو كون المنطق المتبع على طول الاستنتاج منطق الاختبار في ظواهر الكائنات المحسوسة. والمنطق الذي ينطبق على بواطن الكائنات يختلف عن المنطق المنطبق على الظواهر.

ان كان البحث النظري قد أخطأ هدفه الأصلي في معرفة البواطن – وكثيرون من طلبة العلم غافلون عن هذا الأمر –

لكنه قد أدّى الى نتيجة ذات شأن وهي التوصل الى دستور عام يشمل القوانين الاختبارية العامة كحالات خاصة تنضوي اليه مثلما القانون العام يشمل عدداً غير محدود من الحالات الخاصة . وسنمثل على ذلك ببعض النظريات العلمية كالنظرية الذرية في التركيب الكيميائي والتحليل ونظرية الغازات ونظرية التموّج ونظرية رش القذائف في الضوء .

ان الاختبار في التحليل والتركيب الكيميائي يثير التساؤل عن أصغر دقائق المادة المركبة وأصغر دقائق العناصر. والقوانين الأساسية في التحليل والتركيب الكيميائيين هي ما يلي :

١ مجموع أوزان العناصر المتألفة في مركب كيميائي يساوي وزن المركب .

٢ تتحد العناصر على تناسب أساسي معين في الوزن . وقد يكون الوزن النسبي لأحد العناصر في بعض المركبات مضاعف الوزن النسبي الأساسي أو ثلاثة أمثاله أو أكثر من ذلك أي يكون مكرره عدداً صحيحاً من المرات .

٣ الأوزان النسبية من العناصر الغازية حجومها إمّا متساوية أو متناسبة كتناسب ١ : ٢ . وفي حالة اتحاد العناصر الغازية يكون التناسب بين حجوم العناصر المتحدة وحجم المركب تناسب اعداد صحيحة صغيرة .

وقد أدّى التساؤل عن سرّ هذا الانتظام في اتحاد العناصر

ومحاولة تعليله الى افتراض النظرية الذرية، وهو افتراض يشمل عدة افتراضات جزئية هي ما يلي :

١ الذرة هي أصغر دقائق العنصر الكيميائي .

٢ الجزيء هو أصغر دقائق المركب الكيميائي وهو مؤلف من عدد صحيح من ذرات العناصر المتآلفة في تركيبه . وقد تكون مادة بعض العناصر مركبة من جزيئات، كل جزيء منها يحوي ذرتين متجانستين. وقد يكون بعضها مركباً من جزيئات ذات ذرة واحدة كجزيئات الهيليوم وجزيئات الفلزات . اما جزيئات بعض العناصر الغازية كالهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين فهي ذات ذرتين متجانستين .

٣ التناسب بين أوزان ذرات العناصر يساوي التناسب الأساسي بين أوزان العناصر المتحدة في المركب. وحيث تكون النسبة مضاعفة فهناك ذرتان من العنصر في جزيء المركب . وحيث النسبة ثلاثة أمثال النسبة الأساسية فهناك ثلاث ذرات الخ ...

ان هذه الافتراضات عن باطن المادة تتوافق عقلياً مع اختبارات الظواهر اي مع القوانين الأساسية العامة. فالافتراضات تؤلف النظرية الذرية التي بموجبها وتبعاً لها تكتب التعابير الرمزية للمركبات والمعادلات للتفاعلات الكيميائية ونتائجها بدلالة الرموز . فالنظرية من هذه الوجهة هي تعبير مجرد عام يشمل

القوانين الاختبارية اذ هي تعميم أكثر شمولاً وأعلى مرتبة من القانون العام الذي يشمل الحالات الخاصة المنضوية اليه . هذه هي حقيقة مدلول النظرية الذرية ومقامها في العلم . ولكن لها وجهة ثانية وهي ان اكتساء رموز النظرية اي افتراضاتها بصور الهويات المحسوسة يوهم ان للافتراضات عن البواطن حقيقة من مرتبة الحقيقة التي نقرنها باختبار الظواهر . ومن حيث ان الاستنتاج العقلي المستند على الافتراضات عن البواطن يؤدي الى توافق مع اختبار الظواهر فقد اتخذ هذا التوافق «برهاناً واثباتاً» على صحة الافتراض .

ان «الذرة» في مدلولها الحقيقي هي تعبير رمزي مجرد عام للوزن النسبي الأساسي في اتحاد العناصر وانحلال المركبات . ولكن التعبير الرمزي المجرد قد اكتسى بصورة جسيم متناهٍ في الصغر كروي الشكل . وهذا ما نعنيه باكتساء الرمز المجرد صورة الهويات المحسوسة ، وهو دليل الهدف الأصلي للنظريات . أما الوجهة ذات القيمة التي هي حقيقة مدلول النظرية فهي امكانية التعبير عن التركيب والتفاعلات الكيميائية بدلالة الرموز والمعادلات . وقد كان في الامكان الاكتفاء بهذه الوجهة اي بالتعبير المجرد العام بواسطة الرموز من دون كساء الرموز بصور الهويات المحسوسة . ولكن الكساء الحسي هو وسيلة تجسد المعاني المجردة العامة بغية تسهيل ادراكها .

ان المعاني المجردة أصعب على الفهم من المعاني المحسوسة . وكذلك المعاني والتعابير والحالات العامة أصعب ادراكاً من المعاني والحالات الخاصة . ومن حيث ان النظرية هي تعميم من الدرجة الثانية فيصعب ترسيخها في الفكر. لذلك تكسى رموزها بصور الهويات المحسوسة فيسهل على العقل حفظها وتذكرها باستظهارها الى حيّز الوعي والتصور بغية تطبيقها . لكن كساء الرموز بصور الهويات المحسوسة يوهم ان الافتراض عن الهويات الباطنة هو صورة صحيحة عن حقيقتها . وهذا الوهم كان له أثر بعيد المدى في عقلية وتفكير هذا الجيل المتثقف بالعلم الحديث. ان تصور الذرة على شكل جُسيم كرويّ متناهٍ في الصغر قد أصبح كأنه من صلب التفكير بحيث يصعب اعتباره كساءً وهميّاً لمعنى مجرد ، اذ ان تفكيرنا يقبل هذه الصورة كما يقبل صور الهويات المحسوسة المختبرة اختباراً مباشراً . ولكن تصوّر الذرة بحسب النظريات الحديثة انها مؤلفة من نواة مركبة وكهارب تدور حول النواة في أفلاكها كما تدور السيارات في أفلاكها حول الشمس ، هو تصور لا يسهل تجرعه على كل متابعي العلم الحديث . واصعب من ذلك هو تجرّع صورة الذريرات التي تتألف منها الذرة كأنها تموّج في الفضاء الخالي من المادة .

يبدأ البحث بتصور الهويات الباطنة على شكل الهويات الظاهرة المحسوسة ثم تجرد خواصها ويعبّر عنها بالدوال الرياضية

المجردة على النحو المتبع في تجريد الهويات المحسوسة والتعبير عنها بالرموز الرياضية . لكن بعض الابحاث النظرية الحديثة قد انقلبت فيها الآية بحيث يبدأ البحث بالتعبير الرياضي المجرد. وهذا يؤدّي عن طريق الاشتقاق الى دوال رياضية كالتي تعبّر عن تفاعلات طبيعية محسوسة كالتموّج مثلاً فيتخذ التجانس في شكل الدوال الرياضية دليلاً على التجانس والتشابه في الصور الطبيعية .

ان نظرية الذرة قد نشأت من الابحاث الكيميائية . ونظرية الغازات الحركية قد نشأت من الابحاث الفيزيائية للتعليل عن قوانين الغازات الاختبارية . فقد بدأ البحث النظريّ بتصور الغاز مؤلفاً من جزيئات متناهية في الصغر عظيمة العدد وهي في حركة دائمة ، تصدم جدران الوعاء الذي يحويها فتنعكس عنها مؤثرة عليها بقوة . ومجموع القوى التي تؤثر بها الجزيئات على جدران الوعاء يعتبر انه ضغط الغاز المحصور . وترجمة هذا التصور الى التعبير الرياضي المجرد أدّت بالاستنتاج والاشتقاق الى الدستور العام التالي :

$$ض = \frac{1}{3} ن و س^2 .$$

حيث ض هو رمز الضغط ، ن هو عدد الجزيئات الغازية في وحدة الحجم ، و = وزن الجزيء الواحد ، س هو سرعة حركة الجزيء . وهذا التعبير العام يحوي المعادلات التي تعبّر

عن قوانين الغازات الاختبارية اذ يمكن استنتاجها كلها من هذا الدستور العام الذي يشملها والذي هو منطوق النظرية الحركية للغازات .

ان نظرية الغازات الحركية تتبيّن فيها حقيقة مدلول النظرية بجلاء وسهولة أكثر مما في غيرها من النظريات ، وهي ان حقيقة مدلول النظرية هي التعبير الرمزي لتعميم شامل لا اعتبار الكساء الحسي للرموز دليلاً على حقيقة البواطن . وقيمة النظرية في البحث العلمي هي من وجهة مدلولها الصحيح . وعلى ضوء ما بيّناه من حقيقة ماهية النظرية العلمية ومدلولها نتمكن من اعطائها مقامها وتسلسلها المنطقي في الدراسة العلمية الصحيحة .

ان الدراسة الصحيحة تماشي تفتّح القوى العقلية وتدرجها بمماشاة متوافقة . وقوى الادراك تبدأ على مستوى المحسوس ثم تتدرج الى العقلي المجرد . وتتدرج من الحالات الخاصة الى القوانين العامة . والتعميم هو درجات ومراتب بحيث ان عدداً من القوانين الاختبارية العامة المعبّر عنها بمعادلات رياضية ينضوي الى قانون واحد أعمّ منها ويشملها كلها كحالات خاصة مثلما كل قانون يشمل الحالات الخاصة التي تنضوي اليه . وتكون معادلات القوانين الاختبارية كلها قابلة للاشتقاق من معادلة التعميم الشامل . ومن حيث ان النظرية العلمية هي في كنهها وحقيقة مدلولها تعميم يشمل عدة قوانين عامة فيترتب تسلسلها

المنطقي في الدراسة بعد دراسة القوانين العامة . ان الدراسة الصحيحة تبدأ بالمشاهدة الحسّية والاختبار العملي في المعلومات المنفردة والحالات الخاصة . ثم تتدرج الى القوانين الاختبارية العامة بعد ان يصل الطالب الى درجة النضوج العقلي الكافي لادراك المعاني المجردة والكليات العامة . ثم تتدرج الدراسة الى القوانين الاستنتاجية ، اي الى استنتاج القوانين بالاشتقاق الرياضي كما بيّنّا في الفصل الخاص بهذا الموضوع . ومن بعد ذلك يتمكن الطالب من متابعة النظريات في شكلها العام الشامل. أمّا تلقين مقال النظريات بدلالة الكساء الحسّي للرموز المجردة من دون ان يتمكن الطالب من إدراك الرموز المجردة في نواة الكساء الحسّي أو البدء بالنظريات قبل القوانين الاختبارية فهو تلقين ببغائي يفسد الدراسة . وتبعاً لوجهة النظر هذه في التدريس الصحيح نخطّىء ما شاهدناه في تدريس العلوم في بعض مدارس الأقطار العربية وغيرها خصوصاً الكيمياء والفيزياء والأحياء للمبتدئين ، فتدريس الكيمياء للمبتدئين يبدأ بالنظرية الذرية والمعادلات الكيميائية على طبق المنهج المتبع في دراسة هذا العلم على مستوى الكلية . والكتب المستعملة في مناهج هذا التعليم الخاطىء ما هي إلاّ اختصار كتب الكليات مع ابقائها على شكلها الخاص بالتدريس العالي . يجب ان يبدأ تدريس الكيمياء باختبار خواص بعض المواد وكيفية تحضيرها

وتحليلها من دون حشو رأس الطالب بالمعادلات الكيميائية قبل ان يعرف شيئاً عن التناسب الأساسي في أوزان العناصر في اتحادها. لأن الاختبار الكيميائي هو اختبار المواد المتكتلة في مقادير محسوسة من دون السؤال عن أصغر دقائقها . والدراسة تطوي مرحلة طويلة في اختبار المحسوس قبل ان تصل الى السؤال عن الباطن الخفي . ويجب ان تعنى الدراسة اولاً بالمواد التي يتعثر بها الطالب كل يوم في اختباره العام في الحياة لا المواد التي لا تهم احداً غير الكيميائي الاختصاصي والصيدلاني . وكذلك في الفيزياء يجب أن تبدأ الدراسة بالمشاهدة والاختبار في الحالات الخاصة والمعلومات المنفردة ثم تتدرج الى القوانين الاختبارية فالقوانين الاستنتاجية ثم النظريات . ان بعض المناهج في تدريس الكهربائية مثلاً تبدأ بتعريف الكهربائية انها سيل من الالكترونات الخ... وهذا تلقين فارغ . وكذلك يحشى رأس الطالب المبتدىء بالنظرية الجزيئية والنظرية الذرية في تعليل خواص المادة الظاهرة قبل ان يدرس تلك الخواص بالاختبار العملي او حتى من دونه ... ولا حاجة الى زيادة التفصيل اذ سنعود اليه في الفصول الخاصة بتدريس بعض العلوم – كل علم على حدة .

قد يمكن ان يدرّج الطالب المبتدىء الى بعض الاختبارات التي تثير التساؤل وتوقظ خياله وان يبيّن له شيء من معنى

الاستدلال العقلي وطريقته . مثال : بيّن له قابلية بعض المواد للانضغاط ودلالتها على الفراغ بين جزيئات المادة . كذلك التمدد والتقلص بتغير درجة الحرارة يبيّنان تغيّر مقدار ذلك الفراغ. ثم مقاومة الماء للانضغاط تشير بدائياً الى تلازّ جزيئاته وضيق الفراغ بينها، ولكن اذابة بعض المواد فيه من دون ان يزداد حجمه إلاّ مقداراً ضئيلاً بالنسبة الى حجم المادة المذابة فيه تبيّن وساعة الفراغ بين جزيئاته . ومن هنا يبدأ التساؤل : كيف ؟ ولماذا ؟..

ان إيقاظ قوة الخيال في ذهن الطالب وتدريبها أمر ضروري في التعليم والتربية . والانسان من دون الخيال يظل كالدجاجة التي منقارها في التراب . اذن من الضروري في تعليم العلوم ان تعرض على الطالب الاختبارات التي توقظ خياله وتشغله ، وان تبيّن له ماهية الافتراض النظري من دون ابهام او التباس . ولكن تلقينه منطوق النظريات من دون منطقها قد يحجّر خياله وهو في بدء تفتّحه . اعرض عليه الاختبارات ودع خياله يتجنّح .

بقي علينا قبل انهاء هذا الفصل ان نبيّن الفرق بين الاستنتاج المتبع في النظريات والاستنتاج المتبع في اشتقاق القوانين التي سميناها « القوانين الاستنتاجية » تبعاً لطريقة التوصل اليها . ان استنتاج القوانين يستند على مقالة اولية صحتها مثبتة بالاختبار العملي

كما في الهندسة الاقليدية والميكانيك والبصريات. وليست أوليات الهندسة الاقليدية افتراضات تُقبل من دون برهان كما يوهم التعليم الناقص الخاطىء. المقصود من ذلك هو انها تقبل من دون «برهان منطقي» ولكنها لا تقبل إلاّ بعد تمحيصها بالاختبار العملي. وسنعود الى ذلك في الفصل عن تدريس الهندسة والميكانيك. أمّا استنتاج النظريات فيستند على افتراض قابل للاثبات أو للدحض. وتوافق نتيجة الاستنتاج المنطقي مع نتيجة الاختبار العملي يقوّي الافتراض وقد يرسّخه زمناً ولكنه لن يكون إثباتاً على صحته. وعدم التوافق يفسده. أمّا ما عدا ذلك فطريقة البحث في كلتا الناحيتين متشابهة. ولذلك نكرر ضرورة تدريب الطالب على استنتاج القوانين بالاشتقاق الرياضي قبل دراسة النظريات العلمية.

ان العلوم كلها تصل الى درجة يتعذر فيها استخلاص القوانين العامة من التجارب والاختبارات العملية فتكثر عند ذاك «التعليلات النظرية» اي النظريات العلمية منظوراً اليها من وجهة كسائها الحسي. ومقام هذه التعليلات النظرية من الصحة واليقين هو غير مقام القوانين العامة. لكن غفول الكثيرين من الباحثين أنفسهم وغفول متابعيهم عن التباين في المقام بالنسبة الى الحقيقة بين القانون العام والتعليل النظري قد جعلهم يخلطون بين الاثنين او يُحلّون الواحد محلّ الآخر. وقد أدّى هذا

التشويش الى ركاكة في فهم العلم والى إحلال الوهم محل المعرفة الصحيحة واليقين كما في كثير من العقائد العلمية الشائعة في هذا العصر التي أحدثت كثيراً من التضليل والارتباك في تفكير أبناء هذا الجيل وفي سلوكهم . وتظهر هذه المرتبة من البحث العلمي في أبحاث الفيزياء المتقدمة وتكثر نسبتها الى بقية المراتب في بقية العلوم كالكيمياء والجيولوجيا والبيولوجيا والسيكولوجيا والتربية الحديثة وعلم الاجتماع . فنحذّر طالبي العلم من الغفول عن معنى النظرية العلمية ومقامها وحقيقة مدلولها .

•

الدراسة النظرية والدراسة العملية

ان شطر المنهج في تدريس العلوم الى شطرين ، وتسمية احدهما نظرياً والآخر عملياً ، تابع لغموض معنى الدراسة العلمية الصحيحة عن الافهام . وقد أدّى هذا الغموض الى عدة اخطاء في تدريس العلوم . قد يكون بعض التبرير لتقسيم ساعات المنهج الى محاضرات ومناقشات وأعمال المختبر . ففي ساعة المحاضرة يقدم المدرس موضوعاً جديداً ويشرحه ، وفي ساعة المناقشة يتبادل المدرس الأسئلة مع الطلاب لاستظهار فهمهم من جهة ولزيادة الشرح من الجهة الثانية ، وفي ساعة المختبر ينصرف الطالب الى الاختبار العملي باجراء التجارب والقياس والحساب هو نفسه تبعاً لارشاد المدرس وتحت مناظرته . ولكن تسمية المحاضرة والمناقشة دروساً نظريّة ، والمختبر درساً عملياً ، هي تسمية خاطئة . وهي ناتجة عن الغموض ومؤدية الى خطإٍ في التدريس .

وما هو المقصود من « النظري » و « العملي » ؟ ههنا نرى اختلافاً وتضارباً في الآراء . ونرى مقابلة ومفاضلة بين الدرس النظري والدرس العملي وترجيح كفة الدراسة العملية من جهة

وتبرير الاقتصار على الدراسة النظرية من جهة ثانية كأنهما طريقتان أو وجهتان متناظرتان يمكن اتباع الواحدة من دون الثانية او بالاستقلال عنها . فالدراسة النظرية تبادر الى اذهان البعض الدراسة التي تتخذ الوصف الكلامي مدعوماً بالرسوم في الكتاب وعلى اللوح الأسود واسطة لتعليم العلم . والى البعض الآخر دراسة المواضيع البعيدة عن اختبار السواد الأعظم من المتعلمين وعن حاجاتهم في الحياة . والى غيرهم دراسة النظريات العلمية التي لا يرون فيها غير تخيلات لا تنطبق على حاجات الانسان . والى آخرين دراسة الابحاث المجردة التي تتمم وتكمل الاختبار العملي للتوصل الى القوانين العامة او دراسة استنتاج القوانين بالاشتقاق الرياضي ... والدراسة العملية تبادر الى اذهان بعضهم المشاهدة العيانية والاختبار العملي بالتجربة والقياس خصوصاً بواسطة الأجهزة العلمية على النحو المتبع في المحاضرات (عند بعض الأساتذة في الأقطار العربية لا كلهم) وفي المختبر ايضاً . وغيرهم يعتبر ان الدراسة العملية هي التي موضوعها الأجهزة والآلات والاختراعات الحديثة . ويظن ان التدريس العملي يقتصر على تفكيك تلك الآلات والأجهزة وتعميرها وتركيبها ...

وكان من نتائج الاختلاف والتضارب في الآراء انّ بعض المسؤولين عن مناهج التعليم قد سمحوا بادخال علوم الى منهج الدراسة من دون ان يكون لديهم الاستعداد الكافي لتعليمها

إمّا من جهة نقص الأدوات والمواد اللازمة لتعليم العلم او من جهة نقص الكفاءة في المدرسين الذين يتركون الأجهزة القليلة التي لديهم يأكلها الصدأ والزنجار وتتراكم عليها طبقات الغبار. والدراسة التي درجت على هذه الحال كانت تلقين نصوص كلامية من دون الأساس اللازم لها في المشاهدة العيانية والاختبار العملي وشاع عنها انها دراسة نظرية. وهي في الواقع لا تليق ان تسمى دراسة بل تلقيناً ببغائياً. وقد نشأ في بعض المدارس الغربية ردّ فعل ضد التدريس النظري وكانت غايته «التدريس العملي» الصرف حيث كان الجهد موجهاً الى تعليم الطالب بعض الأعمال الميكانيكية من دون البحث العقلي المجرد الذي يجعل لتلك العمليات معنى أبعد من مدلولها المباشر وقيمة أوسع من قيمة العمليات في ذاتها. وهذا التدريس «العملي الصرف» في نظرنا لا يفوق كثيراً ذاك التدريس «النظري» الموهوم لأنه ليس تدريساً صناعياً كاملاً يمكن الاستفادة منه، ولا هو تدريس يشحذ القوى العقلية في الطالب ويقوّي منطقه، ولا هو يؤدّي الى تعلّم العلم. فتدريس مبادىء الصناعات كالنجارة والحدادة ومبادىء الزراعة أفضل منه.

قد بيّنا في الفصول السابقة من هذا الكتاب ان اساس الدراسة العلمية هو المشاهدة العيانية والاختبار العملي بالتجربة، ومتنها هو في التفكير المجرد: في التحليل العقلي، في الجبر

والتركيب، في ادراك الكليات العامة، في الاستدلال والاستنتاج والاشتقاق... ثم تعود الدراسة الى العمل بالتطبيق على نحو ما بيّنا في الفصل عن تطبيق القوانين العامة. وبناء على ذلك نقول انه اذا جاز تقسيم الدراسة الى عملي ونظري واعتبرنا الأساس الاختباري والتطبيق النهائي عملياً والمتن العقلي المجرّد نظرياً فلا يجوز اعتبار القسمين شطرين مستقلين او تدريسهما الواحد من دون الآخر. فالمحاضرة الأصولية ليست شرحاً كلامياً بل هي إراءة عملية يبنى عليها تمحيص عقلي مجرّد. وأعمال المختبر على أصولها الصحيحة لا تنفصل عن البحث النظري. ان اتّباع تسمية المحاضرة درساً نظرياً وتسمية المختبر درساً عملياً يؤدّي في النهاية الى شطر ما لا يُشطر فإن تدريس مخالف للتفكير الصحيح والعمل الصحيح.

