

الادراك الهندسي

بقلم: د. أحمد هبيي

مقدمة

ينوه المنهاج الجديد في الرياضيات للصفوف الابتدائية بنوعين من الادراك, هما الادراك العددي **תובנה מספרית** **number sense** والادراك الهندسي **תובנה גיאומטרית** **spatial sense**, ويوصي بتناول كل من هذين النوعين من الادراك عند تدريس مادتي الحساب والهندسة.

وان كان المنهاج يذكر ما يعنيه بالادراك العددي في عدة مواضع, بل انه يسمي فصلا كاملا في الصف الرابع بـ "الادراك العددي" ويعطي أمثلة عليه في كثير من مراحل التدريس, إلا أنه يغفل عن شرح الادراك الهندسي, أو تعريفه, أو اعطاء أمثلة عينية تحت هذا العنوان, مما جعل الكثير من المعلمين والمعلمات يسألون ما هو الادراك الهندسي, وكيف يمكن تدريسه, أو ان كانت مادة الهندسة التي يدرسونها لطلابهم تدرج تحت هذا الاسم الفصاف من "الادراك الهندسي".

لقد قمت في مقال سابق بشرح النوع الأول من الادراك, وهو الادراك العددي بشيء من التفصيل. وفي هذا المقال سأحاول أن أشرح الادراك الهندسي لفائدة معلمي الرياضيات, ولمحبي المعرفة.

ما هو الادراك الهندسي؟

يعرف "المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية" **NCTM** الادراك الهندسي **spatial sense** بأنه: "الشعور البديهي بالأشكال والفراغ". وإذا كان هذا التعريف غامضا وعمما بقدر ما يبدو ساذجا أيضا, فإن أصحاب التعريف يضيفون شارحين: " ان هذا الادراك يخص الهندسة التقليدية, بما في الادراك من قدرة على التعرف, التصور, التمثيل وتحويل الأشكال الهندسية. وهو يخص أيضا المواضيع الأقل تقليدية في الهندسة المستوية مثل طي الورق, التحويلات الهندسية (كالانعكاس والدوران والازاحة) التبليط, والاسقاط".

ان الفقرة الأخيرة تقودنا الى القول ان الادراك الهندسي ليس شيئا آخر غير "الاستدلال المكاني" أو ما يسمونه بالعبرية "תפיסת מרחב". وبالانجليزية **spatial reasoning**. والاستدلال المكاني هو على أية حال نوع واحد من انواع الذكاء الانساني - حسب تصنيف الغربيين له. إذ قسم جاردرنر الذكاء الانساني الى انواع منها الذكاء الحسابي, والذكاء اللغوي, والذكاء الموسيقي والذكاء الاجتماعي, مضيفا اليها نوعا آخر هو الذكاء الشعوري. والاستدلال المكاني هو باختصار القدرة على التعامل مع المكان. وهو القدرة على الانتقال من مكان إلى آخر مثلا, والوعي الصحيح بالاتجاهات.

أمثلة من الاستدلال المكاني

من أبسط الامثلة على الاستدلال المكاني او عدم الاستدلال المكاني, هو عدم معرفة المرء بالجهات الأربع, وهناك اصطلاح آخر يجمع هذه الصفات وهو "التأقلم مع المكان" أو "התמצאות במרחב", وما يعني حتما قدرة المرء على معرفة موضعه في المكان الذي هو فيه, والعلاقة بينه وبين أجسام (مبان, طرق, اماكن), وبين هذه الأجسام فيما بينها. وكثيرا ما يفقد المرء احساسه بالاتجاه. فلا يعرف الجهات مثلا. وعندما نكون في مدينة كبيرة, فإن معظمنا لا يعرف حقيقة العلاقة بين موضع البرلمان والجامعة, أو محطة القطار, على الرغم من أننا كنا في هذه المواضع مرارا وتقلنا بينها.

ولعبة المتاهة هي من اهم اللعب التي نستطيع ان نمثل فيها تموضع الطفل في المكان, وقدرته على ادراك العلاقات المكانية. وأكثرنا تعذبهم لعبة المتاهة هذه, حين يرغبون في الذهاب الى مكان كانوا فيه, ولكنهم لا يعرفون كيف يعودون اليه. وفي الهندسة قد يصعب على الطالب أن يتخيل الزاوية بين مستويين هما قاعدة الهرم وأحد جوانبه مثلا. أو كيف أن مستقيما ما ليس عموديا على مستوى على الرغم من أنه عمودي على واحد من مستقيمات هذا المستوى.

أهمية الادراك الهندسي

لا حاجة للخوض في أهمية الادراك الهندسي وتوضيح ما هو واضح. فالهندسة هي دراسة العلاقات المكانية, وهي العلاقات التي تكتنف حياتنا من حيث اننا مخلوقات نعيش في المكان الثلاثي الابعاد (طول وعرض وارتفاع). ففي الملاحة البحرية والبرية والجوية وفي الهندسة المعمارية وفي الفن, نحتاج الى هذا الخيال الذهني للأجسام والعلاقة بينها, حتى عندما تكون بعيدة عنا. فالمهندس المتمرس يرى واجهة بيت, ويستطيع أن يتخيل كيف يبدو البيت من الخلف أو من الجانب.