•

اساليب التدريس

المناقشة – المحاضرة – العمل في المختبر

ان الطريقة الصحيحة لتدريس العلوم هي طريقة واحدة لا ثاني لها . وهي التي ترتكز على المشاهدة العيانية والاختبار العملي وتكتمل بالتفكير المجرد الذي يصنف المشاهدات والمعلومات الاختبارية المنفردة ويستجلي بالاستدلال والاستقراء قانوناً عاماً يربطها ويوحّدها . ومن ثم تتم بالعودة الى الاختبار بالتطبيق العملي . على ان هذه الطريقة قد تتبع بأساليب متنوعة تبعاً لسن الطلاب ودرجة تفتّح قواهم العقلية ولعدد الطلاب في الصف وللوجهة البارزة من الغاية التي يوجهون إليها – كما في إعدادهم للتخصص في مهنة علمية او في توجيههم الى الهدف العام للتعليم والتربية . والأساليب الشائعة هي : ١ الاستدراج والتوجيه بالسؤال والجواب والاستجلاء بالمناقشة . ٢ والالقاء بالمحاضرة والتدريب على العمل في المختبر . وقد يتحول المدرس من أحد هذه الأساليب الى الآخر اثناء الحصة الدراسية الواحدة وقد يخصص لكل منها حصصاً دراسية يستغرق فيها الأسلوب الواحد معظم الوقت .

يوافق طلاب المدارس الابتدائية والمتوسطة الذين لم يبلغوا الدرجة الكافية من تفتّح القوى العقليـة والمقدرة على توجيهها بحسب الارادة والتوجه بها لمتابعة الدراسة خصوصاً قوة تركيز الانتباه والتفكير تركيزاً متواصلاً من دون منبّـه او عامل خارجي . فلا يمكنهم متابعة محاضرة طويلة من دون ان يشرد انتباههم . أما تردد السؤال فهو منبه يوقظ انتباه الطالب ويوجهه الى موضوع الدراسة قبل ان يتراخى ويشرد . والأمر الجوهري الذي يجب ان لا يبرح عن بال المدرس هو وجوب عرض موضوع الدراسة على الطالب لمشاهدته واختباره ، وما السؤال غير وسيلة لاثارة رغبة الطالب في حب الاطلاع وحثه على ارهاف حواسه وتدقيق مشاهدته مع ارشاده الى رؤية ما قد يخفى عليه ثم استدراجه الى الاستدلال والاستقراء والاستنتاج بحيث تدرك بصيرتـه العلاقات الخافية عن الحواس كما ترى باصرته الأشياء المحسوسة . ولا يصح اسلوب السؤال والجواب من دون ان يتخلله بعض الشرح والتفسير والتلقين أيضاً من قبل المدرس . ويجب طرح السؤال من آن الى آخر لاستظهار ما فهمه الطالب قبل التدرج الى الموضوع التالي . أمّا الأمر الذي يجب ان يتحاشاه المدرس فهو ان لا ينحط اسلوب السؤال والجواب الى استظهار النص

الكلامي لما قرأه الطالب في الكتاب وحفظه منه . وهذا النوع من التلقين الببغائي الشائع كثيراً بين المدرسين هو نهاية الانحطاط في التعليم .

أمثلة

خذ الطلبة الى حديقة او بستان او حقل وارشدهم الى مشاهدة ما فيه من النباتات والأشجار . او اذا جلبت الى الصف نماذج من الأزهار والنباتات ووزعتها على الطلاب فاستدرجهم بالسؤال والارشاد الى ملاحظة ومشاهدة موضوع الدراسة واختباره . ومثله اذا أجريت امام الصف اختباراً فيزيائياً او كيميائياً فدعهم هم يلاحظوا الصفات الثابتة في الأجسام والتغيرات التي تطرأ عليها ويستنبطوا القانون الذي بموجبه تحدث التغيرات . وليكن السؤال موجهاً بحيث يرشد الطالب الى الملاحظة فينبثك الجواب بمقدار ما لاحظه الطالب وفهمه .

واذا قلنا ان اسلوب السؤال والجواب يوافق الصغار فلا يعني ذلك انه لا يصلح للكبار أيضاً . اطّلع على محاورات أفلاطون يتبيّن لك المدى الذي يصلح فيه التعليم بالسؤال والجواب حتى للكبار البالغين . ولكن كثرة عدد الطلاب وتضخم الصفوف في هذا العصر يستوجب القاء المحاضرات لعدد كبير من الطلاب حيث لا مجال إلاّ للقليل من أسئلة الاستفسار من قبل الطلاب .

المحاضرة

يجب أن تكون المحاضرة مؤسسة على المشاهدة والاختبار أيضاً . فعلى المحاضر أن يعرض الموضوع عرضاً عيانياً وان يجري التجربة والاختبار أمام الصف ثم يتدرج بهم الى تمحيص المشاهدات ونتائج التجارب فإلى القانون العام ، ثم الى كيفية تطبيقه ومجال تطبيقه أيضاً . وتتبع المحاضرات بالمناقشة حيث يتبادل الطلاب مع المدرس السؤال والجواب ، وبالتمارين والاسئلة التي تحث الطالب على التفكير المستقل . وإذا كان عدد طلاب الصف كبيراً يقسم الى فرق صغيرة حتى يصلح التدريس بالمناقشة والسؤال والجواب .

أعمال المختبر

وقد شاع في الكليات والثانويات وإلى درجة أقل منها في المتوسطات تدريب الطالب على اجراء الاختبارات والتجارب هو نفسه تبعاً للتعليمات والارشادات التي تعطى له . فيدوّن مشاهداته وقياساته ثم يمحصها فيستخلص القانون العام منها او هو يثبت لنفسه بالاختبار صحة القانون الذي أعطي نصّه . وهذا الاسلوب في التدريس يستوجب ان يكون في المدرسة عدد ليس قليلاً من كل جهاز واداة قياس ، ويقتضي كلفة قد تكون

فوق قدرة معظم المدارس . ان لم يكن عدد الأجهزة وأدوات القياس لأعمال المختبر كافياً فيعطى لكل اثنين او ثلاثة او أربعة من الطلاب جهاز واحد يشتركون فيه بالعمل . وان لم يكن أكثر من جهاز واحد لكل اختبار كما هي الحال في كثير من مدارسنا فيحسن بالمدرس ان يجري الاختبار ، والطلاب يشتركون معه فيجرون التغييرات ويقيسون المقادير ويدوّنونها كل بدوره . وكل يدوّن المقادير التي يقيسها غيره أيضاً . فيكون الدرس على هذا النحو جامعاً ميّزات الالقاء بالمحاضرة والتدريب بالعمل في المختبر . ويصح هذا الاسلوب اذا كان عدد الطلاب في الصف قليلاً دون العشرين . والمؤلف يحبّذ هذا الاسلوب في المدارس التي تنقصها الأجهزة الكافية في الفيزياء والكيمياء وفي مناهج التعليم العام التي لا تهدف الى التخصص في مهنة علمية . أما في علوم الاحياء فكل مدرس يتمكن من جلب النماذج او توصية الطلاب لجلبها بالعدد الكافي لكل الطلاب من البساتين والحقول ، إلاّ اذا اقتضى الاختبار استعمال جهاز كالمجهر مثلاً وليس للمدرسة سوى مجهر واحد فلا مناص من البطء في العمل او تمديد الوقت لكي يتمكن كل طالب بدوره ان يشاهد الشيء المطلوب .

والتدريب على العمل في المختبر يستوجب توجيه الطالب بالتعليمات اللازمة وهي الغاية من الاختبار والأجهزة وأدوات القياس اللازمة وكيفية ترتيبها وتوقيعها للعمل والخطوات

اللازمة لانجاز العمل الاختباري وتدوين القياسات والملاحظات ، ثم الخطوات اللازمة لانجاز التمحيص العقلي المجرد لنتائج العمل والقياس .

البحث والتنقيب والابتكار

ان بعض المربين يقولون بتدريب الطلاب على العمل في المختبر من دون اعطائهم سوى الهدف والحد الأدنى من التعليمات للوصول إليه بحيث يصلون بالبحث الاختباري الى « اكتشاف » القانون كما اكتشفه المكتشف الأول . والذين يقولون بهذا القول يغفلون عن ان المكتشفين والمبتكرين يُعدّون على الأصابع بين الانسانية وان معظم الانسانية يحتاج الى دليل مرشد . فلا يصح ان يطلب منهم ما هو فوق طاقتهم . والواقع ان هذا الاسلوب ليس مطلوباً إلاّ من المرشحين للدرجات العلمية العالية وذلك في موضوع واحد يستغرق البحث والتنقيب فيه طيلة سنة دراسية او أكثر ، وهو موضوع الاطروحة المطلوبة لمنح الدرجة الأكاديمية .

ونختم هذا الفصل بالتشديد على ان هذه الأساليب ليست طرقاً تدريسية مختلفة ولكنها في جوهرها تتبع طريقة واحدة . فالمحاضرة والمناقشة والعمل في المختبر – على أصولها الصحيحة – كلها مبنية على الاختبار متممة ومكملة بالتمحيص العقلي المجرد . والخطأ الشائع في اعتبار المحاضرة والمناقشة دروساً نظرية

وعمل المختبر درساً عملياً قد أدّى الى انحطاط ما سموه دروسا نظرية الى عرض كلامي من دون الأساس الاختباري اللازم لكي يفهمه التلميذ، والى انحطاط اعمال المختبر الى اجراء عمليات ميكانيكية يخفى جوهرها وتضيع زبدتها على الكثيرين من الطلاب .

•

المنهج

انتقاء مادته وتنسيقها

ان معظم المدرّسين يعطون منهجاً معيّناً في مادته وتنسيقها ويعين لهم الكتاب المؤلف بحسب مقتضيات المنهج . فما عليهم إلاّ تنفيذ ما يوكل اليهم تعليمه . لكن ذلك لا يعني ان معرفة الأصول التي يرتكز عليها تنسيق المنهج لا تلزم لهم . بل من الضروري ان يعرفوها حتى يتمكنوا من تنفيذ المنهج تنفيذاً بروح الفهم لا تنفيذاً ميكانيكيّاً يؤدي الى التلقين الببغائي . هذا اذا كان المنهج موافقاً وملائماً لحاجة الطلبة ، وللهدف الموجّه اليه التعليم . أمّا اذا كان في تنسيق المنهج المفروض عليهم والكتاب المدرسي المعين بعض النقص او الحشو الزائد فيتوجب عليهم أن يكون لهم الفهم الكافي لتعديل المنهج اثناء تنفيذه من دون ان يشذوا عن الانسجام المطلوب مع بقية المدارس الخاضعة للنظام التعليمي العام . ان المناهج تتغيّر من وقت الى آخر تبعاً لتغيّر الحاجة – أصحيحة كانت ام موهومة – وتبعاً لتغيّر وجهة النظر . والمنهج المقرر هو في اغلب الأحيان متأخر عن وجهة النظر السائدة في الحال . وكذلك الكتب المدرسية .

فكثير منها لا يتوافق مع المنهج بحسب تعديله الأخير ولا مع وجهة النظر الحالية عند أساتذة التربيـة والتعليم المسؤولين عن المنهج. وهذه الحالة تستدعي المدرّس ان يكون ذا إلمام بالأصول المرتكزة عليها المناهج .

مادة المنهج

ان توسع المعرفة العلمية في جميع فروعهـا ونواحيها يحتّم على واضعي المنهـج في فرع معين ان ينتقوا القدر الكافي من مـادة العلم الذي يمكن تعليمه ضمن حدود مقـدرة الطالب وحاجته وضمن حدود الزمن، والذي يوجّه الطالب الى الغاية والهدف من درس العلم . والمؤلف يرى ان مناهج تعليم العلوم في المنهج العام للتعليم والتربية المؤدّي الى درجة البكالوريا محشوّة بكثير من المعلومات والنظريات التي تثقل عقل الطالب من دون فائدة ، وفي عين الوقت هي ناقصة خالية من الكثير مما له قيمة في حياة الطالب العمليـة وفي تفكيره العام . ولا يتسع المجال لتعداد مفردات المنهج التي يوجّه اليها هـذا الانتقاد . ولكننا نوجّه أنظار القارىء الى ضرورة تمحيص المناهج والكتب المدرسية لتمييز ما هو لازم ذو قيمة عن الحشو الذي يجب اسقاطه وذلك على ضوء الغاية والهدف الموجّـه اليه التعليم . ففي علم الفيزياء

مثلاً وصف لأجهزة وأدوات قديمة كالمغنيتومتر والجلفانومتر الظلي مثلاً تُعرض مع الأجهزة والأدوات الحديثة التي حلت محلها في العمل والبحث كما لو كانت مناظرة لها في القيمة . ولا قيمة لها إلاّ من جهة درس التدرج التاريخي لهذا العلم الخاص . ولكنها لا تُعرض على هذا الضوء او من هذه الناحية . فالتشبث بها في المناهج وكتب الدراسة هو مثل ابقاء الآلات القديمة في مصنع لا تتسع فسحته للآلات الجديدة التي تقوم بالعمل . ولكن لا بأس اذا حُفظت نماذج من تلك الآلات العتيقة في المتاحف الأثرية الصناعية . ونرى من الجهة الثانية بعض المؤلفين يدخلون الى كتبهم للمبتدئين آخر النظريات في أعلى المباحث وهي نظريات تتغيّر وتتبدّل قبل ان تنفد النسخ المطبوعة من الكتاب ، كما في تلقين الصغار المبتدئين آخر النظريات عن تركيب الذرّة ، ونظرية النسبية العامة ... الخ .

تنسيق مادة المنهج

ان تنسيق مادة المنهج لا يقلّ اهمية عن انتقاء مادته ، فقد يكون في التنسيق على غير قاعدة صحيحة تصعيب الفهم على الطالب الى درجة تنفيره من العلم ، او الى ارهاقه بمضاعفة جهوده فوق الحد السويّ ، او الى جعل العلم أبعد من مناله بحيث يبقى

فهمه اياه مغبّشاً ناقصاً. وبعكس ذلك يكون التنسيق الصحيح مؤدياً الى ترغيب الطالب في درس العلم والى فهمه اياه فهماً صحيحاً من دون الاجهاد فوق المعدّل السويّ.

نعرض في ما يلي بعض المذاهب في تنسيق مناهج العلوم مع نقدها ثم نتدرج الى ما هو في نظرنا تنسيق ملائم.

التنسيق بحسب التدرج التأريخي

يبتدىء بالمعلومات التي كانت معروفة حتى بداية العصر الحديث (القرن السادس عشر والسابع عشر). ثم يتدرج المنهج على التعاقب الذي اكتُشفت فيه المعلومات والقوانين والتطبيقات التي يشملها العلم الخاص، كالكهربائية والمغناطيسية. إن هذين الفرعين من علم الفيزياء لا يزال تنسيقهما في كتب التدريس تنسيقاً مرتباً بحسب التدرج التأريخي. اذ يبدأ تدريسهما بالكهربائية الاستاتيكية والمغناطيسية الاستاتيكية مع كل التجارب والاختبارات التي أُجريت في زمانها وما بني عليها من الصور الذهنية والفكر المجردة والمعادلات الرياضية المعبّرة عن العلاقات التي ترتبط بها. ثم يتدرج المنهج الى التكهرب الكيميائي والخلايا والبطاريات الكهربائية، فالى الظاهرات الحرارية والكيميائية والمغناطيسية الملازمة للتيار، فالى المجاري الكهربائية المتشعبة.

ثم يعود المنهج الى مبادىء التكهرب المغناطيسي ... الخ .

ان هذا التنسيق لا يصلح للتدريس الصحيح ، أي التدريس الذي يساعد الطالب على تفهم العلم بالسهولة الممكنة وباختصار الوقت ولا يحشو المنهج بمعلومات لا حاجة للطالب بها ولا يبني في سبيله عقبات تصعّب عليه المتابعة . نعود الى هذا الموضوع في الفصل الخاص بتدريس الكهربائية والمغناطيسية .

وما قلناه عن هذا التنسيق في الكهربائية والمغناطيسية ينطبق الى مدى واسع على بقية العلوم . ان الباحثين الروّاد الذين يعود لهم فضل توسيع المعرفة العلمية كانوا كمن يتلمّس طريقه في الوعر . وقد اعترضتهم صعوبات وقفوا أمامها طويلاً . لكن كل جيل يمكنه ان يستفيد من خبرة الأجيال السابقة وان يخطّ طريقاً في الوعر تسهّل عليه ما كان صعباً جداً على الذين جابوا الوعر ومكّنوا من جاء بعدهم من تخطيط الطريق السهلة فيه . أما تأريخ نشوء العلم وتدرّجه فهو وجهة من العلم ضرورية لاكتمال أثر العلم في العقلية الصحيحة الكاملة التي توجّه اليها مناهج التدريس والتربية الصحيحين . ويمكن تدريس تأريخ العلوم بدرس خاص في المنهج العام . ويمكن اعطاء نبذات منه مع نبذات عن سِيَر العلماء وما زادوه على العلم بالتواقت مع درس كل علم خاص . وهذه الوجهة التي قد درج عليها بعض المؤلفين مستحسنة . ونشير على المدرّسين بأن لا يهملوها .

يكون هذا التنسيق تبعاً للمعنى الذي نعلقه على « المنطق » . فاذا عنينا به القياس المنطقي (المنطق السيلوجزمي) كان التنسيق متدرّجاً من مقالات أولية تُعتبر انها ابسط المقالات وتُقبل من دون برهان الى مقالات أكثر تركيباً وأبعد عن الادراك على البداهة من الأوليات ، وكان العلم المنسق على هذا الشكل بحثاً عقلياً مجرّداً لا يستند الى الاختبار العملي والتجربة . على ان المقالات التي يوصل اليها على هذه الطريقة وتثبت صحتها بالبرهان المنطقي يمكن ان تثبت صحتها بالاختبار العملي ايضاً . هذه هي الطريقة التي اتبعها اقليدس في هندسته وارسطو في معظم ابحاثه في الطبيعيات . وقد جرى عليها من تابعهم من العلماء حتى بداية العصر الحديث . ولم يكن البحث العلمي كله مجرداً صرفاً على هذه الطريقة ، فقد مازجه شيء من الاختبار العملي والتجربة على نحو ما هو معلوم من ابحاث ارخميدس في الهندسة والميكانيك وبعض ابحاث ارسطو في الأحياء المبنية على المشاهدة العيانية لا على الاستنتاج من المقالات الأولية ، ومن أبحاث غيرهم من العرب كالخازني وابن الهيثم اللذين ميزا في أبحاثهما الطبيعية بين البرهان الهندسي والاثبات بالاختبار والتجربة . لكن تنسيق الابحاث العلمية كان مؤسساً على التدرج في المنطق السيلوجزمي .

ولا يزال تدريس الهندسة والميكانيك الى يومنا هـذا منسقاً على هذه الطريقة حتى للمبتدئين الذين لم يتفتح ادراكهم الى الدرجة الكافية لمتابعة المنطق السيلوجزمي .

ان التنسيق بحسب التدرج المنطقي قد يحسبه البعض مرادفاً للتدرج بالقياس المنطقي السيلوجزمي كما في الهندسة الاقليدية . ويظنون ان هذه الطريقة هي الطريقة المعقولة السوية . وهـذا خطأ في نظرنا لأن المنطق المعقول الذي يوافق عقليـة الفيلسوف ليس معقولاً وموافقاً لعقلية المبتدىء . ان الاختبار العملي اساسي في المعرفة أكثر من المنطق المجرد . قد يُستحسن التنسيق بحسب القياس المنطقي للذين بلغوا المراحل العاليـة في الدراسة العلمية والرياضية وذلك بعـد ان يكونوا قد درسوا المراحل الاولى وأدركوا صحة المعلومات والمقالات بالاختبـار العملي والتجربة . لكن اتّباع هذا التنسيق في تدريس المبتدئين الى نهاية المـدارس المتوسطة مخالف لأصول التدريس الصحيح الذي يماشي تفتّح القوى العقلية وتدرجهـا من الاختبار الحسي الى الادراك العقلي المجرد . وهذا التنسيق هو من ألفه الى يائه بحث عقلي مجرد . والمقالات التي يعتبرها المنطقي أبسط الأوليات في منطقه ليست أبسطها على المبتدىء . والتعريفات التي توافق عقليته لا تصلح للمبتـدىء . وزد على ذلك ان التنسيق المنطقي السيلوجزمي يستوجب المضيّ في الدراسة منذ البداية على تعمق

فوق طاقة المبتدىء وتأجيل بعض المواضيع والقضايا تأجيلاً يفقد الانسجام والتوافق بين الدراسة من جهة وعقلية الطالب وحاجته من الجهة الثانية . نقدم مثالاً على ذلك في تنصيف الزاوية واقامة العمود على خط معطي اللذين يمكن ويجب تدريسهما بالاختبار العملي منذ الابتداء بدراسة الهندسة ولكن تدريسهما على الطريقة المنطقية المجردة يؤجل الى ما بعد تطابق المثلثات . ودرس المجسمات يؤجل الى ما بعد الانتهاء من الهندسة المستوية مع ان دراسة المجسمات يجب ان تماشي دراسة الأشكال المستوية وتتوافق معها ، لأن اختبار المجسمات أساسي في تدرج خبرة الطالب ومعرفته أكثر من اختبار الأشكال المستوية المجردة . وللقارىء ان يقيس على ذلك غير هذه من القضايا في الهندسة . سنعود الى هذا الموضوع بالتفصيل في الفصلين الخاصين بتدريس الهندسة والميكانيك .

التنسيق بحسب التوسع والتعمق

نمثل على هذا النوع من التنسيق بالحالات الخاصة التالية في تدريس الهندسة والفيزياء والكيمياء . يمكن تقسيم مواضيع المنهج الى قسمين أو ثلاثة وتدريس كل قسم في سنة كاملة بالتفصيل والتعمق . كما في تقسيم الهندسة المستوية الى قسمين .

والهندسة المجسمة تؤلف قسماً ثالثاً . ويدرس كل قسم أثناء سنة من ثلاث سني دراسة . ويمكن اعطاء الطالب في السنة الأولى مبادىء جميع المواضيع المقسمة على السنوات الثلاث او معظمها . ثم يعطى في السنة الثانية مقالات وقضايا في المواضيع نفسها كالسنة الاولى لكنها أعمق وأصعب من المبادىء المعطاة في السنة الاولى . وقد يزاد عليها مبادىء بعض المواضيع التي تليها في الصعوبة . وعلى هذا النمط يرتقي المنهج في السنة الثالثة . ونشبه التدريس على هاتين الطريقتين بحفر مساحة سطحية معينة من الارض الى عمق معين . فالطريقة الاولى تحفر ثلث المساحة السطحية الى العمق المطلوب في كل سنة . أما الطريقة الثانية فتحفر ثلث العمق على كل المساحة السطحية كل سنة .

ومثل الهندسة الفيزياء والكيمياء . يمكن تدريس الفيزياء العامة على مستوى المتوسطة . ثم تعطى الفيزياء العامة على مستوى اعمق او اعلى في الثانوية . ثم يعاد تدريس الفيزياء العامة على مستوى اعلى من مستوى الثانوية في السنة الاولى من الكلية . وبعد ذلك يعطى كل قسم من أقسام الفيزياء في الميكانيك وخواص المادة والحرارة والضوء والصوت والكهربائية والمغناطيسية ، كل قسم كدرس خاص مستقل بتعمق وتفصيل اكثر من قبل مع قليل من التوسع في المواضيع التي تُعَدُّ صعبة على الطالب في المراحل الاولى .

نحن نحبّذ التوسع في المواضيع على الضحل اي المعرفة السطحية في مواضيع كثيرة في السنة الاولى ثم التعمق فيها السنة الثانية مع قليل من التوسع في مواضيع جديدة. وعلى هذا النحو يرتقي المنهج من سنة الى سنة حتى نهاية الدراسة الثانوية واول سنة من الكلية، لأن هذا التنسيق يتوافق مع حاجة الفرد ومع تدرج قواه العقلية. اذ الفرد منذ نشوئه يجابه عالماً واسعاً ويعي عدداً عظيماً من الأشياء والأشكال ويظل حتى بلوغه أقصى امكانياته في المعرفة يتعمق في معرفة الأشياء التي عرفها معرفة سطحية منذ نشأته وذلك بالتواقت مع تفتيشه عن أشياء جديدة يكشف عنها. أما بعد السنة الاولى من الكلية فيمكن اتباع التنسيق الآخر، ولكننا نحذّر واضعي المناهج والمؤلفين والمدرّسين من الخطإ الذي يرتكبونه في تطبيق هذا التنسيق. وهو إثقال منهج السنة الاولى بما هو صعب على الطالب ثم اعادة الكثير من البحث البسيط الذي يوافق السنة الاولى في السنة الثانية. وقد تبين بالتحقيق ان عدداً كبيراً من الطلاب يغلقون عقولهم في السنة الثانية لزيادة التعمق في المواضيع التي تعلموها في السنة الاولى. وان هم «درخوا» مادة المنهج للسنة الثانية لاجتياز الامتحان فلا يبقى في ذاكرتهم بعد ذلك غير ما تعلّموه في السنة الاولى. والمؤلف قد لاحظ عدداً من الطلاب في السنة الاولى من الكلية يجيب بما تعلمه في

المتوسطة عن الأسئلة التي يعطاها في الفيزياء العامة في السنة الاولى من الكلية والمفروض انه قد درس الفيزياء العامة في الثانوية على مستوى أعلى وأعمق مما درسها في المتوسطة . فلهذا السبب وغيره ايضاً نشير بدمج مادة الفيزياء والكيمياء التي في منهج المتوسطة مع مادة بقية العلوم في منهج « العلوم العامة » . وسنعود الى هذا الأمر في فصل خاص .

التنسيق بالبناء والتركيب من العوامل البسيطة

نمثل على النوع من التنسيق بتأسيس درس خواص المادة على درس خواص الذرّة والجزيء وبتأسيس درس الأحياء على درس الخليّة وأوصافها وخواصها وتركيب الانسجة منها والاعضاء من الأنسجة والبدء بدرس التيار الكهربائي بتعريفه انه سيل من الالكترونات وولوج علم الكيمياء عن طريق « النظرية الذرية » الخ ...

ان هذا التنسيق يماثل التنسيق بحسب التدرج بالقياس المنطقي وقد يوافق عقلية الذين بلغوا المرحلة النهائية من الدراسة على مستوى الكلية او على مستوى الدراسة الجامعية العالية اي بعد ان يكون الطالب قد استوعب مقداراً بالغاً من المعرفة العلمية ، فيمكنه عندئذ ان يعيد تنسيق ما كان قد تعلمه وذلك على نسق

جديد يوافق عقليته الناضجة . ولكن هـذا التنسيق لا يوافق المبتدئين والمتوسطين لأنه لا يتوافق مع تدرج قواهم العقلية . ان درس خواص المادة ، مثلاً ، يبدأ باختبار المحسوس بالحواس العزلاء اولاً ثم بالاستعانة بأجهزة القياس المتدرجـة من البسيط المباشر السهل الى الاصعب منه الذي يقيس بطرق غير مباشرة وهو اختبار المـادة المتكتلة في كتل جسيمة ولا يصل البحث الى الذرة الا بعد ان يعي الباحث معلومات تثير التساؤل عن اسباب باطنة للظواهر المحسوسة . عندئذ تعرض نظرية تركيب المادة من جزيئات وذرات ، وهي فكرة عقلية مجردة مبنية على اساس اختبارات حسية وتجارب عملية . والقانون الاساسي العام في دراسة العلوم هو التدرج من الاختبار الحسي الى الادراك العقلي المجرد . فاذا بدأنا درس خواص المـادة بالذرة التي هي فكرة خيالية مدركة بالعقل كان ذلـك عكسياً لقانون التعلم الاساسي . (راجع الفصل عن النظريات العملية) .

وعلى نحو مماثل تدرس النبتة او الشجرة بدءاً بصفتها وحدة كاملة من جهة تركيب جسمها وفعالياتها الحيوية ، اي نموها ودورة حياتها . ثم تدرس اقسامها ويدقق التقسيم حتى الخليّة . هذا من جهة . ومن الجهة الثانيـة تدقق فعالياتها الحيوية الى امتصاص الغذاء بواسطة الجذور وسريان النسغ والتنفس بواسطة الاوراق وتدرج تكوّن الزهرة والثمرة والبذرة الخ ...

ان اختبار الهويات والاشياء الطبيعية المحسوسة يبدأ باعتبارها وحدة كاملة ثم يتدرج الاختبار الى تحليل تلك الوحدة الى اقسامها والعوامل المؤثرة بها. فهو اختبار متدرج بالتحليل من المركّب الى البسيط . وعلى هذا النحو يجب ان تتدرج الدراسة . لكن تعلم الحساب والجبر في الرياضيات والانشاء في اللغة يبدأ بالأعداد والكسور والمعادلات والجمل البسيطة ثم يتدرج منها الى المركب والمؤلف . فلا يصح تعميم القول في اصول التدريس ان نتدرج من البسيط الى المركب .

من الخاص الى العام ومن العام الى الخاص

يبدأ الانسان التعلم باختبار المفردات والحالات الخاصة ويتدرج منها الى ما هو عام يشمل المفردات الخاصة . فالمعاني العامة كالانسان والحيوان والنبات والعدد هي صور ذهنية مستخلصة من صور المفردات ومجردة عنها ولكنها تشملها. والتعميم والتجريد هما عملان عقليان مقترنان معاً ومؤسسان على اختبار المفردات اختباراً حسياً . ان هذه الملاحظة مع ما ذكرناه في الابحاث السابقة من هذا الكتاب عن استنباط القوانين العامة من الحالات الخاصة ثم عن تطبيق القوانين العامة بالرجوع من العام الى الخاص يكفي لارشاد المدرس الى هذه الوجهة في

التنسيق الصحيح وهي التدرج من المفردات والحالات الخاصة الى الاصناف والقوانين العامة ثم التطبيق بالعودة من العام الى الخاص. ونعيد في هذا المقام ما ذكرناه في غيره من ابواب الكتاب ان التفكير المجرد لا قيمة له حتى يعود بنتائجه الى الاختبار العملي. والقوانين العامة لا تفيد الانسان حتى يتعلم كيف يطبقها على الحالات الخاصة.

ان تدريس الاحياء يتبيّن فيه جلياً كيفية التدرج من الافراد الى الاصناف المتدرجة من العام الى ما هو أعمّ منه وأكثر شمولاً. وكذلك القوانين العامة في الفيزياء تتبيّن نسبتها الى الحالات الخاصة في الامثلة التطبيقية التي تعطى للطالب لدرسها وحلها. اما في تدريس الرياضيات فالطالب يُترك في ظلمة لا يميّز فيها تدرجاً من خاص الى عام او من عام الى خاص او من عامّ الى ما هو أعمّ منه، ولا توقظ بصيرته لوعي ميّزة الرياضيات الظاهرة في الحساب والجبر وهي التعميم في التفكير والارتقاء في درجاته من العام الى ما هو أعمّ منه. ويغلب في تدريس الرياضيات الشائع البدء بأعلى درجات التعميم والتدرج منها الى ما دونها خلافاً لما يوافق قابلية عامة الطلاب للتعلم والفهم وهو التدرج من الخاص الى العام. قد يجوز هذا العكس في تنسيق المنهج وطريقة الالقاء في الرياضيات العالية للعقول الناضجة ولكنه يجعل تعلّم الرياضيات صعباً فوق طاقة

عموم الطلاب كما هي الحال في معظم المدارس في اقطار العالم . (راجع الملاحظات الخاصة بتدريس الحساب والجبر في الفصل الخاص بذلك) .

تنسيق المنهج وأساليب التدريس

ان تنسيق المنهج يجب ان يتوافق مع اساليب التدريس التي تتبع ، لكل صف من الطلاب على حسب درجتهم في تفتح قواهم العقلية . ويمكن ان نعتبر تنسيق المنهج مع اسلوب التدريس وجهتين متتامتين متكاملتين لمسعى واحد هو تعليم الطالب وارشاده الى أسهل الطرق لفهم العلم .

المشاهدة العيانية والاختبار اولاً ثم تمحيص نتائجهما بالتفكير المجرد بما فيه من تحليل وتركيب وتجريد وتعميم وتخصيص . ثم الرجوع من العام الى الخاص ومن المجرد الى المحسوس لغاية التطبيق ، والتدرج من المحسوس المختبر بالحواس العزلاء اولاً الى ما يختبر بالاستعانة بالمكبرات كالعدسة ثم المجهر . ثم الى ما يدرك بالخيال .

خطة التدريس

ملاحظات على خطة الموضوع العامة
وخطة الدرس المفرد الخاصة

١ ان خطة الموضوع للسنة الدراسية يجب أن توضح الغاية من تدريس الموضوع – توضحها للمدرس وللطالب أيضاً – وان تجعل تسلسل البحث على منهج منطقي صحيح . وما التوجيه التربيوي في تدريس مواضيع المنهج غير توجيه أنظار الطالب الى فهم الغاية من الدراسة وادراك معناها وموقعها في حياته وتفكيره ، على نحو شبيه بفهم « المحل من الاعراب » لكل كلمة في الجملة الصحيحة الكاملة . ان مناهج الدراسة وكتب التدريس فيها شيء من هذا النوع من التوجيه ولكنه ضئيل . والقاء الدروس الشائع يهمل ذاك التوجيه الضئيل عوضاً عن ان يزيد عليه ويقوّيه . ومن مظاهر هذا التقصير ان كثيرين ممن صرفوا سنين عديدة من حياتهم في دراسة العلوم العالية لا يفرقون كثيراً عن عامة الناس في فهمهم معنى الحياة والغاية من عمل الانسان في الحياة .

٢ خطة الدرس المفرد يجب ان تتوافق مع خطة الموضوع

وتنسجم معها . لا حاجة الى التنبيه الى الغاية القصوى من دراسة الموضوع في كل درس مفرد . ولكن كل موضوع جزئي او باب من أبواب الموضوع الكلي يجب ان يبدأ بالتوجيه العام ثم ان ينتهي بالعودة الى الغاية القصوى وامتحان الدراسة ، هل هي قرّبتنا من تلك الغاية على قدر ما تشتاق اليه نفوسنا ؟

ملاحظات على تحضير الدرس المفرد

١ تواصل موضوع الدراسة . علاقة موضوع الدرس بما تقدمه من المعلومات في الدراسة . عرض الموضوع بصورة واضحة . وقد يستحسن أحياناً القاء بعض الاسئلة لاثارة رغبة الطلاب في التفكير ومعرفة الموضوع وعلاقته بالمعلومات من الدروس السابقة .

٢ المشاهدة العيانية والاختبار اللازمان لدرس الموضوع وفهمه . على المدرّس ان يحضّر الأجهزة والنماذج اللازمة وان يوقّع ويضبط عمل الأجهزة هو نفسه قبل عرضها على الصف . ان تحضير بعض المواضيع يستدعي اسبوعاً او عدة اسابيع كالنبات : وبعض المشاهدات تطول مدتها كمشاهدة تدرج البعوضة حتى تتجنح . ومشاهدة دودة الحرير تستغرق أربعين يوماً .

٣ اذا كانت المشاهدة العيانية والاختبار اللازمان لدرس الموضوع من الاختبارات العامة في حياة الانسان فعلى المدرس

ان يستظهرها من الطلاب بالسؤال ويتأكد ان اكثرية الطلاب قد لاحظوا وشاهدوا ما يطلب منهم تدقيقه لفهم العلاقات التي تخفى على المشاهدة البدائية ولا تظهر الا بعد تدقيق المشاهدة والرويّة والتحليل العقلي .

واذا كان موضوع الدرس مما تتعذّر مشاهدته كالحيوانات غير الموجودة في البيئة او دورة حياة بعض الحشرات والجراثيم فيخبر الطالب عنها ويرى اللوحات Charts التعليمية الخاصة لتفسير ذلك .

٤ (الرويّة والتحليل العقلي – الاستنتاج والاستقراء) لكل صف على قدر درجة نضوجه العقلي وبتعبير أبسط منه على مستوى فهم الطالب يقال: ماذا يمكننا ان نستخلص من تدقيق المشاهدة والاختبار ؟ أيّ شيء كان خافياً على المشاهدة ثم استظهره التدقيق في المشاهدة متمماً ومكملاً بالتحليل العقلي أي بالتفكير المجرد ؟

٥ النتيجة المقصود الوصول اليها بالدرس «محلها من الاعراب» اي مقامها في المعرفة الانسانية . اذا كانت النتيجة قانوناً علمياً فأين يطبّق القانون في أعمال الانسان ؟

٦ قد يستغرق التحليل العقلي الموصل الى النتيجة وبيان مقام النتيجة في المعرفة الانسانية أكثر من درس واحد. فتكون عدة دروس مبنية على أساس اختبار واحد . وهذا يكون غالباً

للمتقدمين في العلم لان تدريس المبتدئين تكون حصته الكبرى المشاهدة والاختبار ويكون التحليل العقلي على أبسطه وأقله .

٧ اسئلة لاستظهار فهم الطالب وأعمال تطبيقية خارج الصف ، مع ارشادات وتوصيات لملاحظة ما تجب ملاحظته خارج الصف للدروس المقبلة . وقد يحسن أحياناً ان يبدأ الدرس بالسؤال لاستظهار ما شاهده الطالب خارج الصف بناء على توصية المدرس . المشاهدات المطلوبة ضرورية لفهم موضوع الدرس .

٨ هذه رؤوس أقلام تساعد المدرس على تحضير درسه ووضع خطته . ويكون القاء الدرس بحسب الخطة من دون التقيد الحرفي او الكلي . يجب ترك المجال مفتوحاً لاجراء بعض التحوير اذا لزم الأمر اثناء القاء الدرس بظهور ما لم يكن في الحسبان اثناء رسم الخطة . لا تبدأ بالدرس الا بعد ان يستقر كل الطلبة على الانتباه التام .

مثال على شكل عام لخطة التدريس

١ موضوع الدرس قانون « بويل » .

٢ الغاية من الدرس و « محله من الاعراب » ...

٣ استعداد الطالب اللازم لفهم الموضوع ...

مثلاً : تدريس قانون بويل يستلزم فهم المواضيع التالية :

أ التناسب المعكوس .

ب المعادلة الجبرية س ص = ث مع خطها البياني .

ج الضغط وقياسه بارتفاع عمود من السائل

د اختبار الانبوب المنثني وتوازن عمودي السائل .

ه الضغط الجوي وموازنته بعمود من الزئبق .

ملاحظة : ان المواضيع المبينة أعلاه اللازمة لفهم قانون بويل يستغرق تدريسها عدة دروس مفردة لكن تدريس قانون بويل يبدأ بالاشارة اليها واستظهار ما تعلّمه الطلاب عنها ببعض الاسئلة التمهيدية . يجب ان يتأكد المدرس قبل وضع خطة الدرس المفرد ان المواضيع اللازمة لفهمه قد أعطيت للطلاب من قبل والا فيجب تأجيل الموضوع حتى تتم دراسة المواضيع اللازمة أساساً له .

٤ رؤوس أقلام تبين التسلسل المنطقي في مادة الدرس .

٥ الأجهزة والمواد اللازمة ...

٦ العمليات التي يجب اجراؤها ...

٧ كيف نستخلص النتيجة التي هي الغاية المباشرة من الدرس.

٨ عود على بدء . اذا كان الموضوع قانوناً عاماً او اذا كان من المعلومات المنفردة ففي أي الأعمال يطبق ؟

مثال : قانون الضغط في السوائل يطبقه المهندسون في تصميم المشاريع المائية وقانون القوى المتوازنة في الأعمال الميكانيكية

الهندسية كبناء الجسور والسقوف الخ . وقياس درجة الحرارة يطبق في كثير من الأعمال التي تقتضي تثبيت المادة المعالجة على درجة معينة حتى تكون النتيجة على أحسنها .

٩ اعطاء أعمال لحلها وهي مما ينطبق عليه موضوع الدرس .

١٠ تجب مراعاة توافق الخطة مع الكتاب المدرسي الذي في يد الطالب . اذا كان الكتاب جيداً فيرى المدرس خطة درسه في الكتاب . وان لم يكن في يد الطالب كتاب فالخطة يجب ان تكون مفصّلة مطولة . واذا أمكن طبعها مع بعض التحوير وتوزيعها على الطلاب فيكون ذلك أفضل من تركهم دون كتاب . التحوير المقصود هو ترك بعض المواد والملاحظات التي يضعها المدرس للاسترشاد بها هو نفسه . واذا كان بعض الاختلاف بين طريقة المدرس الخاصة وطريقة عرض الدرس في الكتاب المدرسي فيكون عمل المدرس في تحضير الخطة متوسطاً بين عمله في حالة عدم وجود كتاب وعمله في حالة استيفاء الكتاب جميع الشروط للتدريس الصحيح .

١١ المشاهدة العيانية والاختبار أولاً والتحليل العقلي تالياً .

١٢ يجب عرض الشيء على الطلاب والطلب منهم ان يلاحظوا او يروا ما تجب ملاحظته ورؤيته ، ولا يدلّ المعلم باصبعه على كذا ويقول هذا كذا وكذا الا بعد ان يستعصي على الطلاب ما يطلب منهم ملاحظته ومشاهدته . ان هذه الطريقة

تثير رغبة الطالب في حب الاطلاع والاكتشاف هو نفسه وتقوي ملاحظته وتشحذ حواسه وقواه العقلية .

مثال آخر على تحضير الدرس – الحنطة أو العدس

يجب على المدرس ان يبدأ بتحضير الدرس قبل موعده باسبوع او عشرة أيام على الأقل وذلك بتحضير أفواج من البذور بين الفوج والآخر يوم او يومان بحيث يكون الفوج الاول قد ظهر جذره وبرعمه . وان يبين للطلاب تدرج البذرة حين تتفتح فيها الحياة . وأفضل من ذلك ان يطلب المدرس من الطلاب ان يحضروا هذه النماذج هم أنفسهم في بيوتهم وان يراقبوا تدرجها وان يعطيهم التعليمات والارشادات اللازمة لذلك. ثم حين يجتمع الصف لذاك الدرس يعرض عليهم النماذج التي حضّرها هو ويستظهر منهم ما لاحظوه وراقبوه هم أنفسهم ويبين لهم ما خفي عليهم .

•

العلم العام

في مبادىء العلوم وختام المناهج

General Science

ان الطبيعة وحدة شاملة نبدأ التعرف اليها باختبار الاشياء التي فيها وتمييزها بعضها عن بعض ونمضي في تدقيق التمييز والتقسيم الى منتهى ما تصل اليه قوى الحس والادراك والخيال فينا . ويماشي التقسيمَ تجريدُ خواص الاشياء وتصنيفها ، وبالتجريد والتصنيف تنشأ وتتألف العلوم الخاصة كعلوم الفيزياء والكيمياء والنبات والحيوان . وبزيادة التجريد يتفرع الميكانيك عن الفيزياء والاستاتيك والديناميك عن الميكانيك . وتتفرع الفسلجة والتشريح عن كل من علمَي الحيوان والنبات الخ ... الملاحظات الاساسية التي نوجه انظار مدرسي العلوم اليها هي اولاً ان الانسان يبدأ دراسة الاشياء باختبارها واختبار خواصها اختباراً عاماً في عدة نواحٍ ومن وجهات مختلفة ، لا دراسة الخواص المصنفة التي تنطبق على عدة اشياء كالخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية ، على نحو ما نختبر الماء والهواء والنار وتربة الارض وجوّها والنبات

والحيوان ونتعلم عنها بالدراسة والاختبار . وبالتدرج ينشأ ادراك الخواص العامة التي تصنف في ما بعد ذلك كإدراك الخفيف والثقيل والجامد والمائع والقوي والضعيف ... والملاحظة الثانية هي اننا نبدأ دراسة الاشياء بادراك الشيء كوحدة كاملة اولاً ثم نقسمه الى اجزائه وندقق التقسيم الى اقصى ما يمكننا . وقد أشرنا الى هذه الناحية في الفصل عن تنسيق مادة المنهج . والملاحظة الثالثة وقد أشرنا اليها في غير هذا المقام نعيدها هنا وهي وجوب تدرج مستوى الدراسة وأساليبها بالتوافق مع تدرج قوى الطالب العقلية . وبالنظر الى هذه الملاحظات تتبيّن معقولية ابتداء الدراسة العلمية على النحو الشائع في تدريس الاشياء الطبيعية كالارض والتربة والصخور والماء والهواء والانواء والنباتات والحيوانات المختلفة الخ ... وهذه الدروس تعطى تحت موضوع « العلم العام » او « مبادىء العلوم » . وتتدرج هذه الدروس حتى تصل بالطالب الى العلوم الخاصة كالكيمياء والفيزياء والنبات والحيوان وذلك في نهاية مرحلة الدراسة المتوسطة .