وفي الحساب نسعى دائما - وهذا دأب الرياضيات الحديثة - الى تصوير الأفكار الحسابية واعطائها صورا حسية مكانية. فمثلا عملية الضرب تصور بأنها قياس مساحة المستطيل. ونحن نمثل حلول مجموعة من المتباينات بواسطة تقاطع مجموعات الحل على محور الأعداد. ولا يمكن عزل الاستدلال المكاني عن التفكير او الاستدلال التحليلي, فالواحد يسند الآخر كما في المثال التالي, الذي فيه نريد ان نحسب كم شخصا نستطيع اجلسه على عدد من الطاولات نفرض 10 طاولات موضوعة في صف واحد, الواحدة بجانب الأخرى, حين تتسع الطاولة لشخص واحد من كل جهة؟

الادراك الهندسي ومنهاج الرياضيات

يتركز تعليم الهندسة في المدرسة الابتدائية على الاشكال, تصنيفها, صفاتها, بينما في المدرسة الثانوية يتركز على الجانب النظري الاستقرائي لهذا العلم. هو الجانب الذي يبدأ بنظام البديهيات, الاصطلاحات الاساسية, النظريات, البراهين والاستنتاجات. وعلى الرغم من أهمية هذه الدروس في المرحلتين, الا انها ومن جهة أخرى تبدو محدودة, وتحد من تفكير الطالب وفهمه الحقيقي للواقع الهندسي في العالم الذي يعيش فيه. فتطابق المثلثات ليس كل شيء في عالمنا الهندسي الحسي, والكلام عن مماسات الدائرة وعلاقتها بالأوتار لا تحتل جزءا مهما في حياتنا اليومية أو العملية, كبناء البيوت او تنظيم الحدائق او شق الطرق. ومن أجل أن نزيد احساس الطالب الهندسي, فان علينا أن نعرضه الى جبهة واسعة من الفعاليات الهندسية في جميع مستويات ومراحل تعليمه. في هذه الفعاليات ينبغي تعريف الطالب الى مشاهدات وتجارب حسية. وكمثال على ذلك ما يمكن ان نراه في الصور من الخدع البصرية والتي تغير نظرتنا الى العالم, أو ترينا على الأقل ان هذه النظرة متأثرة بعوامل خارجية. مثلا الخدعة البصرية التي ترينا ان قطعة مستقيمة أطول من الأخرى بسبب تغير وضع الأسهم في اطراف هذه القطع. (يفضل إعطاء رسمة مناسبة)

كذلك ينبغي استعمال الادوات والمواد التي نحكي فيها ما يجري في الطبيعة, مثلا المكعبات في البناء, او الألواح الهندسية (لوحة المسامير) "geoboard", والتثغرام, والبرامج الهندسية في الحواسيب المختصة بعمليات البناء والرسم.

مركبات الاستدلال الهندسي

لقد توصل بعض الباحثين, ومنهم بروس تينغ الى القول أن الاستدلال الهندسي نفسه ليس شيئا واحدا أو مهارة واحدة, بل هو مجموعة من المهارات والقدرات, نذكر منها المهارات التالية:

أ – ملاءمة العين والحركة eye – motor coordination وهي القدرة على ملاءمة حاسة البصر مع حركة الجسم او حركة اليد, مثلا في عندما نطلب من الأطفال أن يصلوا بين مجموعة من النقاط, أو ان يتبعوا مسيرة خط معين (مثلا عند كتابة الأحرف بلغة جديدة على الطفل). او حين يطلب منه تطويل او تلوين اجزاء من صورة.

ب – ادراك شكل – خلفية figure – ground perception وهي القدرة على تمييز شكل بين رسوم متداخلة. فمثلا عندما نرسم القطرين في المستطيل, فاننا نحصل على أكثر من 4 مثلثات هي المثلثات المنفصلة الظاهرة للعيان. كذلك تتضمن هذه المهارة ما عدا تمييز شكل بين مجموعة من الاشكال المتداخلة, اكمال شكل حسب نموذج معطى و تركيب صورة من اجزائها.