والأمر الجوهري الهام الذي تجب مراعاته في تدريس مبادىء المعرفة العلمية هو المحافظة على وجهة النظر المشار اليها في الملاحظات الثلاث المدرجة في بداية هذا الفصل والتحذر من إلقاء هذه الدروس كدروس في الفيزياء والكيمياء على النحو المتبع

في مرحلة التعليم على مستوى الثانوية والكلية . لأن التجريد العقلي كما في الفيزياء يُفقد الطالب المبتدىء الشعور الحي بصلته مع الطبيعة ويجعل للاختبار في حياة الطالب صفة الجماد لا صفة الحياة والشعور بأنه من صميم الحياة . ونشير في هذه المناسبة بدمج علمَي الفيزياء العامة والكيمياء العامة التي تعطى في المتوسطة مع منهج العلم العام وان يمدد منهج العلم العام على مدى السنين الثلاث في الدراسة المتوسطة .

وقد تنبه المدرسون والمؤلفون الى هذه الخاصة الجوهرية في تدريس مبادىء المعرفة العلمية . وقد ظهر في العقدين الاخيرين نهج جديد في تنسيق المناهج وتأليف الكتب تبعاً للملاحظات المذكورة ، ولا يزال هذا النهج في دور تطور سريع التغير على انه قد تبلور شيء قريب من الاستقرار على نهج ملائم في بعض الكتب الافرنجية لا في كلها مما اطلع عليه المؤلف . اما الكتب العربية فيمكن ان تتحسن عما هي عليه الى درجة بعيدة وذلك بالاقتباس ان لم يكن بالاجتهاد .

ان التحليل والتجريد في العلم لا يوصلان الى نتيجة نهائية في المعرفة حتى يعود البحث الى اعادة تركيب ما حُلّل والى اعادة تجسيد ما جُرّد وذلك لادراك الوحدات الطبيعية ادراكاً على مستوى أعلى وأنضج مما يتراءى لنا منها في أول اختبارنا اياها ، ولادراك الصلات التي تربط الوحدات الطبيعية بعضها ببعض ثم

لادراك وحدة الطبيعة الشاملة . فالاجسام الحية مثلاً نحللها الى اعضاء ثم الى انسجة وخلايا ، ونحلل الخلايا الى ذرات والذرات الى بروتونات والكترونات ونيوترونات الخ ... فإذا وقفنا على نهاية هذا التحليل المتناهي في الدقة فقدت الاجسام الحية كل معنى ، ولا يعود المعنى الى موضوع البحث والروح المحي الى طلب المعرفة حتى يعود البحث الى تفهّم الصلات والقوى التي تربط الاجزاء بعضها ببعض فإلى القوة الموحدة التي تجعل الجسم الحيّ وحدة أعظم من مجموع اجزائها . ثم يتدرج البحث في التركيب حتى تُرى الأجسام الحية المفردة كلها واحدة في نوعها وحتى تدرك وحدة الحياة التي تشمل الانواع والاجناس من حيوان ونبات . هذا من الوجهة الواحدة . وأما من الوجهة الثانية فالعلم لا معنى ولا قيمة له في حياتنا اذا بقي قاموساً جامعاً للصفات المجردة والقوانين العامة المصنفة معها بل يجب ان نعود بها الى الماء والتربة والصخور والمعادن والهواء والاشجار والحيوانات والى جميع الاشياء التي هي من صنع الانسان فإلى الانسان نفسه . ولا يتم لنا ذلك حتى نعود فنجمع الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي للماء مثلاً ونرى الماء ماء لا ذرات من هيدروجين واكسجين فقط او سائلاً ليس له الاّ قوّة الضغط على السطوح الملامسة له ولا ماء كما يراه البدوي والأمي بل ماء يحوي خلاصة الكون . ويجب ان يعود البحث العلمي

عن الانسان فيرينا الانسان انساناً لا مجموعة خلايا وذرات او مصنعاً كيميائياً أوتوماتيكياً او موضوعاً للمختبر يتبين بالتحليل الذي هو رد فعل لهمز ولمز انه مجموعة صفات وخواص لا يهمنا شيء من حقيقتها غير البيفطات والرموز التي يدل بها عليها والأرقام التي تقرن بها .

ان المبالغة في التحليل والتقسيم والتجريد في الدراسة العلمية مع التقصير في اعادة توحيد الأقسام وبناء وجهة نظر تشمل جميع الوجهات وتوحدها قد ادّت الى تشويه وجهة نظر المتعلمين الى الطبيعة والكون والى التقصير عما ينتظر منهم من فهم معنى الحياة ومقام الانسان في الكون . والمبالغة في التخصص ان في الدراسة العلمية البحتة أو في المهن العلمية العالية هي وجهة ثانية للمبالغة في التحليل اشتركت معها في التأدية الى نتيجة واحدة . وقد تنبّه المربون والناقدون الاجتماعيون الى ما تؤدّي اليه هذه النزعة في الدراسة العلمية من تشوّه في بصيرة المتعلمين واختلال في اتزان تفكيرهم في الكون ومعنى الحياة . وقد وجّه بعضهم الجهود لتعديل هذا النقص والزيغ في الدراسة العلمية في جميع مراحلها . فكانت اعادة تنظيم الدراسة العلمية للمبتدئين حتى نهاية المتوسطة على حسب منهج العلم العام الذي نحن في صدده . وقد جعلت بعض الكليات درساً في العلم العام غايته ان يسد النقص في المناهج المبالغة في الاختصاص فيوسع

آفاق الطالب في المعرفة العلمية العامة ويوحّد وجهات النظر المحدودة التي ترى من خلال العلوم الخاصة ويعطيه وجهة نظر شاملة . وقد أُلّف عدد من الكتب في العلم العام على مستوى الدراسة الكلية للقارىء العام خارج الصفوف المدرسية . ولا تزال هذه المحاولة في حالة بدائية ، فكثير من الكتب في العلم العام ليس أكثر من كتب منفصلة في العلوم الخاصة مجموعة في جلد واحد اذ ينقصها التواصل الفكري في البحث والشمول في وجهة النظر . على ان بعضهم قد جعل تنسيق مادة المنهج في العلم العام على أساس الوحدات الشاملة . ومنهم من جعل التنسيق على اساس المشاريع العملية .

ان التنسيق على أساس الوجدات الشاملة نمثل عليه باحدى الوحدات الطبيعية التي نُسّق قسم من المنهج حولها وهي الماء . فيبحث المنهج انتشار الماء في الطبيعة وعمله في تكوين طبقات الأرض ومعالمها والمطر والعواصف وخواص الماء الفيزيائية والكيميائية وماء الشرب ونقاوته وتصفيته واستثمار القدرة المائية وبناء السدود والنواظم وانشاء جداول الري ووظيفة الماء في حياة الأحياء ... فيدرس الماء من جميع نواحيه وبواسطته يدرس قسم من المعلومات العلمية المنثورة في العلوم الخاصة كالفيزياء والكيمياء والأحياء وطبقات الأرض والأنواء الجوية ... ثم يتدرج البحث الى بقية الوحدات كالهواء

والنار وتربة الأرض ... والنبات والحيوان والفلك ...

أما التنسيق على أساس المشاريع العملية فيتخذ أحد المشاريع كاسالة المياه وتصفيتها في المدن الكبرى ويبحث جميع الأعمال والمعلومات العلمية التي تطبق من البداية الى النهاية . ومثله مشروع التصوير الفوتوغرافي حيث تبحث البصريات الهندسية والكيمياء الضوئية ...

قد يكون التنسيق على اساس الوحدات الشاملة أفضل ما يلائم المبتدئين لنهاية الدراسة المتوسطة على ان تكون دراسة المشاريع العملية وجهة مكملة لدراسة الوحدات لا نظيرة لها يمكن ان تحل محلها . ولا بد من تدريج التنسيق حتى يصبح في نهاية المرحلة مقارناً تنسيق العلوم الخاصة المبنية على التحليل والتجريد والتقسيم .

اما منهج الثانوية فلا نرى داعياً فيه للاقتصار على الفيزياء والكيمياء والنبات والحيوان تدرس بصفتها علوماً خاصة . ما زالت الفكرة الاساسية في التعليم الثانوي ان يكون ثقافة عامة فلا مبرر للاقتصار على هذه العلوم الخاصة وترك مبادىء بقية العلوم كالفلك وطبقات الارض والانواء الجوية . بل يحسن اعطاء كل هذه العلوم في سلسلة وان تكن مقسمة الى العلوم الخاصة لكنها يجب ان تكون متواصلة في التفكير بحيث تكون كالعقد المنظوم في خيط واحد. وان تتخللها فصول تعمم وجهات

النظر وتربطها بعضها ببعض . وان يختم المنهج بالقاء وجهة نظر عامة شاملة على المعرفة العلمية عن الكون باعتباره وحدة شاملة .

منهج الكليات

وما نقوله عن الدراسة العلمية على مستوى المرحلة الثانوية نحبذه ايضاً للكليات على مستوى اعلى منه ومنهج أوسع منه . ويكون ذلك في السنة النهائية حيث توحد وجهات النظر المرئية من خلال العلوم الخاصة في درس شامل يحوي وجهة النظر الفلسفية الى اسس المعرفة العلمية ، مع نظرة الى تاريخ تدرج العلوم ، وهذه الوجهة من الدراسة العلمية لا تزال ناقصة في مناهج الكليات والجامعات التي تخرج اختصاصيين في العلوم الخاصة البحتة او في المهن العلمية العالية واكفاء في مادة علمهم المحدودة لكنهم ضعفاء في ادراك الصلات بين العلوم الخاصة وفي وجهة النظر الشاملة وفي فهم اسس المعرفة العلمية ، كالذين يجادلون ليثبتوا ان الهندسة والميكانيك هي فروع من الرياضيات لا من الفيزياء ، وان دراستها هي دراسة نظرية مجردة مستغنية عن كل اختبار عملي ، والذين لا يميزون تماماً بين القوانين الاختبارية والقوانين الاستنتاجية والنظريات العلمية الخ ... وقد أدرجنا الشيء الكثير في هذا الكتاب الذي ليس موجوداً في مناهج الكليات وليس لمدرس العلوم غنى عنه .

علوم الكيمياء والاحياء

قد أوردنا عدة ملاحظات في مواضع مختلفة من هذا الكتاب عن تعليم الكيمياء والاحياء فنعيد أنظار القارىء اليها . ولا نرى لزوماً لاعادة تنسيق كل الملاحظات والتعليمات بل نكتفي بزيادة بعض الملاحظات العامة تاركين للمدرّس ان يستنتج التفصيلات والحالات الخاصة من الاصول العامة التي أوردناها في هذا الكتاب .

نوجّه أنظار الطالب الذي أنهى دراسة الكيمياء العامة ومدرّس الكيمياء نفسه ان يحصي كل منهما جميع المواد التي اشتركت في بناء بيته وتأثيثه وتجهيزه حتى ولو كان بيتاً بسيطاً لوجد بعد البحث والتنقيب عن الكثير الذي يجهله ان المواد مستوردة من جميع أقطار العالم وان جميع قوى الأرض والسماء وأيدي كل الانسانية قد اشتركت وتعاونت في صنعها وانتاجها وايصالها له . واذا ظننت لأول وهلة ان في هذا القول مبالغة فأضف الى بيتك ومحتوياته المواد التي يمكنك ان تراها في مدينتك. وكذلك نوجّه أنظار طالب علوم الاحياء ومدرسها الى احصاء جميع أشكال النبات والحيوان التي تشاركه في استيطان

بلدته وضواحيها وليقابل بين ما تعلمه في الكتب والمختبرات والنتيجة التي وصل اليها بعد ذاك التفتيش والاحصاء .

ان منهج الحياة الحضرية في هذا الجيل قد ركّز التعليم ضمن جدران المدرسة وسهّل على الانسان شراء كل حاجاته جاهزة من السوق حتى الخبز واللبن المخثّر والمآكل المطبوخة المحفوظة في العلب . وقد أدّت هذه الحال الى حياة فيها كثير من التصنع والتناقض والى الاكتفاء بالتنعم والرخاء المشترين بالمال بدلاً من اللذة في العمل والاختبار بتحضير حاجاتنا بأنفسنا واللذة في طلب المعرفة من ينبوعها في الطبيعة وفي السعي والعمل . وأصبح الكثيرون حتى اساتذة التعليم والتربية يكتفون بما يشاهدونه على شاشة السينما ويعرضونه بواسطتها على الطلاب بدل مشاهدة الأصل مثلما يفضلون شراء المربيات الجاهزة في العلب والمشروبات الجاهزة في القناني بدل ما كانت أكثرية الجيل السابق تحضره بالصناعة البيتية . ولا يندر ان نرى افراداً لم يتعلموا الكيمياء ولا البيولوجيا يعرفون معرفة عملية عن المواد المختلفة وكيفية تحضيرها وحفظها واستعمالها اكثر من طلاب الكيمياء ، وأفراداً يعرفون ما لا يعرفه كثيرون من مدرسي النبات عن الحدائق والبساتين وزراعة البقول والازهار وغرس الاشجار واستثمارها ، مثلما نرى أطباء لا يميزون بين الثقيل والخفيف ولا بين الصحيح والفاسد من المأكولات والمشروبات

ويقدمون في المستشفيات أحياناً كثيرة انجس المأكولات قيمة غذائية وأقلها نظافة خصوصاً الحليب والجبن والزبدة . وعلى هذا النمط نرانا في اشياء وأمور كثيرة من حياتنا لم نتأثر بالمعرفة العلمية الصحيحة ولم نتميّز عن عامة الناس الذين لم يحصلوا على دراسة العلوم في المدارس العصرية، بل كانت عقليتنا متحجرة على شيء محدود من المعرفة العلمية محصور ضمن جدران المدارس والمختبرات . على اننا نرى شيئاً من ردّ الفعل في بعض المجتمعات ضد هذه الحالة في التصنع في المعيشة والزيف في التعليم والتدريس والتربية . لكن التيار لا يزال جارفاً عدداً عظيماً من الناس في الاتجاه الى تلك الحالة . وما نلاحظه على ضآلة تأثرنا في احوال معيشتنا اليومية بتطبيق المعرفة العلمية في الكيمياء والاحياء ينطبق ايضاً على علم الفيزياء بحسب ما يدرس في مدارس الاقطار العربية أكثر مما ينطبق على مدارس الاقطار الافرنجية . ان اصلاح هذه الحالة يقتضي التغيير في مادة العلم المدرجة في المنهج وتغيير أساليب التدريس والتربية . فبدلاً من ان نقتصر على تعلم الكيفية التي بها نحضر بعض المواد في انبوبة الاختبار علينا ان نتدرب على الصناعة الكيميائية البيتية فنتقي المواد الأولية الصحيحة ونتعلم كيف نفحصها ثم كيف نعالجها للحاجة التي نريدها كمعرفة فحص الحليب وتخثير اللبن والجبن وتمييز الزيت الجيد عن المغشوش او الفاسد وصناعة الصابون

وتجفيف الفاكهة وطبخ المربيات واستقطار الكحول وماء الورد وماء الزهر الخ ... فدلا نتمكن من صنع الصابون والنشاء مثلاً في الجودة التي تضاهي ما هو معروض للبيع في الاسواق . وليس من الموافق أن نجعل بيوتنا مصانع لكل المواد التي نحتاج اليها. ولكن من الضروري ان يكون التدرب على اتقان الصناعات المنزلية جزءاً من دراستنا العلمية في الكيمياء والبيولوجيا وان ننتج بعض الحاجات بعملنا من آن الى آخر . وما نقوله عن تحضير المواد نعممه حتى يشمل حديقة المنزل واشتغالنا نحن فيها لا الاكتفاء ببستاني أجير. ونؤكد على مدرّسي النبات ان تكون لهم خبرة الفلاح والبستاني في معرفة الاشجار والنباتات وتمييزها هي وبذورها بعضها عن بعض، وفي غرسها وتقليمها وتطعيمها وتسميدها، وفي زرع البقول والازهار والخضروات وتأصيلها . ومثل ذلك في معرفة الحيوان لمدرسي علم الحيوان .

بقي علينا بعض الملاحظات على ما كان لعقيدة علمية جديدة وما تفرع عنها من الافتراضات النظرية ، وللنزعة الفكرية التي سادت وجهة النظر العلمية في العصر الحديث ، من الأثر البالغ في تكوين علم الأحياء والأثر الذي تركه تعليم العلم في عقلية النشء الحديث . اما العقيدة العلمية فهي عقيدة النشوء والتطور والارتقاء وما تفرع عنها من نظرية الانتقاء الطبيعي ونظرية « التنازع

لأجل البقاء وبقاء الأنسب ». وأما النزعة الفكرية العامة فهي النزعة المادية التي تصور الكون مؤلفاً من ذرات مادية والقوى التي تؤثر في حركتها خالياً من عقل شامل ذي قدرة وإرادة يسيّر الكون تبعاً لقصد ونحو غاية. ان وجهة النظر هذه تصوّر الكون في حالته الحاضرة انه نتيجة المصادفات التي حدثت في الماضي وتتكهن بمستقبله انه تابع لنتيجة تلك المصادفات مع ما قد يدخل عليها من الاحتمالات غير المعينة. وتصوّر موكب تطوّر الكون مسوقاً بقوة عمياء هوجاء. ان تطور الأحياء أمر عليه أدلّة قوية عديدة. ولكن القول بانه قوة عمياء وانه نتيجة احتمالات ومصادفات هو قول من صف النظريات الواهية. على ان وجهة النظر المقترنة مع قانون الثرموديناميك الثاني تطغى احياناً على مسرح التفكير فتصوّر الكون سائراً في كليته وفي اجزائه نحو الموت المطلق المحتم.

ومن جملة التصويرات التي استنتجت بمنطق مبني على افتراض تلك النظريات ان الانسان في كنهه حيوان مسوق بغرائزه وميوله التي هي النتائج الظاهرة للتفاعلات الكيميائية في جسده. وانه قد نشأ من نطفة ملقحة. وان شخصيته الموروثة هي نتيجة المصادفات في تجمعات « الذرات الوراثية » في حركتها النائية ضمن الجرثومة التي نشأ منها. ويصوّر مسرح الحياة على الأرض مسرحاً يسوده النزاع والعداء. كل فرد همه ومسعاه تخليص

نفسه من اعتداء غيره عليه او افتراس غيره او مزاحمته على الغذاء الذي ينقص عن حاجة جميع الأحياء .

ان ابناء هذا الجيل يلقنون هذا التعليم الفظيع باسم العلم الذي أصبح في نظر هذا الجيل مرادفاً للمعرفة الصحيحة والحق . ولكن العلم الحديث لا يزال يخالطه كثير من الوهم والافتراض الفاسد والنظريات التي هي تخيلات لتعليل الكون مبنية على مشاهدات محدودة وناقصة ضمن حدودها . ولا يتسع المقام للتوسع في هذا البحث ، لكننا نوجه انظار القارىء الى ان وجهة النظر العلمية من حيث تتطالّ الى تفسير الكون لا يزال فيها الكثير من التناقض الداخلي ، اذ تفترض النظام تارة او في ناحية ثم تفترض الفوضى في المصادفات والاحتمالات والحركة التائهة تارة أخرى او في ناحية أخرى . والنظريات في علم البيولوجيا المشار اليها لا تأخذ بعين الاعتبار غير وجهة واحدة من المشاهدات الظاهرة ، وهي وجهة الشدة والقساوة في العوامل الطبيعية المهلكة ووجهة النزاع والعداء بين أفراد الأحياء ، وتعمى عن وجهة العوامل اللطيفة المحيية وعن الألفة والعطف والمحبة والحنان لا بين افراد النوع الواحد ولكن بين أفراد الأنواع المختلفة . ان عنصر الحياة شديد الحساسية لأقلّ تغيّر في العوامل الطبيعية ، ولا تدوم الحياة في غير البيئة الملائمة التي هي غاية في الاعتدال واللطف . فلو كانت الشدة والقساوة هي العامل

المتسلط في الكون لما كانت الحياة .

ان في الانسان قوى الشعور الباطن والادراك الباطن اللذين بهما نعي وندرك ما لا تدركه حواسنا ولا يصل اليه منطقنا المبني على الاختبار الحسي . وهذه القوى لا تزال هاجعة في معظم أفراد الانسانية وتظهر أحياناً في شبه ومضات تنير نفوسنا . ونحن نرى ان ايقاظ هذه القوى هو الطريقة الفعّالة لادراك الحقيقة الباطنة في الكون التي يحاول بعض العلماء تفسيرها بمثل النظريات الفاسدة المشار اليها فلا حاجة الى محاولة دحضها بالحجة العلمية والمنطق . ونشير في تعليم علوم الطبيعة والاحياء بارشاد الطالب الى ادراك الجمال في الطبيعة في الجماد كما في الاحياء، والى التقرب من الطبيعة لدرسها ودرس الاحياء فيها بروح العطف والمحبة . فإذا دربنا أنفسنا على ادراك الجمال ومحبة الطبيعة تفتحت فينا قوى الشعور الباطن والادراك الباطن ورأينا في الطبيعة جمالاً ومحبة لا قساوة وعداء . وأصبحت حياتنا في جوّ لطيف غير الجوّ الكثيف الذي نخلقه لأنفسنا بتحديد أنفسنا وتفكيرنا بما نستفيد من الأحياء لملء بطوننا وكساء جلودنا وحدو أقدامنا .

ان هذا الاتجاه في التربية الصحيحة يستدعي الامتناع عن صيد الحيوانات واقتناصها خصوصاً الطيور والعصافير وعلى الأخص في فصل تزاوجها وتكاثرها . وقد أصبح العدد الأعظم من مصطادي

العصافير طلاب المدارس المفروض فيهم التربية الصالحة والتدرب على الرفق والعدل واللطف . والصيد هو غدر وقساوة وفظاظة. وقد يبرّرونه بانه «سبورت» . وعلاوة على شرّه في ذاته فهو يربي في الصيادين روح الاعتداء واستباحة حرمة المنازل والحدائق والبساتين والكروم التي يدخلها الصيادون من دون استئذان ويحدثون فيها التخريب والأذى رغم المتعارف العام في وجوب مراعاة حرمتها . فنوجه انظار مدرسي الاحياء وعموم المدرسين والمربين الى توجيه التربية في هذه الناحية توجيهاً صحيحاً .