ج – ثبات الشكل, أو الثبات الشكل ادراكيا perceptual constancy وهي القدرة على الادراك ان الشكل لا يغير صفاته أو ماهيته اذا تغير موضعه أو تغيرت زاوية الرؤية التي ننظر بها الى الشكل. فمثلا يكون المربع في وضعه الطبيعي عندما يكون موضوعا أفقيا, اما اذا كان "واقفا" على واحد من رؤوسه, فقد يراه الأطفال معينا. وملعب كرة القدم وهو مستطيل الشكل يبدو لنا عندما نراه من الخارج, من جهة المرمى, شبه منحرف, وقد نراه من زاوية أخرى متوازي اضلاع. وعندما نرغب برسم مكعب, فاننا نبدأ برسم متوازي أضلاع كقاعدة لهذا المكعب, بينما القاعدة الحقيقية هي مربع. وفي الهرم تبدو الأضلاع من الجهة البعيدة عنا في الرسم أقصر من الأضلاع القريبة, دون أن يعني ذلك أنها أقصر بالفعل. والذين يمتلكون هذه القدرة او يكتسبونها عن طريق المران, يسهل عليهم تخيل شكل جسم ما بعد ان نقله, أو نديره, او نجري عليه بعض التغيير. خذوا على سبيل المثال فرش مجسم مثل المكعب أو الهرم, وهي الصورة الهندسية المستوية التي نحصل عليها عندما نفكك سطح الهرم ونجعله في مستوى واحد. او عندما نسأل ان كان شكل مستو يصلح ان يكون فرشا لهرم او واحد من المجسمات.

مثال آخر عندما نطوي ورقة مرة واحدة أو أكثر, ثم نثقبها في موضع واحد, ونعيد فتحها, فما هو الشكل المتكون. هذه القدرة تتبع صيرورة الأشياء التي تسير في سلسلة من التغييرات المحسوبة.

وكل هذه الأمور تتطلب قدرة على الخيال أو التخيل يملكها بعض الناس ولا يملكها غيرهم. وتعليم الهندسة بالشكل الصحيح باستعمال الفعاليات والأدوات المحسوسة, انما ينمي هذه القدرة على التخيل في اوضاع مشابهة, أو حتى في اوضاع جديدة.

د - ادراك الموضع في المكان, أو التموضع في المكان position – in – space

Perception

وهي قدرة المرء على ادراك مواضع الأشياء بالنسبة له. فلو سألت طفلا أن يشير لك باصبعه الى الجهة التي تقع فيها مدينة القاهرة مثلا أو دمشق او قارة كاوروبا لما استطاع. وهو عجز يتصف به البالغون أيضا, لعدم نمو حس العلاقة الوضعية بينهم وبين الاماكن, أو بين الاماكن بالنسبة لهم. وهؤلاء يعيشون في المكان محليا, أي انهم يعرفون كيف يذهبون الى المدرسة او مكان العبادة او المحطة أو المطار, ولكن العلاقة بين هذه المواضع من حيث الابعاد والجهات قد لا تعني لهم الكثير.

ففي الصف الرابع مثلا يتعلم الطلاب انهم اذا اداروا وجوههم ناحية الشمال , فان الشرق سيكون على يمينهم والغرب على يسارهم. ولكن لو سألوهم اين سيقع الشرق والغرب لو

اداروا وجوههم ناحية الجنوب, لما استطاعوا الاجابة. ولكن طلابا أكبر سنا قد يستطيعون الاجابة عن مثل هذا السؤال.
وقد يجد بعض الطلاب صعوبة في التعامل المكاني حتى في الأشكال القريبة منهم, مثلا التمييز بين الحروف p و b و d في اللغة الانجليزية, مما يسبب اعاقه في القراءة والكتابة عندهم.

هـ - ادراك العلاقات في الفراغ **perception of spatial relationships** وهو القدرة على رؤية جسمين أو أكثر بالنسبة لنفسك, أو بالنسبة إلى أحدهما الآخر. وكمثال على ذلك عندما يطلب من طالب أن يكمل نموذجا ما, كما في سلسلة الأشكال في امتحانات البسيخومتري, فإن عليه أن يرسم صورة ذهنية للعلاقة المكانية التي تربط الأشكال بعضها ببعض. هذه القدرة تستوجب القدرة على التوضع في المكان أيضا, وهي المهارة السابقة.

و - القدرة على التمييز البصري **visual discrimination** وهي القدرة على التمييز البصري للأشياء, التي يراها المرء والمقارنة بينها, وخصوصا عندما تكون هذه الأشياء بالغة الشبه فيما بينها. وبعكس المهارات السابقة, فإن هذه المهارة غير متعلقة بصورة مباشرة بالمكان أو بالعلاقات المكانية. وامتحانات البسيخومتري طافحة بهذا النوع من التمييز بين الصور المتشابهة.

ز - الذاكرة البصرية - **visual memory** وهي القدرة على استخراج - من الذاكرة - أغراضا غابت عن العين, بعد أن يكون المرء قد رآها لفترة وجيزة. أو تذكر العلاقة بين هذه الأغراض. مثلا القدرة على تذكر الأغراض الموضوعه على الرف وترتيبها. ويوصف الناس الذين يملكون مثل هذه القدرة بأناس اصحاب ذاكرة فوتوغرافية. ولا يملك الجميع هذه الذاكرة, لأن عقل الانسان لا يحتفظ على المدى القصير بعدد كبير من الأشياء.