•

الفيزياء

الفيزياء هو العلم المثالي الذي يسعى العلماء الى تطبيق طريقته كل على علمه الخاص، وتبعاً لذلك كان معظم ما أوردناه من طريقة استنباط القوانين العامة مأخوذاً عن الفيزياء. وقد أوردنا بعض الملاحظات الخاصة عن طريقة تقديم البصريات والكهربائية والمغناطيسية والميكانيك والهندسة أيضاً باعتبارها فروعاً من الفيزياء. وقد بقي بعض الملاحظات العامة التي تنطبق على كل فروع الفيزياء نقدمها في ما يلي.

تعريف الهويات بقياسها

تُعرَّف الهويات الطبيعية بطريقة قياسها لا أكثر ولا أقل. والقياس هو مقابلة مقدار بمقدار آخر من نوعه يعتبر وحدة عيارية. فالطول او الامتداد في المكان هو ما يقاس بمقاييس الطول (قدة المتر او غيرها). والوزن هو ما يقاس بالميزان ذي الكفتين وبميزان الزنبرك أيضاً. وقد اصطلحنا على «الوزن» بدل «الكتلة» وعلى «الثقل» للدلالة على القوة التي تجتذب بها الأرض الاجسام التي عليها. ونشير الى تصحيح الخطإ الشائع في

التعليم ان الوزن بميزان الزنبرك يختلف من وضع الى آخر على وجه الأرض . فالوزن هو مقابلة الجسم الموزون مع عيار الوزن . فإذا قابلنا بين الاستطالة التي يحدثها جسم ما مع الاستطالة التي يحدثها عيار الوزن في زنبرك معين وجدنا ان « النسبة بينهما » التي هي قياس الوزن تظل ثابتة لا تتغيّر . أما القوة التي تجذب بها الأرض عيار الوزن فتتغير من وضع الى وضع على سطح الأرض ، وتتبين هذه بميزان الزنبرك وتستعمل نتائجها في بعض التحرّيات الجيولوجية للاستدلال على باطن الأرض .

ونعرّف وحدة القوة للمبتدئين بعلم الفيزياء بالقوة التي تجذب بها الأرض وحدة الوزن . ولا يؤبه للتغير الطفيف المشار اليه في مقدارها . ويستعمل ميزان الزنبرك أيضاً لقياس القوة كما هو شائع في القياسات الميكانيكية الاستاتيكية . أما قياس القوة بالوحدة الديناميكية (الضن) فيؤجل الى ما بعد قوانين تحرّك الأجسام . ولا لزوم قطعياً لادخال قانون التجاذب العام الى منهج المبتدئين لتعريف وحدة الوزن ، لا بل يجب محاشاته لأنه يشوش فهم أساس العلم على المبتدئين . وهو من القوانين التي لا يدركها الا المتقدمون في علم الفيزياء .

ويقاس الزمن بمقابلة الفترات الزمانية مع فترة خطران البندول أو اهتزازة جسم مهتز . وأما المعيار الأساسي فهو الفترة بين اجتياز النجم خط الزوال مرتين متتاليتين . هذه هي وحدات

القياس الأساسية . ونشير باعتبار الوحدات الأساسية أربعاً للمبتدئين لا ثلاثاً جاعلين قياس القوة مستقلاً عن قياس الوزن . ولا يدمج الاثنان إلا بعد قوانين تحرك الأجسام . عندئذ نفضل اعتبار قياس الوزن وحدة أساسية وقياس القوة مشتقاً بحسب قانون نيوتن الثاني . (أي ان وحدة القوة يعبر عنها بحاصل ضرب وحدة الوزن في وحدة التسارع . الضين = غم سم/ثا ٢) .

والهويات المشتقة تُعرف ايضاً بحسب القياسات الأساسية المشتركة في قياسها وبحسب العمليات الحسابية على مقادير القياسات كالكثافة التي تُعرف بتقسيم قياس الوزن على قياس الحجم .

« كل هوية فيزيائية وكل صفة او خاصة من خواص المادة والطاقة تُعرف بالطريقة التي تقاس بها . والقوانين الطبيعية يعبّر عنها بعلاقات بين مقادير تقاس بالمقاييس . هذه هي وجهة النظر والعمل الصحيحة التي يرتكز عليها علم الفيزياء أي تعريف الأشياء بالطريقة التي تقاس بها بكف النظر عن معنى أبعد وأعمق من عملية القياس نفسها . لأن كل تعريف يتجاوز الى أكثر من ذلك يتجاوز حدود الفيزياء الى الميتافيزياء (ما وراء الطبيعة والمادة) »

« ان المعادلات الفيزيائية المعبرة عن القوانين الطبيعية تفرق عن المعادلات الرياضية الصرف في كون هذه الأخيرة مؤلفة من رموز مجردة تجريداً مطلقاً . لكن رموز المعادلات الفيزيائية يجب أن تميّز تمييزاً نوعياً بوحدات القياس التي تقاس بها المقادير المدلول عليها بالرموز . أي ان كل رمز في المعادلة الفيزيائية يتبعه أو يُقدّر له رمز تابع هو رمز التمييز القياسي . فالمعادلة الفيزيائية الصحيحة يكون شطراها اللذان على جهتي علامة المساواة متماثلين في التمييز القياسي . وتنطبق على رموز التمييز القياسي قوانين الكسور الاعتيادية في الحساب ، يتبيّن ذلك بالأمثلة التالية » :

الوزن (غم) = الكثافة (غم/سم ٣) × الحجم (سم ٣)

$$\text{أي} \quad \text{غم} = \frac{\text{غم}}{\text{سم}^3} \times \text{سم}^3$$

المسافة (سم) = السرعة (سم/ثا) × الزمن (ثا) .

أما الوحدات الحرارية فهي مؤسسة على وحدة درجة الحرارة التي نشير باعتبارها وحدة أساسية فلا نحاول التعبير عنها بدلالة الوحدات الأساسية إلاّ لطلاب المراحل المتقدمة على مستوى

الكلية . ولكن وحدة كمية الحرارة (الكالوري) تحوّل الى وحدة الطاقة الميكانيكية .

الكالوري = ٤ ، ٢ جول

وتقاس كمية الحرارة السارية الى جسم أو منه بوزنه وحرارته النوعية ومقدار تغير درجته بحسب المعادلة التالية :

ح (كالوري) = و (غم) × ن (كالوري / غم. درجة) × د (درجة) .

والوحدات الكهربائية تؤسس على وحدة كمية الكهربائية (كولم) وتعتبر وحدة اساسية. وهي الكمية التي ترسب ١،١١٨ ملغم فضة . ووحدة التيار (أمبير) مشتقة من الكولم وهي كولم / ثا . ووحدة الضغط الكهربائي (الفلط) هي الطاقة التي تحملها وحدة الكمية أو الطاقة التي تنعتق عن الكولم وهي معيّرة بحسب التعادل التالي :

فلط = جول / كولم .

ووحدة المقاومة (الأوهم) = فلط / أمبير .

ووحدة الوساعة (الفرد) = كولم / فلط .

والأمر الذي نؤكد عليه هو ضبط التمييز القياسي في حل المعادلات الفيزيائية أي ان الوحدات على طرفي المعادلة يجب ان تكون متطابقة والتي تجمع معاً متجانسة . فإذا أردنا مجموع الطاقة الوضعية والطاقة الحركية لجسم وزنه و (غم) وارتفاعه

فوق المنسوب ر (سم) وسرعته س (سم / ثا) كان المجموع :

و ر (غم سم) + و س ٢ / ٢ ج (غم سم) او ما يلي :

و ج ر (ارغ) + ١/٢ و س ٢ (ارغ) حيث ج = ٩٨٠

الهويات المحسوسة والرموز المجردة

ان علم الفيزياء على مستوى الثانوية والكلية يصبح معظمه في القوانين الكمية المستنبطة بالاختبار العملي او المستنتجة بالمنطق . ويصبح متن العلم في عالم من الرموز المجردة حيث كل رمز مجرد يمثل هوية محسوسة في عالم الحس . والتحول من عالم حسي الى عالم رمزي مجرد يكون بترجمة الهويات المحسوسة الى رموز وربطها بمعادلات رياضية تعبر عن العلاقات بين الهويات المحسوسة . وهذا الانتقال ممثل جيداً بالأمثلة التي أوردناها في الفصول عن استنباط القوانين العامة واستنتاجها ، ويظهر هذا الانتقال جلياً بترجمة القوى الى خطوط موجهة فتصبح القوى الثلاث المتوازنة التي في الخيوط المشدودة شكلاً هندسياً وتستنبط شروط توازن القوى من تحليل ذلك الشكل الهندسي وترجمة نتيجة التحليل من اللغة الرمزية الى الاختبار الحسي . وراجع ايضاً كيفية استخراج معادلة الحركة ذات التسارع المنسجم من اختبار الحركة وقياسها ثم ترجمة المقادير المقيسة الى رموز جبرية والعلاقة التي ترتبط بها الهويات المحسوسة الى معادلة .

ان ارتباط الهويات الطبيعية واعتماد مقاديرها بعضها على بعض وقابليتها للتغاير يماثله ارتباط الرموز المجردة في الدوال الرياضية على أنواعها وقابليتها لتغاير مقاديرها واعتمادها بعضها على بعض . وهذا التماثل قد جعل التعبير عن القوانين الطبيعيـة في صيغة الدوال الرياضية ممكناً . ونحن نرى ان الدوال الرياضية هي من خلق التفكير للتعبـير عن الاختبار . ان الدوال الجبرية البسيطة عريقة في القدم ولكن الدوال في صيغـة التفاضل والتكامل والمعادلات التفاضلية قد أنشئت حديثاً للتعبير عن التغايرات الطبيعية .

ونقطة التلاقي بين القوانين الطبيعية والدوال الرياضية تتبيّن كما يلي : يمكن افتراض أي عدد من المقادير لقيمة أحد المتغايرين (المتبوع) في الدالة ثم إيجاد قيمة المقادير للمتغاير التابع المقابلة لكل مقدار من المتغاير المتبوع وانشاء جدول بالمقـادير المقترنة معاً المتقابلة التي تجعل الدالة معادلة صحيحة . ثم يمكن رسم خط بياني على النحو المفروضة معرفته عند القارىء . وأما من الجهة الثانية فيمكن احداث التغيير في مقادير الهويات الطبيعية وقياسها وانشاء جدول بقيم المقادير المتقابلة مثل الجدول المنشإ من الدالة الرياضية . ثم يفتش عن الدالة الرياضية التي يتطابق جدول مقاديرها

على جدول مقادير الهويات الطبيعية المقيوسة . تلك تكون الدالة المعبرة عن القانون الذي بموجبه ترتبط الهويات الطبيعية . والخط البياني لجدول المقادير المتقابلة المقيوسة يساعد على ايجاد التعبير الرمزي للدالة المطلوبة . وان تعذر وجود دالة ينطبق خطها البياني على الخط البياني الاختباري فيبقى التعبير عن القانون الطبيعي بواسطة الخط البياني الاختباري .

الحساب والجبر

يوجد عدد كبير من الكتب المؤلفة في تعليم الحساب والجبر . بعضها مطول ومفصل . ولا نريد في هذا المقام غير ايراد بعض الملاحظات على تدرج الحساب والجبر في الانتقال من المحسوس الى المجرد والارتقاء في التعميم من العام الى ما هو أعم منه .

يبدأ تدريس الحساب بعدّ الأشياء المحسوسة واجراء العمليات الحسابية الأساسية على الأشياء المحسوسة أيضاً . وبعد أن يتضح للمبتدىء ان ما يصدق على الصنف الواحد من الأشياء المحسوسة المعدودة ينطبق على كل الأصناف يتدرج به المدرس الى الاعداد الصحيحة المجردة واجراء العمليات الحسابية عليها، ثم حين يصل الى الكسور البسيطة يعود بـه المدرس الى المحسوس ومن ثم الى المجرد .

ان الملاحظة الهامة في الحساب هي سرعة الانتقـال من المحسوس الى المجرد في حين ان العلوم الطبيعية تظل مغموسة في المحسوس الى مراحلها النهائية . والملاحظة الثانية هي وجوب استنباط القوانين الحسابية بالاستقراء بإراءة صحتها في عدد كبير من الحالات الخاصة . فيمثل على القانون المعبر عنه جبرياً بالمعادلة

س × ص = ص × س بأشياء معدودة محسوسة . ثلاثون كرة مثلاً تقسم الى ستة أقسام ثم الى خمسة أقسام . وتكرر العملية مرات عديدة على أعداد مختلفة . ومثله يدرس قانون الاشارات الجبرية في رفع الأقواس الخ ...

والجبر يبدأ بتعميم المجرد . فهو من حيث هذه البداية علم مجرد من بدايته . ولكن يجب أن لا يغرب عن الفكر ان جذوره في الحساب وأساس الحساب في المحسوس . فهو من حيث كونه مجرداً وعاماً منذ بدايته يصعب فهمه على الصغار حتى على طلاب المتوسطة الذين لم تبلغ قواهم العقلية الدرجة الكافية لمتابعة المجرد والعام على درجة الجبر . ويزيد صعوبته البدء به بالتعميم من دون تبيين التدرج من جذوره في مبادىء حساب الأشياء المحسوسة المعدودة .

لاحظ التدرج في درجات التعميم في ما يلي : ان العدد المجرد مثل ٣ هو معنى عام ينطبق على كل الأشياء المعدودة ومثله العملية الحسابية ٣ + ٢ = ٥ . ثم يأتي الرمز الجبري مثل « س » الذي يمكن ان يكون أي عدد من الاعداد المجردة مثلما العدد المجرد الواحد يمكن ان يشير الى أي مجموعة من الأشياء المعدودة . وبتعبير آخر نقول ان العدد المجرد هو معنى عام في الدرجة الأولى من التعميم والرمز الجبري هو معنى عام في الدرجة الثانية من التعميم . ثم يتدرج الجبر الى تعميم العدد

المجرد حتى يشمل الأعداد السلبية الصحيحة وذلك في المرحلة البدائية . أما تعميم العدد حتى يشمل الكسور والجذور الصماء والأعداد المركبة الخيالية فهو من المراحل المتقدمة التي لا يصل اليها الطالب إلا بعد دراسة طويلة .

اما الدرجة الثانيـة في تكوين علم الجبر فهي انشاء الدالة الجبرية البسيطة مثل ص = ٢ س + ٣ ، ص = ٣ س − ٥ ، ص = س + ٤ الخ ... التي هي دوال خاصة من نوع واحد ودرجة واحدة تعمم الى شكلها العام الذي هو ص = ب س + جـ. ولا حاجة الى الشرح والتفصيل ، فالقارىء يمكنه ان يرى من خلال ما قدمناه تدرج التعميم من العدد المجرد الى الرمز الجبري فإلى الدالة الخاصة فإلى الدالة العامة . لاحظ اننا لا نزال في مبادىء الجبر – في ألفه – وقد تظهر هذه لمدرسي الجبر انهـا بسيطة كشرب الماء ولكنها تحوي عدة درجات في التعميم والتجريد . وهذا ما يجعـل الطالب الاعتيادي يقف أمامهـا كالمخبول لا يفقه لها معنى رغم بساطتها الظاهرة بالنسبة لمن اجتاز تلك المرحلة البدائية ونسي مصاعبها . ونحن نرى ان الحفظ البيغائي في هذه المرحلة يعتبره المدرسون فهماً فيعطون الطالب درجة النجاح في الدرس . لا نقول بترسيب الطالب ولكن نقول برفع تدريس الجبر عنه الى الصفوف العالية حتى تتفتح قواه العقلية لمتابعته .

ان الدالة الجبرية تعتبر وحدة أساسية في علم الجبر ، وهي

تعبير رمزي مجرد لوجهتين من معنى عام . هي أولاً تعبير عن علاقة ارتباط بين مقداري هويتين متلازمتين ، أي ان مقدار احدى الهويتين يعتمد على المقدار الآخر ويتوقف عليه تبعاً لنوع العلاقة بينهما . والوجهة الثانية هي ان كلاً من المقدارين قابل للتغاير ، فإذا تغيّر احدهما تغيّر الآخر تبعاً له لا الى أي قيمة كانت بل الى قيمة جديدة معينة .

ان هذه الدرجة في علم الجبر يجب نسجها مع مبادىء الفيزياء كاللحمة مع السدى . اذ الدالة الجبرية هي التعبير المجرد العام للقوانين الطبيعية الفيزيائية البسيطة كالعلاقة بين حجم جسم ودرجة حرارته وبين ضغط الغاز المحصور على حجم ثابت ودرجة حرارته ايضاً وبين ضغط السائل والعمق . الى آخر ما هنالك من القوانين البسيطة في الفيزياء والهندسة والمعاملات التجارية . ان ايصال الطالب الى الدالة الجبرية الخاصة ومنها الى الدالة العامة عن طريق القوانين الطبيعية المشار اليها هو الطريق الصحيح الذي يتوافق مع تدرج القوى العقلية ومع تدرج التفكير من الاختبار الحسي الى الادراك المجرد ومن الحالات الخاصة الى القوانين العامة . أمّا إيصاله اليها عن طريق التجريد والتعميم الذي بيّناه في بداية هذا البحث ففيه صعوبات كثيرة عليه .

ومثلما نشير بنسج الجبر مع الفيزياء في درس الدالة الجبرية كذلك نشير بتدريس الخطوط البيانية لكل الدوال منذ الابتداء

بدرس تعبيرها الرمزي الجبري حتى يصل الطالب الى حلّ المعادلات الجبرية بالطرق الهندسية . مثلما يعود في الهندسة التحليلية الى حل القضايا الهندسية بالطرق الجبرية .

بقي علينا ملاحظة وهي ان الطالب بعد ان يصل الى الدوال والمعادلات من الدرجة الثانية يمكنه متابعة حل المعادلة على شكلها العام ثم يثبت صحة الحل بتطبيقه على الحالات الخاصة . وقد أوردنا هذه الملاحظة للتنبيه الى حيث يمكن عكس التدرج البدائي من الخاص الى العام فيكون من العام الى الخاص . ولا نعني بذلك ان كل الابحاث بعد ذلك يمكن عكس التدرج فيها ولكن في بعض الحالات فقط .

•

الهندسة

الهندسة الاقليدية علم اختباري أساسه في القياس والرسم ومقابلة الأشكال الهندسية، وغايته التطبيق العملي في قياس الابعاد والزوايا والمساحات وحساب القوى وتخطيط الطرقات ومجاري المياه والمباني الخ ... وقد كانت الهندسة أوّل العلوم التي تنظمت بالطريقة الاستنتاجية بحيث أصبحت كل قوانينها العامة مستنتجة بالاشتقاق الرياضي من أوّلياتها الأساسية . وقد غلبت تسمية البحث النظريّ على البحث بالطريقة الاستنتاجية فأدّى ذلك الى التوهّم واعتبار الهندسة « علماً نظرياً » . وقد قوّى وجهة النظر هذه تدريس الهندسة في جوّ كليات الآداب والفلسفة والعلوم البحتة منذ أيام الاغريق . وكان الفلاسفة ينظرون بشيء من الازدراء الى الاختبار العمليّ ويجلّون الابحاث العقلية الصرفة . وقد بقيت هذه النزعة ووجهة النظر الى الهندسة متوارثة في كليات العلوم والآداب والفلسفة والتعليم العام الى يومنا هذا، حيث لا تزال وجهة النظر الى الهندسة انها علم نظريّ وان دراستها « رياضة عقلية » في التفكير المجرّد . أمّا كليات العلوم التطبيقية فقد أدخلت الرسم الهندسي والهندسة الوصفية على مناهجها

فأعادت بذلك تدريس الهندسة الى أساسها الاختباري ووجّهته الى غايته في التطبيق العملي .

تجب الملاحظة في هذا المقام لحاملي التقليد المشوّه منذ أيام الفلاسفة الاغريقيين ان أفلاطون وأرخميدس على ازدرائهما التطبيق العملي في الصناعات والفنون كانا يستعينان على دراسة القضايا الهندسية وتدريسها بالرسم على الرمل . ويروى عن أفلاطون انه حين وُكِل إليه تعليم وتثقيف حاشية ملك صقلية أثار ضجة عند بقية موظفي البلاط غير المداومين على الدراسة وذلك حول امتلاء جو البلاط بالغبار المتصاعد من الرمل الناعم المستعمل لاجراء الرسوم الهندسية عليه . يُستدل من ذلك على طريقة تعليم الهندسة بالايجاب على الطالب درس القضايا الهندسية بأن يرسمها هو نفسه لا أن يكتفي بالرسم الذي يخطه المعلم للصف كله على نحو ما يكتفي اليوم معظم مدرسي الهندسة في مدارسنا برسم واحد على السبورة للصف كله (وفي أغلب الأحيان يكون رسماً مشوّهاً) . ونشير أيضاً الى احدى محاورات أفلاطون — محاورة مينو — حيث تظهر جليّاً الطريقة الاستقرائية الاختبارية التي اتبعها في تعليم طالب مبتدىء قضية النسبة بين ضلع المربع ووتره . ومشهور عن أرخميدس انه كان يستعين برسم على الرمل في متابعة قضية هندسية حين هجم عليه قاتله الجندي الروماني ؛ فصاح به : اياك ان تخرّب الدائرة . وكان يستعين بالأعمال

الميكانيكية على حلّ القضايا الهندسية . وفي ذلك دلالة صريحة على اعتبار الاختبار العملي أساساً لحل القضايا الهندسية . ويعتبر أرخميدس ذا عقل جبّار ومن المبرّزين بين العلماء والفلاسفة لا القدماء فحسب ولكن المحدثين أيضاً . فإذا كان ارخميدس يستعين بالاختبار العملي على حل القضايا الهندسية فماذا نقول في حاجة عامة الطلبة من مبتدئين ومتقدمين ؟

قد أوردنا هذه النبذات التاريخية لبعض أبناء هذا الجيل الذين يتوهمون انهم يتابعون او يبزّون الفلاسفة الاغريقيين الكلاسيكيين في التفكير المجرد الصافي غير المعكّر بالاختبار العملي . يتراءى لنا من نبذات كهذه ان أولئك الفلاسفة كانوا يقدرون قيمة الاختبار والاستقراء اللذين من دون الاستناد إليهما لا يستقيم تفكير مجرد على الطريقة الاستنتاجية . وهذا أمر قد غفل عنه حاملو التقليد الذين يتابعون ناحية او وجهة من التفكير لا قوام لها بذاتها .

وقد نشأ في العصر الحديث ردّ فعل ضدّ تعليم الهندسة على طريقتها التقليدية في مناهج التعليم العام . وكان من جملة ما ارتآه محبّذو الاصلاح ان يجعل تعليم الرسم الهندسي أساساً لتعليم الهندسة، وان تعود أساليب التدريس الى الطريقة الاستقرائية والاثبات بالاختبار العملي في تعليمها على الأخص للمبتدئين . أمّا الرسم فقد شاع تعليمه مع الهندسة أساساً لها في بعض

المدارس . وأما الطريقة الاستقرائية الاختبارية في استنباط القوانين الهندسية فلم تطبّق الاّ الى مدى ضئيل محدود . وكانت الهندسة في الماضي تُعتبر من العلوم العالية ، وكانت تدرّس للبالغين الناضجين في قواهم العقلية . أما اليوم فقد تكدّست المواضيع في منهج الدراسة العامة وأُنزلت الهندسة من الصفوف العليا الى صف الذين لم تنضج قواهم العقلية الى الدرجة الكافية في التفكير المجرد لمتابعة الطريقة الاستنتاجية في دراستها . فكانت النتيجة نفور قسم عظيم من الطلبة من تعلّمها وركاكة في فهمهم اياها .

وقد شدّدنا في كل ما كتبناه عن أصول التدريس الصحيح في ضرورة التوافق بين تدرّج القوى العقلية في تفتحها وتدرج منهج الدراسة بحيث يدرّس الطالب ما يتوافق مع درجة تفتح قواه العقلية . ان استنتاج القوانين الطبيعية العامة بالاشتقاق الرياضي يستلزم تفتّحاً في القوى العقلية على درجة أعلى مما يستلزمه استنباطها بالاختبار العملي . فدراسة مبادىء العلم على الأصول الصحيحة يجب ان تكون عن طريق المشاهدة والاستقراء والاختبار العملي أولاً ثم ان تتدرّج الى طريق الاستنتاج المنطقي . ومثلما الاختبار العملي لا يتمّ له معنى او لا يصل الى منتهى مداه من دون التفكير المجرّد كذلك الاستنتاج المنطقي في العلوم لا قوام له من دون المعرفة الاختبارية الاستقرائية التي يستند عليها

ويبتدىء بها ، ولا يأمن الشطط او يتمّ به فهم من دون ان يماشيه الاثبات بالاختبار العملي ، كالعلامات التي توضع في طريق الصحراء غير المخطط وغير المعبّد لكي تثبت السيارات بواسطتها انها لم تشطّ عن الطريق . اي ان محكّ الاختبار العملي يجب ان يماشي الاستنتاج المنطقي لكي يتسهّل فهم العلم على الطالب ولكي يؤمّن عدم الشطط في المنطق .

ان الدراسة الصحيحة تبدأ بالعملي المحسوس مؤسسة عليه ثم تتدرج الى العقلي المجرد . لكن هذا التدرّج ليس اجتياز الاختبار العملي والاستغناء عنه . فالتفكير المجرّد هو مرحلة متوسطة في استقاء المعرفة . والنتيجة التي يصل اليها العقل بالتفكير المجرّد يجب ان تترجم الى الاختبار بالعمل حتى يكون لها قيمة وإلاّ كان التفكير المجرّد كقبض الريح او كبناء بيت من دخان . لاحظ ايضاً ان مرحلة التفكير المجرد ليست تفكيراً مجرداً صرفاً لكنه متعكّز على الاختبار العملي اثناء المرحلة كلها . فالتدرج بالطريقة الاستنتاجية المتبعة في الهندسة للاثبات بالبرهان المنطقي هو تدرج متوكىء على الرسم . ومن دون الرسم لا يتمكن الطالب من متابعة التدرج المنطقي .

ان الرسم في ذاته ليس عملاً حسيّاً صرفاً لكنه يشمل ثلاث عمليات : الأولى هي مشاهدة جسم محسوس . والثانية هي تمييز صورته مجردة عنه . والثالثة هي رسم صورة الجسم اي تجسيدها

منفصلة عنه . فالخرائط الجغرافية وخرائط مصلحة مساحة الأراضي هي تجسيد صورة مجرّدة عن جسم محسوس . وتتبيّن حقيقة هذا التجريد والتجسيد جليّاً في عمليات رسم الخرائط لمصلحة المساحة بالرسم الفوتوغرافي من الجوّ ، حيث تُعلّم الحدود على الرسم الفوتوغرافي بخطوط هندسية ثم تجرّد الخطوط عن الرسم وتُنقل الى صفحة مستقلة .

ان الأمر الأساسي الذي غفل عنه مدرسو الهندسة هو كون القضايا الهندسية قوانين عامة من نوع القوانين الطبيعية العامة المعروفة في الفيزياء وفي صف واحد معها . ويمكن استنباطها واثبات صحتها بالاختبار العملي . وهذا النوع من الاثبات له وقع أشد فعالية من الاثبات المنطقي في ترسيخ القضايا الهندسية في ذهن الطالب وعلى الاخص المبتدىء . ولا يستغني الطالب عنه إلاّ بعد ان يتوغرع في العلم . ولا يكون الاستغناء كليّاً بل جزئياً . ونجب الملاحظة ان وجهة النظر الشائعة بأن الهندسة علم نظريّ قد أدّت الى الخطإ في اعتبار القضايا الهندسية نظريات ، وهي في كنهها قوانين طبيعية عامة .

ان الغربيين قد ميّزوا بين Theory و Theorem . وقد أطلقوا الاصطلاح Theory على النظرية والاصطلاح Theorem على « القضية » وهي المقالة التي تحتاج الى اثبات صحتها بالبرهان المنطقي . ولكنهم قد اختلفوا في تسمية البحث المنطقي على

الطريقة الاستنتاجية على النحو المتبع في الهندسة والميكانيك . فمنهم من أطلق عليه الاصطلاح Rational اي منطقي معقول ومنهم من اصطلح على تسميته Theoretical اي نظريّ . والاصطلاح الأول هو في نظرنا أصح من الثاني واحسن دلالة على المعنى . والاصطلاح الثاني يؤدّي الى اعتبار الشيء المسمى على غير ماهيته .

والآن نتقدم الى بعض الأمثلة في كيفية تطبيق الطريقة الاختبارية العملية على تدريس الهندسة ، أولاً بصورة عامة في تطابق الأشكال الهندسية . يجب ان يكون أحد الشكلين المتطابقين مرسوماً على ورق شفاف وأن يطبق بالفعل على الشكل الآخر . لاحظ ان تدريس الهندسة الشائع يعتمد على اجراء عمليات التطبيق اللازمة في درس الهندسة بالتصور العقلي فقط وهذا مخالف لأصول التدريس الصحيح التي تشير باجراء العمليات بالفعل اي بالاختبار العملي ثم بالتدرج من العملي المحسوس الى العقلي المجرد . ولا يستغني الطالب بالتصور العقلي عن اجراء عملية التطبيق بالفعل إلاّ بعد أن يترعرع في العلم .

مثال ثانٍ : في حالة خاصة هي تطابق الزوايا المتساوية . علّم الطالب كيف يرسم زاوية مساوية لزاوية معطية . وليرسم الزاوية على ورق شفاف ثم يطبقها على الزاوية المعطية . وليعتبر التطابق العملي اثباتاً على صحة العملية وتساوي الزاويتين من دون

الاثبات بالبرهان المنطقي .

مثال ثالث : في اثبات القضية بأن مثلثين يتطابقان اذا تساوت الزاويتان والضلع المحصور بينهما في المثلث الواحد مع نظائرها في المثلث الآخر . ثم تساوي الضلعين والزاوية المحصورة ثم تساوي الأضلاع مع نظائرها . ليرسم الطالب على الورق الشفاف خطاً مساوياً للضلع المعطي ثم يرسم الزاويتين على طرفيه بحيث يكتمل المثلث على الورق الشفاف بتقاطع الضلعين ثم يجري عملية التطبيق . ويجب أن تعاد هذه العملية على عدة مثلثات يختلف الواحد منها عن الآخر باضلاعه وزواياه . وليعد عمليات مماثلة لكل من الحالتين الباقيتين .

مثال رابع : قانون فيثاغورس – المربع المقام على وتر المثلث القائم الزاوية يساوي مجموع المربعين على الضلعين المتعامدين . ويثبت هذا القانون بالاختبار العملي اما برسم مربعات اضلاعها مساوية لاضلاع المثلث وذلك على ورق مقسم الى مربعات صغيرة (ملميترات مربعة) ، ثم عدّ المربعات الصغيرة داخل المربعات الثلاثة . ويمكن الاثبات العملي بتقسيم المربعات الثلاثة الى أشكال متطابقة بحيث يكون لكل شكل ضمن المربعين الصغيرين نظيره المتطابق معه ضمن المربع الكبير . وهذه العملية معطية في بعض كتب الهندسة . ولكن تدريسها لا يكون متمماً حتى يرسم مثلثان متساويان ، الواحد منهما على الورق الشفاف ، وان

تجري عملية التقسيم على كليهما ثم ان تجري عملية التطبيق بالفعل . وتعاد العملية على عدة مثلثات مختلفة .

هذه بعض أمثلة للتعليم على الطريقة الاختبارية يتمكن المعلم النبيه من القياس عليها وتعميمها حتى ولو لم يكن لديه كتاب مؤلف بناء على هذه الطريقة وتبعاً لها . ونقدم في ما يلي بعض الافتراحات الاجمالية لاصلاح تدريس الهندسة :

١ يجب ان يبدأ تدريس الهندسة بتعليم الطالب رسم الاشكال واجراء العمليات الهندسية بالمسطرة والفرجار ورسم الخطوط المتعامدة والمتوازية باستعمال مثلثين قائمي الزاوية (من الخشب او السلولويد) وذلك من دون الاثبات بالبرهان المنطقي على صحة العمليات إلاّ حين تصل الدراسة الى الموضوع . يكفي الاثبات بالاختبار العملي . وهذا يستوجب ان يدرّب الطالب على الرسم بالدقة والضبط .

٢ يجب ان يدرج الطالب على اثبات القضايا بالاختبار العملي أولاً ثم يستدرج الى الاثبات بالبرهان المنطقي في بعض القضايا لا في كلها . ان الطالب قد يدرك صحة بعض القضايا البسيطة على البداهة ويصعب عليه متابعة برهانها المنطقي الذي يقتضي تدقيقاً في التحليل العقلي والاستنتاج فوق طاقة الطالب المبتدىء .

٣ يمكن اختصار منهج الهندسة لطلاب التعليم العام الذين وجهتهم غير الاختصاص في الرياضيات او العلوم الرياضية، وذلك

باسقاط قسم من القضايا والتمارين التي لا حاجة لهم بها لغاية تطبيقها او للاستعانة بها على فهم غيرها من القضايا اللازمة لهم خصوصاً التي يقصد منها ان تكون رياضة عقلية لا غير . يجب ان يكون في منهج التعليم العام بعض التداريب الخاصة لرياضة القوى العقلية ، لكن الغاية النهائية الصحيحة من كل درس من دروس المنهج ليست الرياضة العقلية بل المعرفة التي يحتاج إليها الطالب في أحوال حياته . أمّا رياضة القوى العقلية فهي واسطة لادراك المعرفة لا غاية في ذاتها . والدراسة الصحيحة تروّض القوى العقلية .

٤ ان وجهة النظر التي أبديناها في اصلاح تعليم الهندسة تقتضي الاستعانة بطريقة الهندسة الوصفية في تدريس الهندسة المجسمة . وأن يتماشى درس الهندسة المجسمة مع الهندسة المستوية في المراحل الأولى والمتوسطة من درس الهندسة .

٥ ان تفتيح بصيرة الطالب لوجهة النظر الشاملة في الدراسة يستوجب ان يتماشى بالتوازي تدريس الجبر مع تدريس الهندسة ، وأن يوسع كل منهما حتى يتصل بالآخر عن طريق الهندسة التحليلية . ولا يعطى من هذه أكثر من مبادئها التي تبيّن وحدة هذين الفرعين في التفكير الرياضي العام .

لاحظ ان ادخال رسم الخطوط البيانية للمعادلات الجبرية الى منهج تعليم الجبر هو خطوة اولى في هذا الاتجاه وهي تحوّل عن

طريق الجبر للتلاقي مع الهندسة . ويجب ان ينشأ تحوّل مماثل له في تدريس الهندسة اتجاهه نحو الجبر . الخطوط البيانية هي ترجمة المعادلات الجبرية الى أشكال هندسية . يجب ان يقابلها في تدريس الهندسة ترجمة الأشكال الهندسية الى معادلات جبرية .

٦ ليس في سلطة المدرس ان يسقط شيئاً من مواد المنهج المقرر ولكنه يتمكن من تطبيق هذه الأساسيات في التدريس مهما كانت طريقة الكتاب المعيّن للصف .

•

الميكانيك

الميكانيك والهندسة نشأا معاً وكانا عند المصريين والبابليين والأشوريين علمين اختباريين . وتدل الآثار والمخطوطات انهم كانوا حوالى الفي سنة قبل المسيح يعرفون عدة عمليات هندسية كحساب مساحة المستطيل والمثلث والدائرة والعلاقة بين أضلاع المثلث القائم الزاوية (مربع الوتر يساوي مجموع مربعي الضلعين) . وكانت معرفتهم في الميكانيك تشمل القوى والعتلات والبكرات وكثيراً غير ذلك . ولم يكن في الآثار التي اكتشفت حتى العقد الخامس من هذا القرن ما يدل على انهم توصلوا الى استنتاج القوانين الهندسية والميكانيكية استنتاجاً منطقياً من الاوليات البديهية او الى اثبات صحتها بالبرهان العقلي المجرد . لكن الاكتشافات الحديثة في تل حرمل قرب بغداد قد استظهرت لوحات مسمارية تبين انهم عرفوا كثيراً من القضايا الهندسية المنسوبة الى الاغريق قبلهم باكثر من الف سنة .

واول ما كان معلوماً عن نشوء الطريقة الاستنتاجية وتدرجها ان طاليس (٦٤٠ ق. م.) اثبت عدة قضايا هندسية بالبرهان المنطقي . وزاد على ذلك فيثاغورس (٥٠٠ ق. م.) وتلامذة

مدرسته . ولا تزال قضية المثلث القائم الزاوية والبرهان المنطقي عليها معروفة باسمه ، ثم تمّ تنظيم علم الهندسة على الطريقة الاستنتاجية على يد إقليدس (٣٠٠ ق. م.) ولا يزال كتابه حتى الآن النموذج المثالي لتلك الطريقة . أما الميكانيك فبقي في مرحلته الاختبارية ولم تطبق عليه الطريقة الاستنتاجية الا الى درجة محدودة على يد ارخميدس في الجيل التالي بعد اقليدس . وكان ارخميدس أعظم العلماء الأقدمين في الفيزياء والرياضيات وأقربهم في طريقته الى علماء عصرنا هذا أي في تكامل البحث بالاختبار العملي والتحليل العقلي المجرد . لكن علم الميكانيك لم يبلغ الدرجة التي وصل اليها علم الهندسة على يد إقليدس الا بعد ارخميدس بما يقارب الألفي سنة . ومع ان العلماء الذين تعاقبوا بعده حاولوا معالجة الميكانيك بالمنطق المجرد لكنهم اهملوا الاختبار العملي الأساسي فظلوا يتعثرون في قضاياه ويتدرجون من اوليات غير صحيحة – غير مثبتة بالاختبار العملي – الى مقالات فاسدة . وهكذا ظل علم الميكانيك على وتيرة واحدة وحالة بدائية . فالعلماء الذين كانت لهم نزعة اختبارية تابعوا ارخميدس ولم يزيدوا عليه . والذين كانت نزعتهم منطقية مجردة تابعوا ارسطو في خطإه حتى جاء غليليو (١٥٦٤–١٦٤٢) ونبّه علماء عصره الى ضرورة الاثبات بالاختبار العملي . وقد حسبت تجربته على الاجسام الساقطة حدثاً بارزاً في تأريخ

العلم لانه دحض بها مقالة ارسطو عن قانون الأجسام الساقطة . وكانت مقالة مغلوطة توصّل اليها بالاستنتاج من اوليات غير صحيحة ولم يكلف نفسه عناء الاثبات بالاختبار العملي . وقد تفتحت الأذهان بعد ذلك الى ترك المتابعة العمياء والى وجوب التجربة والاثبات بالاختبار العملي. ثم نهض الميكانيك الى مستوى جديد على يد « نيوتن » في القرن السابع عشر . واتمّ بعد ذلك تلامذة مدرسته تنظيم الميكانيك على الطريقة الاستنتاجية على النحو الذي كان قد تنظم به علم الهندسة على يد إقليدس. وقد استغرق ذلك بضعة أجيال من العلماء من نيوتن في القرن السابع عشر الى « لبلاس » و« لكرانج » في القرن التاسع عشر .

وقد أوردنا هذه النبذة التاريخية الموجزة لعلها تنبه مدرّس الميكانيك الى أمرين أساسيين في غاية الأهمية . أولهما ان تدرج العلوم في تاريخ الانسانية يتابع تفتح القوى العقلية والادراك . والفرد بتدرجه من نشوئه الى بلوغه أشدّه تعاد عليه خلاصة الاختبار الانساني العام منذ فجر الانسانية الى درجة معينة يتفاوت فيها الافراد ، منهم دون المتوسط ومنهم فوقه. فالمقابلة بين الزمن الذي استغرقته الانسانية حتى تبلور علم الهندسة ثم علم الميكانيك والزمن اللازم للفرد حتى تبلغ قواه العقلية لفهم الهندسة والميكانيك — هذه المقابلة تفيد واضع المنهج والمدرس معاً . والثاني هو درجة الصعوبة في متابعة الميكانيك بالمنطق العقلي

المجرد من دون الاستناد الى الاختبار العملي استناداً وثيقاً متواصلاً. فالميكانيك يستوجب اختباراً عملياً أكثر وأوسع من الاختبار اللازم للهندسة. والمدرس الذي يظن الميكانيك علماً رياضياً « نظرياً » تمكن متابعته بالاستقلال عن الاختبار العملي فليتذكر ان نصيب تلامذته من هذا العلم سيكون مماثلاً لنصيب الانسانية منه ما بين عصر أرسطو وعصر غاليليو ونيوتن. والسبب الذي يزيد صعوبة الميكانيك على الهندسة ويستوجب اختباراً عملياً أكثر وأوسع مما في الهندسة وادراكاً عقلياً اعلى درجة منها هو ان قوانين الميكانيك تشمل علاقات أكثر تركيباً بين هويات أكثر عدداً مما في الهندسة، اذ قوانين الهندسة هي علاقات بين الابعاد في المكان أما قوانين الميكانيك فتشمل العلاقات بين الابعاد والقوى والأوزان والأزمان. الاستاتيك يبحث في العلاقات بين الابعاد والقوى. ودرس الحركة المجردة فيه الابعاد والازمان والديناميك يحوي العلاقات بين الابعاد والأزمان والقوى والأوزان. واذ نقول بجعل الاختبار العملي أساساً لدراسة الهندسة في كل مراحلها — لا في مرحلتها الابتدائية فقط — نشدّد أكثر في ايجابه لدراسة الميكانيك على التواصل في كل مراحله.

يبدأ درس الميكانيك بالبديهيات وهي القوانين التي تدرك على البداهة بالاختبار العملي (راجع صفحة ٦١) ثم يتدرج الى

القوانين الاولية الأساسية التي يلزم لادراكها تمحيص نتائج الاختبار بالتحليل العقلي المجرد، وهي : ١ قانون جمع قوتين متلاقيتين . ٢ جمع قوتين متوازيتين مختلفتي المقدار الذي هو عين قانون المخل (العتلة) . ٣ حلّ قوة الى قوتين وهو معكوس عملية الجمع . ٤ مركز الثقل . ٥ توازن القوى . هذه هي أوليات الاستاتيك ويكون درسها أولاً بمشاهدة ترتيب محسوس من القوى واختباره ثم بتجريد شكل هندسي عن الترتيب المحسوس وذلك تبعاً لتمثيل القوة بالخط الموجه . ومن ثم يصبح الدرس تحليلاً رياضياً مجرداً عن القوى المحسوسة . لكن النتيجة التي يصل اليها البحث المجرد يجب ان تترجم الى المويات المحسوسة، أي القوى والابعاد . لاحظ ان ضمّ قانون جمع القوى الى اوليات الهندسة الاقليدية يجعل الاستاتيك والهندسة الاقليدية معاً علماً واحداً شاملاً منتظماً على سلك واحد في الطريقة الاستنتاجية .

والاستاتيك يتقدم على درس الحركة المجردة لانه أبسط اختباراً وأسهل ادراكاً . على ان بعض المؤلفين والمدرسين يبدأ بالحركة ثم يعود الى الاستاتيك . ونحن نخطّئهم في ذلك بناء على ما أبديناه من وجوب تدرج المنهج بالتوافق مع تدرج القوى العقلية في تفتحها . فالعلاقات التي في درس الحركة أصعب متابعة وادراكاً، وبحثها المجرد يستلزم رياضيات أعلى

مرتبة مما في الاستاتيك . راجع المثال الثاني على الصفحة ٦٦ حيث يوصف نموذج اختباري لدرس الحركة ذات التسارع المنسجم في خط مستقيم. ودرس هذه الحركة يتلو درس الحركة المنسجمة. وتلزم المعادلات الجبرية من الدرجة الثانية مع خطوطها البيانية لدرس هذين النوعين من الحركة درساً بدائياً. أما متابعة درس الحركة بعد المرحلة البدائية فتستلزم حساب التفاضل والتكامل والهندسة التحليلية والمعادلات التفاضلية .

ان علم الحركة بقي على حالة بدائية حتى بداية العصر الحديث لا لسبب الاهمال في الاختبار العملي فحسب ولكن لعوزه الى الرياضيات التحليلية . فكان على أثر انشاء وتأليف هذا النوع من الرياضيات في العصور المتأخرة ان وثب واتسع علم الحركة. وتجب اعادة الملاحظة في هذا المقام ان معرفة بعض أحوال الحركة ووجوهها لا يمكن الوصول اليها بالاختبار العملي وحده ولكن بالتحليل الرياضي المبني على الاختبار .

أما فرع الديناميك فهو درس تأثير القوى في تحريك الأجسام. وهو مبني على قوانين الحركة الثلاثة الأساسية المعروفة باسم نيوتن وعلى قانون الثقل والطاقة الميكانيكية الذي يعرّف مقدار الثقل بحاصل ضرب القوة في المسافة التي يتحرك بها الجسم في اتجاه القوة واثناء تسلطها عليه . ان معظم قوانين الديناميك يمكن استنتاجها بالاشتقاق الرياضي من قوانين الحركة الأساسية .

أما اثبات هذه فهو بالاختبار العملي. وأول درس في الديناميك في المرحلة الأخيرة من التعليم الثانوي العام يجب أن يكون الاختبار العملي المؤدي الى استنباط القانون الثاني والقانون الثالث. وذلك مع تطبيق هذه القوانين على حالات بسيطة وهو منتهى ما يصل اليه التعليم الثانوي في الديناميك. أما قانون التجاذب العام (لنيوتن أيضاً) فهو فوق طاقة طلاب التعليم الثانوي ومع ذلك نراه يلقن لطلاب المتوسطات – بالطبع تلقيناً ببغائياً – يجب ان يكتفى بايقاظ ملاحظتهم وخيالهم الى ان قوة جذب الأرض لما عليها تصل الى القمر أي هي متبادلة بين الأرض والقمر وبين الأرض والشمس. وذلك بصورة كيفية لا أكثر.

ولا بد في ختام هذا الفصل من تكرار الاعادة والتنبيه الى الأساس الاختباري المبني عليه الميكانيك. والى وجوب تركيز تعليمه على الاختبار العملي حتى السنة الثانية من التعليم العالي على مستوى الكلية. على انه يجب تنبيه الطلاب الى امكانية استنتاج القوانين الميكانيكية على النحو المتبع في الهندسة الاقليدية. وان يمثل لهم على ذلك ببعض القوانين. واذا انتقل مركز الثقل في تعليم الميكانيك في السنتين الأخيرتين من الكلية الى الطريقة الاستنتاجية فيجب ان يلازمه الاختبار العملي حتى النهاية. التفكير المجرد هو كالأجنحة للعلم ولكنه من دون

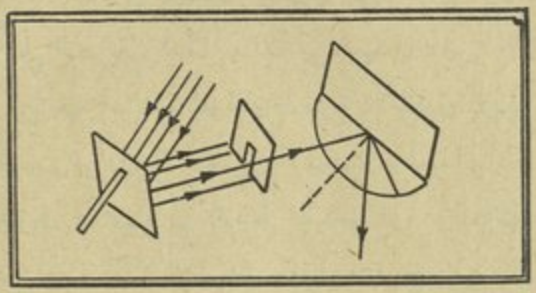
الأساس الاختباري كالمشي قفزاً على رجل واحدة ويؤدي في النهاية الى أوهام ومقالات فاسدة – هذا عند الباحثين المجتهدين. أما المتابع فلا يتمكن من العلم بالتفكير المجرد منزوعاً عن الاختبار العملي .

الضوء ـ البصريات

انّ ما بيّناه في الفصلين السابقين عن الهندسة والميكانيك ينطبق على البصريات أيضاً وذلك من جهة الأساس الاختباري أولاً ومن جهة استنتاج القوانين البصرية بالاشتقاق الرياضي ثانياً. فإذا أضيفت قوانين الانعكاس والانكسار وامتداد أشعة الضوء على خطوط مستقيمة في الوسط المنسجم الى أوليات الهندسة الاقليدية أصبح علما البصريات والهندسة فرعين من علم واحد شامل منتظم على سلك الطريقة الاستنتاجية، وأصبح في الامكان استنتاج قوانين تكوّن الصور بالمرايا والعدسات على طبق النحو المتبع في القضايا الهندسية. على ان التدريس الصحيح يجب ان يبدأ بالاختبار العملي ويتدرج عليه الى مدى طويل قبل البدء بمعالجة الموضوع على الطريقة الاستنتاجية. ولا يُستدرج الطالب الى هذه إلاّ بعد اختبار قوانين الانعكاس والانكسار على السطوح المستوية والكروية او الاسطوانية وقوانين المرايا الكروية والعدسات البسيطة. ونقترح الاختبارات التالية على الترتيب المعطي:

١ اعكس أشعة الشمس عن مرآة اعتياديةٍ بحيث تقع الأشعة

المنعكسة على وجه المائدة متعامدة تقريباً مع الأشعة الواقعة ومائلة حوالى درجة على سطح المائدة . ضع حاجزاً فيه شق ضيق معترضاً للأشعة المنعكسة عن المرآة فتنفذ الأشعة من الشق وتخط أثرها خطاً نيراً على وجه المائدة (انظر الى الرسم) .



وليكن على المائدة صفيحة بيضاء مرسوم عليها نصف دائرة مقسم الى اثني عشر قسماً متساوية ووقع نصف الدائرة بحيث تنطبق الشعاعة النافذة من الشق على أحد أشعة الدائرة . ثم ثبت مرآة مستوية متعامدة مع وجه المائدة وحرفها منطبق على قطر الدائرة وعاين الشعاعة المنعكسة عن هذه المرآة وزاويتي الوقوع والانعكاس فتراهما متساويتين . دوّر المرآة مع نصف الدائرة خمس عشرة درجة ترَ الشعاعة المنعكسة قد دارت ثلاثين درجة عن وضعها الأول . ثم ضع قطعة زجاج على شكل مكعب او متوازي المستطيلات مكان المرآة وبيّن انكسار الأشعة . ثم ضع منشوراً ثلاثياً ثم قرصاً اسطوانياً من الزجاج او كوب ماء وعلّم

أثر شعاعة الضوء على الصحيفة فتتمكن من قياس زاويتي الوقوع والانكسار واستنباط قانون الانكسار .

ويمكن تعيين أشعة الضوء بواسطة الدبابيس التي تصفّ في خط النظر الواحد فيتعيّن بها امتداد الأشعة . لكن جعل أشعة الضوء تخطّ ديغرامها بخطوط نيّرة أشدّ تأثيراً على مشاهدة المتعلم في ترسيخ الاختبار في ذهنه .

٢ ثم يستدرج الطالب الى تكوّن الصور بالمرايا الكروية والعدسات وذلك بتوقيع صورة السلك المتوهج في مصباح كهربائي ثم صورة الشمس ثم صورة شبح بعيد على الحائط او على صحيفة بيضاء. غيّر بعد الشبح يتغير بعد الصورة. قس الابعاد عدة مرات واستنبط قانون العلاقة بين بعد الشبح وبعد الصورة ومحترق المرآة او العدسة. ان هذا الاختبار يبيّن الصورة المتكونة ولكنه لا يبيّن الأشعة ولا كيفية تغيّر امتدادها في الانعكاس والانكسار فتُستَظهَر كيفية تكوّن الصورة . يلزم لذلك استعمال صندوق الدخان البصري واجراء الاختبارات به على الكيفية التالية :

٣ صندوق الدخان البصري صندوق اعتيادي طوله بين سنتين سنتيمتراً ومتر وعرضه وعلوه حوالى ٢٥ سم، وجوهه المستطيلة من زجاج (ويكفي أن يكون وجه واحد من زجاج) . وأحد وجوهه الصغيرة فيه كوّة مستديرة تصوّب عليها أشعة الضوء . وفي أحد أطراف الصندوق أنبوب صغير ينفخ فيه دخان الى

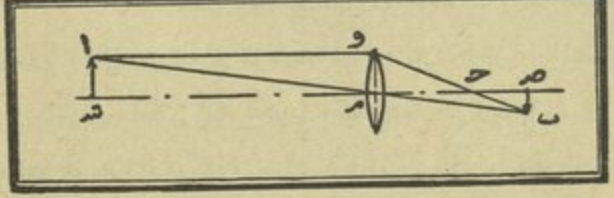
داخل الصندوق . فإذا صوّبت أشعة الشمس بواسطة مرآة على الكوة في اتجاه طول الصندوق ظهرت الأشعة في الدخان . ضع عدسة معترضة أشعة الشمس وشاهد تجمعها في المحترق ثم انتشارها منه . ثم ضع حاجباً على الكوة فيه صف من الثقوب الصغيرة تَرَ الأشعة متفردة في وقوعها على العدسة وبعد نفوذها منها . بيّن الحالات التالية لكي يشاهدها المتعلم :

أ الأشعة الموازية لمحور العدسة تتلاقى في المحترق . والأشعة المتوازية المائلة على المحور تتلاقى في سطح الاحتراق .

ب الشعاعة المارة في مركز العدسة البصري لا تنحرف .

جـ الأشعة الصادرة عن نقطة تتلاقى في نقطة بعد نفوذها من العدسة ، ويلزم لذلك ان توضع عدسة ثانية خارج الصندوق بين الكوة والمرآة التي تعكس أشعة الشمس عليها .

ان هذه الأوليات الاختبارية الأساسية تتخذ بعد ذلك مبدأ للاستنتاج المؤدي الى قانون العدسة والمرآة الكروية . فيمكن استنتاج قانون العدسة من الأوليات أ ، ب ، جـ أعلاه كما يلي (انظر الى الرسم) : (ش أ) يمثل الشبح ، (أ و) الشعاعة الصادرة



عن (أ) موازية لمحور العدسة فتمر في المحترق (ح) بعد نفوذها

من العدسة . (أ م) الشعاعة الصادرة عن (أ) المارة في مركز العدسة وهي لا تنحرف وتلاقي الشعاعة (و ح) في (ب).

خذ المثلثين المتشابهين (أ ش م)، (ب ص م) حيث أ ش: ب ص = ش م: م ص وفي المثلثين المتشابهين (و م ح)، (ب ص ح) حيث و م: ب ص = م ح: ح ص.

ومن حيث ان أ ش = و م إذن ش م: م ص = م ح: ح ص.

ش م = ش = بعد الشبح.

م ص = ص = بعد الصورة.

م ح = ح = بعد المحترق.

ح ص = ص − ح

عوّض هذه المقادير في التناسب أعلاه وبسّط المعادلة تصبح:

$$\frac{1}{ش} + \frac{1}{ص} = \frac{1}{ح}$$

وهي قانون العدسة موصولاً إليه بالاستنتاج.

هذا والذي من درجته مثل قوة تكبير التلسكوب ومحترق عدستين معاً هو منتهى ما يعطاه طالب الثانوية من استنتاج قوانين البصريات وذلك بعد ترسيخه في استنباط القوانين ودرس الأجهزة بالاختبار العملي. أمّا على مستوى الكلية فيتسع مجال الاستنتاج بالاشتقاق الرياضي مع ملازمة الاختبار العملي الى النهاية. فيعطى مثلاً استنتاج قانون العدسة من الأساس

أي من قانون الانكسار وقانون الجيوب في المثلثات . وتبيّن له بعض الحالات حيث الاستنتاج العقلي المجرد يوصل الباحث الى نتائج عملية يصعب او يتعذر الوصول إليها بالاختبار العملي وحده وذلك كما في تصميم عدسة مركبة من عدستين لتصحيح الزيغ اللوني . ومن الضروري اعطاء الطالب حلّ أعمال البصريات بالرسم الهندسي كما بالحساب الجبري، على اننا نفضّل ترجيح كفة الرسم الهندسي في المراحل الأولى من درس البصريات .

ان ما تقدم شرحه يختص بفرع واحد من علم البصريات المسمى « بالبصريات الهندسية » وهو يشمل الانعكاس والانكسار والمرايا المستوية والمحدبة والمناشير والعدسات على أشكالها المتنوعة والآلات البصرية كالتلسكوب والميكرسكوب والبكترسكوب وآلة التصوير والسينما . ويتلو البصريات الهندسية فرع « البصريات الطبيعية » الذي يشمل تداخل الأشعة بالتوافق او التناقض والظاهرات التي تنتج عنه . وتدرس هذه بدرس الضياء الواقع على حاجب من الأشعة النافذة من شق ضيق او شقين متقاربين والأشعة النافذة من ثقب صغير وتلتوي على محيط حاجب دائري يعترضها . ومن ذلك تتدرج الى درس المخطط الضوئي Diffraction Grating وقياس « أمواج الضوء » بواسطته .

ان مواضيع البصريات الهندسية والطبيعية تدرّس على درجتين ، الدرجة الأولى تشمل القوانين التقريبية التي لا تستدعي

أكثر من التحليل الرياضي البسيط وهـذه تكون على مستوى التعليم الثانوي والسنة الأولى من الكلية . امـا التدقيق في المشاهدة وفي التحليل الرياضي على الدرجة الثانية فهو من منهج السنين الأخيرة على مستوى الدراسة الكلية .

ونودّ قبل ختام هذا الفصل ان ننبّه مدرّسي الفيزياء والطلبة أيضاً الى الانعتاق من اقفاص المختبرات ضمن جدران الأبنيـة وتوسيع آفاقهم الى مختبر الطبيعة العظيم. إذ قد تسمّرت الأفكار في التعليم المدرسي على اعتبار الاختبار العملي محصوراً في المختبر ضمن الجدران وانحسرت الأبصار عن مختبر الطبيعة . وقد نبهنا مدرسي النبات والحيوان والتاريخ الطبيعي الى ذلك في غير هذا الفصل . ونلاحظ في هـذا المقام ان كثيراً من ظاهرات الضوء والتموّج يمكن مشاهدتها خارج المختبر بجلاء ووضوح أكثر مما فيه لأنها تكون على مقياس أعظم مما فيه. لاحظ مثلاً التواء أشعة الضوء بمراقبة ضوء بعيد على سمت زاوية بيت . ازح وضع العين تدريجياً حتى يختفي الضوء عن العين ثم ارجعها حتى تصبح حافـة الحاجب خارجة عن الخط الواصل بين العـين والضوء فترى ان الانتقال من ضياء الضوء الى ظل الحاجب يكون تدريجياً وترى ان حافة الحاجب تظهر متقعرة بالتواء أشعة الضوء عليها . لاحظ أيضاً عين الظاهرة حين تكون أضواء السيارة في الشارع نحوك وبينك وبينها أشباح تحجب ضوءهـا فترى محيط الشبح خطّاً

نيّراً ... وادرس التموّج على وجه الماء في البرك الكبيرة حين تكون الريح ساكنة ولا يتحرك وجه الماء الاّ بالتموّج الذي تثيره أنت ... ولا نهاية لتعداد الظاهرات الضوئية التي تدرّس في مختبر الطبيعة درساً علمياً أصولياً متمماً ومكملاً بالانتشاء بجمال الطبيعة وروعتها . ومع ذلك دقق ما شئت تدقيقه في المختبر .

•

الكهربائية والمغناطيسية

١ الكهربائية الاستاتيكية

كانت المعرفة العلمية في اول عهدها بالكهربائية مقتصرة على ظاهرات الكهربائية الاستاتيكية وهي الكهربائية الحاصلة بالفرك. وكان علم الكهربائية مؤسساً على قياس القوى المتبادلة بين الأجسام المكهربة . وبناء على قياس القوى عُرّفت وحدة الكمية الكهربائية واستنبط قانون التجاذب والتنافر بين الأجسام المكهربة ، ثم عُرّفت « شدة المجال الكهربائي » في وضع مجاور للجسم المشحون بالكهربائية بالقوة على وحدة الشحن الكهربائي في ذلك الوضع. وعُرّف « الجهد الكهربائي » في وضع ما بالطاقة التي تصرف على وحدة الشحن في جرّها من خارج المجال الكهربائي الى ذلك الوضع فيه او في اخراجها من ذلك الوضع الى خارج المجال. ثم عُرّفت « الوساعة الكهربائية » للأجسام المشحونة بالتناسب بين مقدار الشحنة على الجسم المكهرب والجهد الكهربائي على سطحه . وكانت الأدوات المستعملة للقياس « الكشاف الكهربائي » اي « الالكترسكوب » و « ميزان الفتل » و « الالكترومتر » . وكانت آلة « ومزهرست » تولد

تكهرباً على قطبيها يحدث شرارة بينهما . وكانت المكثفات الكهربائية من نوع « جرة ليدن » تشحن بالكهربائية بوصل صفيحتيها بواسطة سلك معدني الى قطبي آلة ومزهرست . فتبين انتقال الكهربائية وأدرك « التيار الكهربائي » ادراكاً عقلياً قبل ان يختبر اختباراً حسياً ، لان التيار الممكن سحبه من آلة ومزهرست كان ضئيلاً جداً بحيث لم تظهر آثاره المغناطيسية والكيميائية او الحرارية (الا في الشرارة التي تشب بين جسمين مكهربين) .

لاحظ ان قانون التجاذب الكهربائي مماثل تمام التماثل لقانون التجاذب العام من جهة شكله الطبيعي ونصه الرياضي . وكذلك شدة المجال الكهربائي مماثلة لشدة المجال الجاذبي الارضي ، والجهد الكهربائي مماثل للطاقة الوضعية التي لجسم فوق سطح الأرض وزنه وحدة الوزن . (الفرق في الجهد الكهربائي بين سطح جسم مكهرب ووضع في المجال الكهربائي التابع له تماثله الطاقة الوضعية التي لوحدة الوزن منسوبة الى سطح الارض . والطاقة اللازمة لاخراج وحدة الوزن الى خارج المجال الجاذبي الأرضي هي الجهد الجاذبي المماثل للجهد الكهربائي) .

يتبين من الشرح أعلاه ان معالجة التكهرب الاستاتيكي هي على درجة البحث في قانون التجاذب العام لنيوتن في جميع نواحيه . وادراك كليهما يستوجب درجة في تفتح القوى العقلية على مستوى الدراسة الكلية والجامعية العالية ، ويستلزم اختباراً

عملياً وتحليلاً رياضياً على ذاك المستوى أيضاً . وقد كانت هذه المرحلة من علم الكهربائية وعرة المسالك، أبحاثها صعبة ونتائجها ضئيلة بعيدة المنال وذلك من جهة الاهتداء الى توجيه القوى الكهربائية لخدمة الانسان في أعماله .

أما خواص الكهربائية الاستاتيكية التي تمكن الانسان من الحصول عليها بالفرك فهي جهد (ضغط) عال وكمية ضئيلة وتيار شحيح . الضغط العالي يظهره طول الشرارة الكهربائية التي تثب بين قطبي المنبع. شرارة طولها سنتيمتر واحد في الهواء تمثل ضغطاً مقداره ثلاثون الف فلط. يمكن الحصول على شرارة تثب عشرة سنتيمترات بين قطبي آلة ومزهرست . أما التيار الممكن سحبه من الآلات الكهربائية الاستاتيكية فلا يزيد عن جزء من مئة الف من الامبير . ان الضغط الكهربائي العالي مع التيار الشحيح يشبه البخار على ضغط عظيم داخل المرجل ولكن لا منفذ له إلا ثقب ابرة . وعلى نحو ما البخار في حالة كهذه لا يقدر على تحريك آلة بخارية كذلك الكهربائية المولدة بالفرك ليس لها القدرة على تحريك محرك كهربائي او احداث قوى مغناطيسية او تأثيرات كيميائية وحرارية محسوسة .

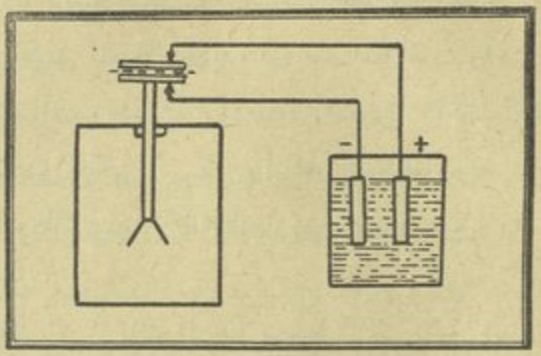
٢ الكهربائية الجلفانية الكيميائية

بدأت المرحلة الثانية في علم الكهربائية باكتشاف ظاهرات

الكهربائية الجلفانية الكيميائية. وكان ذلك على أثر ملاحظة لاحظها العالم الايطالي « جلفاني » حين كان يشرّح ضفدعة معلّقة بعُلاّقة معدنية. فحدث ان مسّ عصبَها المكشوف صفيحةٌ من معدن غير معدن العُلاّقة فانتفضت رجلها على النحو الذي كانت تنتفض به حين يمسها سلك مكهرب موصول بآلة ومزهرست. فأدرك جلفاني حالاً امكانية حدوث تكهرب بين معدنين مختلفين يصل بينهما جسم رطب، وأدّت ملاحظته هذه الى التجارب على غمس معدنين مختلفين في سوائل مختلفة. وقد تابع تلك التجارب بعده زميله « فولطا » حتى توصل الى اختراع الخلية الكهربائية المعروفة باسمه.

ان القضية الاولى التي يثيرها الباحث لنفسه ويطلب البرهان عليها هي «هل التكهرب الجلفاني من نوع التكهرب الحاصل بالفرك؟» والاثبات هو الاختبار العملي. وكيف أثبتوا ذلك ولم يكن لديهم في ذلك الزمن من أدوات القياس غير الالكترسكوب الذي يقيس الجهد الكهربائي بمقدار التباعد بين ورقتيه؟ اذا وصل رأس الالكترسكوب الى أحد قطبي المنبع الكهربائي وجوانب صندوقه المعدنية (ما عدا وجه واحد من الزجاج) الى القطب الآخر حدث تباعد محسوس بين الورقتين اذا كانت الفلطية بضع مئات من الفلطات. ولكن يمكن تحريك الورقتين بتأثير خلية او خليتين بالتسلسل اذا زيدت على الالكترسكوب

صفيحة معدنية توضع على رأسه الذي يكون على شكل قرص دائري وكان بينهما قشرة رقيقة من مادة عازلة . (انظر الى الرسم التالي). صل أحد قطبي الخلية الى رأس الالكتروسكوب



والقطب الآخر الى الصفيحة التي عليه ثم افصلهما عن الخلية . ارفع الصفيحة عن رأس الألكتروسكوب فينتشر التكهرب الذي كان عليه الى الورقتين فتتباعدان تباعداً محسوساً . ومن بعد ذلك يتخذ الفولطميتر الاعتيادي للدلالة على فلطية الخلية وقياسها .

ان فلطية الخلية الاعتيادية هي بين فلط واحد وفلطين . قابل ذلك مع مئة وخمسين ألف فلط بين قطبي آلة ومزهرست حين تكون الشرارة بين قطبيها خمسة سنتيمترات ولكن التيار الممكن سحبه من الخلية بسهولة امبير واحد . قابله مع الحد الأعلى للتيار الممكن سحبه من آلة ومزهرست وهو جزء من مئة الف من الامبير . انما يمكن صنع خلايا ذات صفائح عظيمة

المساحة وربط عدة خلايا بالتوازي بحيث يكون التيار المسحوب منها بين العشرة والمئة أمبير . فكان على أثر الاختبار بالتيار الغزير المسحوب من الخلية ان تبيّنت آثاره المغناطيسية والكيميائية والحرارية فاتسع البحث واكتُشفت ظاهرات وقوانين عديدة. وأدّى تطبيق المعرفة الجديدة الى عدة اختراعات وأعمال علمية منها التلغراف والتلفون والاضاءة والتحليل الكيميائي. لكن مجال تطبيق الكهربائيـــة وانتشار استعمالها وتعميمه بقي محدوداً وذلك بسبب كلفة البطاريات وصعوبة صنعها والعناية بها وتجديدها .

لاحظ انه في تلك المرحلة من علم الكهربائية كانت الجهود موجهة لاختراع أنواع الخلايا للوفاء بالحاجات المختلفة . فخلية دانيال مثلاً كانت أكثر موافقـة من غيرهـا للتلغراف الذي يستلزم تياراً متواصلاً على الدوام غير منقطع . وخلية لكلانش كانت توافق الحاجات كالجرس الكهربائي التي تستلزم تيـاراً غزيراً مدة قصيرة في فترات متقطعة . . . الخ . وكانت الحاجـة الى فلطية عالية تقتضي ربط صف من الخلايا بالتسلسل، والحاجة الى تيار غزير تقتضي ربط عدة صفوف بالتوازي. فكان حساب هذه الترتيبات من المعلومات البارزة الهامة . أما اليوم فقد تغيّرت الحال بتعميم الكهربائية من المنابع الكهربائية المغناطيسية (الدينمو) التي يحركها محرك حراري . وكذلك قد حلّت الخلية الجزّانة

الرصاصية محل معظم الخلايا التي كان لها شأن في زمانها وذلك في المجال المحدود الذي لا يستغنى فيه عن البطاريات الكهربائية الكيميائية كما في التلغراف والتلفون والسيارات وغير ذلك .

٣ الكهربائية المغناطيسة

ان اكتشاف التمغنط الكهربائي اي التمغنط المقترن مع التيار الكهربائي عقب اكتشاف الخلية الكهربائية وتيارها الغزير نسبة الى ما كان معروفاً من قبل ، أمّا التكهرب المغناطيسي اي التكهرب الحاصل في المجرى القابل لايصال التيار الكهربائي من حركة المغناطيس بالنسبة اليه فقد اكتشفه العالم الانكليزي « فراداي » بتحريك مغناطيس بحيث قاطعت خطوطه لفّات ملف موصول طرفاه الى جلفانومتر حساس فأظهر الجلفانومتر تكهرباً وقتياً لازم الحركة النسبية بين المغناطيس والملف . وهذا الاختبار البسيط يجب ان يبدأ به القاء موضوع التكهرب المغناطيسي الذي فتح باب المرحلة الثالثة في علم الكهربائية وأتمّ تبيين وحدة الكهربائية والمغناطيسية وأدّى الى استنباط قوانين جديدة واختراع عدد عظيم من الآلات والأجهزة والأدوات الكهربائية . وأعظم هذه أهمية في تعميم استعمال الكهربائية وتوزيعها على البيوت والمعامل في المدن والقرى هو

اختراع الدينمو .(المولّد الكهربائي المغناطيسي) والمحوّلة الكهربائية والمحرّك الكهربائي .

كانت خواص الكهربائية الاستاتيكية الحاصلة بالفرك المولّدة بآلة وزهرست ضغطاً شديداً وتيّاراً شحيحاً . والكهربائية الجلفانية الحاصلة من الخلية الكهربائية كان ضغطها ضعيفاً لكن التيار الممكن سحبه منها كان غزيراً . أمّا الكهربائية المغناطيسية المولّدة في الدينمو فقد جمعت ميّزتي الاثنين معاً وهما ضغط شديد وتيّار غزير .

٤ تدرج علم المغناطيس

نشأ علم المغناطيس مستقلاً ومنفصلاً عن علم الكهربائية اذ لم تكن علاقة بين الاثنين معروفة. وقد تدرج علم المغناطيس بناء على القياسات المغناطيسية الميكانيكية على نحو مماثل لعلم الكهربائية الاستاتيكية فكان لكل هوية ولكل قانون في العلم الواحد نظيره في العلم الثاني معبّراً عنه بمعادلة من عين الشكل . فالأقطاب الشمالية والجنوبية تُناظِرها وتُقابِلُها الشحنات الايجابية والسلبية ، وقانون التجاذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية ، وشدة المجال المغناطيسي ، والجهد المغناطيسي تقابلها نظائرها في الكهربائية الاستاتيكية . حتى

وحدة الشحن الكهربائي خلقوا لها نظيراً وهمياً هو «القطب المنفرد» ... وكانت قوة القطب الذاتية وشدة المجال المغناطيسي في وضع معين ، وهي المقادير ذات الاهمية ، تقاس بالقوى العاملة على إبرة مغناطيسية . ثم بعد ان اكتشف التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي تمكنوا من حساب شدة المجال المغناطيسي في وضع معين تابع للتيار الكهربائي من مقدار التيار وشكل المجرى الهندسي وعدد لفاته . انبوب اسطواني طوله حوالى ٦٠ سم وقطره ٤ سم يلف عليه مجرن كهربائي لفاً منسجماً متلازاً فتكون شدة المجال المغناطيسي على قاعدتيه في اتجاه محوره الطولي وذات مقدار متناسب مع التيار وعدد اللفات على وحدة الطول من الأنبوب . فأصبح في الامكان انشاء مجال مغناطيسي عياري بحسب مقداره من المجرى الكهربائي والتيار ولكنه لا يقاس الا بالقوى الميكانيكية على ابرة مغناطيسية . وفي ذلك من الصعوبة ما يتعذر به قياس المجال المغناطيسي الا في حالات خاصة محدودة . ولم يتمكنوا من قياس المقادير المغناطيسية بطريقة كهربائية الا بعد اكتشاف التكهرب المغناطيسي. ومبدأ قياس المقادير المغناطيسية كهربائياً يتبيّن بالاختبار التالي البسيط : اربط طرفي ملف معين الى قطبي جلفانومتر ، وأدخل قطباً مغناطيسياً الى الملف فيتحرك مؤشر الجلفانومتر. ثم اخطف الملف بعيداً يتحرك المؤشر مقداراً

مساوياً في الاتجاه المعاكس . اعد التجربة على قطب مغناطيسي آخر فتكون النسبة بين الانحرافين في الجلفانومتر كالنسبة بين قوتي القطبين المختلفين. او اذا وضع «ملف كشاف» في وضع ما في مجال مغناطيسي وخطف منه دلّ انحراف الجلفانومتر على شدة المجال في ذلك الوضع . فصاروا بعد ذلك يقيسون شدة مجال مغناطيسي مجهول بمقابلته مع «مجال عياري» تابع لتيار كهربائي في مجرى معيّن وذلك بواسطة الملف الكشاف والجلفانومتر. ولا تزال كتب الفيزياء لطلاب التعليم العام تلقّن ان شدة المجال المغناطيسي تقاس بالقوة العاملة على قطب منفرد – وهذا التلقين هو تلقين كلامي ببغائي فارغ لأنه يشير الى عملية غير ممكنة اذ واسطتها هي هوية وهمية . للقطب المنفرد وظيفته في مرحلة التحليل العقلي المجرد على مستوى الدراسة العالية ، فهو فكرة يستعان بها في تلك المرحلة وتدخل في بعض حساباتها ولكنها تختزل في النتيجة النهائية .

٥ الكهربائية والمغناطيسية في كتب التدريس

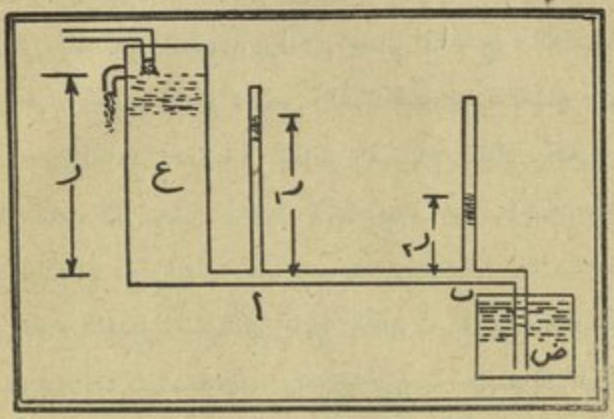
كانت كتب الفيزياء المدرسية حتى أواخر القرن الماضي تحوي معظم ما كان معروفاً عن الكهربائية والمغناطيسية . وكانت تدرّس لنخبة من طلاب التعليم العالي على مستوى

الكليات . ثم صار المؤلفون يزيدون عليها كل ما استجدّ من القوانين المكتشفة والأجهزة والأدوات المخترعة . وبقيت المواضيع مرتبة في الكتب على حسب تسلسلها التاريخي . وقد حاول بعض المؤلفين الخروج عن ذلك الترتيب وتقديم العلم على أساس التسلسل المنطقي . ولكن معظم المناهج والكتب لا تزال على الترتيب القديم ، وهو ترتيب عقيم يجب تغييره من أساسه . والمناهج الدراسية للتعليم العام مثقلة بكثير من المعلومات التي يجب طرحها لانها بعيدة عن حاجة طالب التعليم العام .

نقترح التعديل التالي في منهج الكهربائية والمغناطيسية ، واسلوب تقديمها للمبتدىء ، وتدرج منهجها حتى نهاية الدراسة الثانوية :

أولاً : أن يكون الدخول الى موضوع الكهربائية عن طريق التيار الكهربائي. ليعرض على الطالب ان يتخيّل التيار الكهربائي غير المرئي شبيهاً بتيار الماء المدرك ادراكاً حسياً يشمل أكثر من حاسة البصر . أما وجها الشبه اللذان يجب ترسيخهما في ذهن الطالب فهما الفرق في الضغط بين وضعين على مجرى الماء وغزارة التيار. ويكون ذلك بتقديم الاختبار التالي على مجرى يسيل فيه الماء حسب ما هو مبين في الرسم التالي. المنبع (ع) حوض يصب فيه الماء حتى يصل الى الارتفاع (ر) فوق المنفذ (ذ) . والمجرى

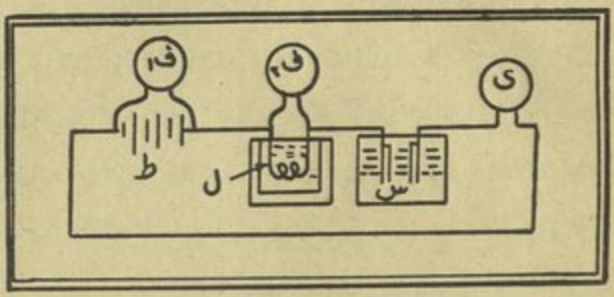
الموصول الى المنبع هو الأنبوب من ذ الى ن حيث يصب الماء في الحوض (ض) . ان غزارة التيار تقاس بكمية الماء الذي يصب في الحوض (ض) في وحدة الزمن وهي تتوقف على



ضغط المنبع الذي يقاس بالارتفاع (ر) وعلى مقاومة المجرى بين ذ ، ن . والفرق في الضغط بين نقطتين أ ، ب على المجرى يقاس بالفرق بين الارتفاعين ر١ ر٢ .

ثانياً: بعد ان يشاهد الطالب المجرى المائي المبيّن في الشرح السابق يعرض عليه مجرى كهربائي حسب ما هو مبين في الرسم التالي وهو مؤلف من منبع كهربائي وهو بطارية سيارة (ط) توصل بالتسلسل مع ملف (ل) مغموس في الماء في كالوريمتر ثم مع مفتاح كهربائي (س) فيه لوحتان من النحاس مغموستان

في محلول كبريتات النحاس، ثم مع اميتر (ي). وليكن فلطميتر (ف ١) موصولاً بالتوازي مع قطبي البطارية وآخر (ف ٢) بالتوازي مع الملف ل. وليكن في الكالوريمتر ترمومتر ليدل



على مقدار الحرارة المتولدة من التيار الكهربائي في الملف ل. ليبيّن للطالب ان قراءة الفلطميتر (ف ١) مماثلة للارتفاع ر في مجرى الماء، وقراءة ف ٢ مماثلة للفرق في الارتفاع بين ر١، ر٢. ومقدار ما يترسب من النحاس في وحدة الزمن على لوحة النحاس السلبية يتخذ دليلاً على غزارة التيار الكهربائي وقياساً له. وهو مماثل لكمية الماء الذي يصب في الحوض (ض). ثم ان قراءة الاميتر تتوافق مع معدل ترسب النحاس.

ثالثاً: لاحظ اننا نشير بضرورة استعمال الاميتر والفلطميتر منذ الابتداء. ولا حاجة عند بدء الدراسة ان يفهم الطالب كيفية عملهما، سوى ان احدهما يقيس الفرق في الضغط الكهربائي بين وضعين على المجرى والآخر يقيس غزارة التيار. ويجب ان

يؤكد على الطالب أن يتعلم كيفية وصل كل منهما في المجرى .

رابعاً : يبيّن للطالب التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي، وذلك بوصل ملف مغناطيسي كهربائي الى قطبي البطارية . يمكن ان يكون هذا الاختبار على حدة تالياً الاختبار السابق او مدموجاً معه، وذلك باضافة ملف المغناطيس الكهربائي بالتسلسل الى المغطس الكهربائي والملف الحراري في الكالوريمتر .

خامساً : من بعد هذه المقدمة يحسن أن تلقى لمحة تاريخية على تدرج علم الكهربائية والمغناطيسية على النحو الذي بيناه في هذا الفصل والطريقة التي مثلنا عليها في فصل «المشاهدة العيانية» صفحة ٤٣ للمبتدئين . والمواضيع التي يستحسن عرضها بصورة وصفية كيفية هي ما يلي : التكهرب بالفرك . الزجاج والحرير ، والأبونيت والصوف . تنافر الشحنات المتجانسة وتجاذب الشحنات المخالفة . كرة لب البيلسان والكشاف الكهربائي . انتقال الكهربائية الاستاتيكية على الأجسام الموصلة وانحصارها بالمواد العازلة . التكهرب بالتأثير على التقارب والتكهرب بالتماس . انعتاق الكهربائية عن الأجسام المكهربة وسرعة الانعتاق عن الرؤوس الحادة . الشرارة الكهربائية . آلة ومزهرست (من دون شرح كيفية عملها) وهي منبع كهربائي استاتيكي .

أمّا الصور الذهنية المجردة وهي وحدة الشحن الكهربائي الاستاتيكية ، وشدة المجال الكهربائي بتعريفها الكمي والجهد

في المجال الاستاتيكي وعلى الأجسام المكهربة ، وقانون الجهد والوساعة والكمية ، وقانون التجاذب والتنافر في صيغته الكمية الرياضية، فهي من الابحاث التي يجب أن ترجأ حتى يصل الطالب الى متوسط الدراسة على مستوى الكلية .

ومواضيع الكهربائية الجلفانية التي يستحسن تقديمها في هذه اللمحة التاريخية هي ملاحظة جلفاني على الضفدعة . ابحاث فولطا واختراع الخلية الأولية على أشكالها المختلفة . يكفي ذكر المواد التي تتألف منها مع ظاهرة انحطاط الخلية وتجددها من دون تفصيل التفاعلات الكيميائية ومعادلاتها . استظهر التكهرب بين قطبي الخلية بواسطة الفلطميتر مع ان هذه الاداة لم تكن معروفة في وقت اختراع الخلية . واستظهر أيضاً تجانس الكهربائية الاستاتيكية والجلفانية على نحو ما بيناه في ما سبق من هذا الفصل . وبيّن أيضاً كيفية ربط عدة خلايا بالتسلسل وازدياد الفلطية بين قطبي الصف الواحد من الخلايا .

وبعد الكهربائية الجلفانية تقدم للطالب الظاهرات البدائية البسيطة في التكهرب المغناطيسي وكيفية استخدامها في قياس المجال المغناطيسي بدل القوة الميكانيكية العاملة على إبرة موضوعة في المجال . وكيفية تطبيقها في الدينمو الكهربائي المغناطيسي .

ولتقدم هذه المراحل الثلاث في أقل ما يمكن من الدروس

المتتالية . ثم يعود المنهج بالطالب الى المنابع والمجاري الكهربائية المتسلسلة والمتشعبة على حسب ما يعرفها العامل الكهربائي البسيط معرفة عملية .

أما تعريف الوحدات الكهربائية : الأمبير ، الفلط ، الأوهم فيجب أن يتقدمها فهم مبادىء الطاقة والقدرة وتعريف وحداتها الأرغ والجول والوط . يعرّف الأمبير والكولم أولاً بمعدّل الترسب ومقداره في المغطس الكهربائي . ثم يعرف الفلط بالطاقة (جول) التي تحملها او تعتقها وحدة الشحن الكهربائي (الكولم) ، على نحو ما يعرف الضغط المائي « بالطاقة في وحدة الحجم » من الماء المضغوط . كل وحدة الحجم من الماء التي تجتاز المجرى من أ الى ب (انظر الى الرسم والشرح على المجرى المائي المعطي أعلاه) تفقد من « طاقتها الضغطية » مقداراً يقاس بالفرق في الضغط بين أ ، ب وذلك المقدار من الطاقة يتحول الى حرارة . كذلك في المجرى الكهربائي حيث الملف المغموس في الكالوريمتر . كل وحدة من الشحن الكهربائي التي تجتاز الملف في الكالوريمتر تفقد من طاقتها الكهربائية مقداراً يقاس بالفلطية بين طرفي الملف ، وتتحول الطاقة الى حرارة بموجب الدستور التالي :

$$٢ ، ٤ \text{ ود} = \text{ك ف}$$

حيث و = المكافي المائي الحراري للكالوريمتر بما فيه ، د =

ارتفاع درجة الحرارة ، ك = كمية الكهربائية بالكولم التي اجتازت الملف في الكالوريمتر ، ف = الفلطية على طرفي الملف.

ثم من بعد تعريف الأمبير والفلط تعرف وحدة الأوهم وقانون اوهم . أما قانون جول فهو المعبر عنه بالدستور أعلاه في تعريف الفلط. نكتفي بما أوردناه الى هذا الحد لنبين المدخل الى علم الكهربائية وكيفية تدرج منهجه في مرحلته البدائية .

الالف والياء

في أصول التربية والتعليم وتدريس العلوم

١ التعليم هو عمل محبة الأخ لأخيه وأخته ومحبة الأخت لأختها وأخيها . وهي المحبة المقترنة مع الفهم والمعرفة الصحيحة حيث لا يجاري المحب من يحبه في ما هو مخالف لنظام الحياة وسنتها السوية الصالحة . أما الجاهل فيجاري من يحبه في أهوائه الزائغة عن نظام الحياة .

٢ المحبة المقترنة مع الفهم توقظ في نفس المحب الشعور بالواجب وتحثه على تأدية الواجب بأمانة واخلاص .

٣ أول واجب يترتب على المعلم هو اعداد نفسه بالدراسة العامة والخاصة حتى يكون كفؤاً للتعليم. ثم عليه أن يستعد كل يوم على الدروس اليومية استعداداً تاماً وذلك بأن يعي منهج كل درس ويرسم خطته .

٤ أساس دراسة العلوم هو التعرف الى الطبيعة بالمشاهدة العيانية التي تتبيّن بها أبسط وجوه النظام الذي تتمشى عليه الكائنات . والمشاهدة العيانية تقتضي ارهاف الحواس أولاً وإيقاظ قوى الانتباه والملاحظة . وعلى المعلم أن يحث الطالب على مشاهدة

الأشياء وملاحظتها واكتشافها بنفسه لا ان يدله على كل شيء بالتلقين ، إلاّ بعد ان يتعذّر عليه ملاحظة الشيء المطلوب .

٥ وتتدرج المشاهدة العيانية الى الاختبار العملي بالتجربة حيث يتسلط المراقب على العوامل الطبيعية ويغاير شدتها ثم يلاحظ تغاير تأثيرها على الشيء الذي يختبره . وفي هذه الدرجة العليا من الاختبار بالتجربة لا يصل الباحث الى نتيجة إلاّ بالاستعانة بالتفكير المجرد في تمحيص نتائج الاختبار والقياس . والنتيجة التي يصل اليها التفكير المجرد يجب ان تترجم الى صيغة الاختبار .

٦ المختبر الأول هو الطبيعة المباحة لكل من يتعشقها في الفلك والسهول والجبال والانهار والبحر ، في البرية والحقول والبساتين ، في مشاهدة الجماد والأحياء من نبات وحيوان .

٧ الدرجة الثانية في الاختبار هي مبادىء اختبار الفلاح في زراعة النبات وتربية الحيوان ، ومبادىء اختبار الصانع المدني في الصناعات المختلفة .

٨ على أساس ما تقدم تبنى الدراسة المدرسية . ولا تغني الدراسة المدرسية عن مداومة دراسة الطبيعة دراسة مباشرة . أما المختبر العلمي في المدرسة فهو لتدقيق بعض المشاهدات والاختبارات في دراسة الطبيعة على النحو المتقدم شرحه . العمل في حديقة المدرسة وحديقة البيت والتدرب على الصناعات البيتية

من تحضير المواد وأشغال النجارة والميكانيك والكهرباء، وزيارة الطبيعة خارج المدينة، وزيارة المصانع في المدينة – هذه كلها اعمال متممة ومكملة للدراسة العلمية، والتربية الصحيحة .

٩ تتدرج المعرفة العلمية وأساليب التدريس تدرجاً يتوافق مع تدرج القوى العقلية في تفتحها ونموّها .

١٠ والغاية النهائيـة من كل علم ان يعرف الانسان نفسه ويفهم نظام الكون ومقام نفسه فيـه ومعنى حياته وغايته منها، وأن يسدد خطاه بالتوافق مع نظام الكون للوصول الى غايته المثلى .

•

اصول تدريس العلوم

التوجيه التربيوي ٧
الهدف والطريق ١٥
مقومات الدراسة الصحيحة ٢٢
رياضة الحواس والقوى العقلية ٢٨
استعداد الطالب واعداده ٣٦
العلم والفن ٤٠
المشاهدة العيانية اساس المعرفة العلمية ٤٢
من المشاهدة والاختبار الى التفكير المجرد (الباصرة والبصيرة) . ٥٢
القوانين الطبيعية – استنباطها بالاختبار العملي . . . ٥٩
تالقوانين الطبيعية – استنتاجها منطقياً بالاشتقاق الرياضي . . ٧٢
طبيق القوانين الطبيعية ٨٥
النظريات العلمية ٩٥
الدراسة النظرية والدراسة العملية ١١٠
اساليب التدريس ١١٤
المنهج – انتقاء مادته وتنسيقها ١٢١
خطة التدريس ١٣٦
العلم العام في مبادىء العلوم وختام المناهج . . . ١٤٣
علوم الكيمياء والاحياء ١٥١
الفيزياء ١٥٩

الحساب والجبر ١٦٧
الهندسة ١٧٢
الميكانيك ١٨٣
الضوء – البصريات ١٩١
الكهربائية والمغناطيسية ١٩٩
الألف والياء في اصول التربية والتعليم وتدريس العلوم . . ٢١٦

507:D88uA:c.2
ضومط ،اميل جبر
اصول تدريس العلوم
AMERICAN UNIVERSITY OF BEIRUT LIBRARIES
01027044

AMERICAN
UNIVERSITY OF BEIRUT