المجلة العربية للطب النفسي العدد ٣، المجلد ١، صفحة ٢٥٦ - ٢٧٣

PSYCHOPHYSICS ACCORDING TO IBN AL-HAYTHAM:

AL-ZUBEIR BESHIR TAHA

سايكوفيزياء الابصار عند ابن الهيثم

الزبير بشير طه

ملخص:

يمكن القول بثقة كبيرة ان ابن الهيثم هو مؤسس علم نفس الابصار. لقد اقتطع لهذا العلم ما يخصه من علوم التشريح والفسلجة والفيزياء والهندسة النظرية مشيدا بذلك اركان هذا العلم على غير مثال سابق. لقد استطاع في تشريحيته للعين ان يميز طبقاتها المختلفة ويحدد منظومة العدسة الشفافة المكونة من السائل المائي والجسم الزجاجي والرطوبة الجليدية (العدسة). وفضلا عن ذلك قدم ابن الهيثم توصيفا للمكونات العصبية من شبكية وممر عصبي وتصالب بصري بمستوى من الدقة تجاوز فيها التقليد اليوناني وارتقى الى حد الانسجام مع المعارف المعتمدة في الظرف الراهن. اما سايكوفيزياء ابن الهيثم فقد اعتمدت على فهم نافذ للمكنزمات البصرية للطبقات المحدبة والمقعرة داخل العين وعلاقة ذلك بالانكسار والانعكاس والزاوية البصرية. ولم يكن غريبا ان يتضح بعد هذا ان كثيرا من القوانين البصرية مثل ما يسمى بقانون اميرت وقانون الزاوية البصرية هي في الاصل من مبادرات ابن الهيثم واخيرا فان تفسيرات ابن الهيثم لعمليات ادراك البعد والحجم والشكل والوضع هي تفسيرات لا تقل في حداثتها من تلك التي تعتمدها امهات كتب سيكولوجية الادراك في هذه الأيام.

Abstract

It can safely be said that Ibn al-Haytham is the founder of the Psychology of Vision. In this respect, he is primarily celebrated for having been able to integrate diverse disciplines such as anatomy, physiology, physics and geometry all in one. In his anatomy he was able to identify the eye layers with great precision and to define his lens system as comprising of the aqueous and vitreous humors and the lens. In addition he identified the neural components of the visual system including the retina the optic path and the optic chiasma in a way that undermined much of the greek tradition and held close paralles with the current findings. His

Psychophysics was based on a clear understanding of the optic mechanisms of the convex and concave layers of the eye, the visual angle and the reversal of the visual image. So much so that many of the arguably recent laws such as Emmert's Law and the Law of the Visual Angle have long since been stated by Ibn Al-Haytham. Finally, his explanation of the visual constancies, perception of distance, form and orientation cannot be distinguished from those in the major current works in the psychology of vision.

Résumé

La Psychophysique Selon Ibn Al-Haytham

Il pourrait être dit en toute sûreté que Ibn Al-Haytham est le fondateur de la psychologie occulaire. A cet égard, il est avant tout reconnu d'être capable de faire intégrer diverses disciplines telles que: anatomie, physiologie, physique et géométrie toutes en une. Il a identifié dans son traité d'anatomie les couches de l'oeil avec grande précision et le système de tentilles comme centenant les humeurs aqueuse et vitreuse et les lentilles. En plus, il a identifié les composantes neurales du système visuel englobant la rétine et le chiasma optique dans un sens qu'il a miné la tradition grecque et a tenu une direction parallèle avec les faits actuels. Ses psychophysiques sont basées sur une nette compréhension des méchanismes optiques des couches occulaires convexes et concaves, l'angle de vision et l'image visuelle renversée. A tel point que nombreux et récents lois controversées comme celles d'Emmert et l'angle de vision ont été constatées par Ibn Al-Haytham. Finalement, son explication des constances visuelles, percéption de la distance, forme et orientation ne peuvent pas être distinguées de ceux des grands et actuels travaux dans la psychologie occulaire.

سايكوفيزياء الإبصار عند ابن الهيثم

يمكن القول بثقة كبيرة ان ابن الهيثم هو مؤسس علم نفس الإبصار (The Psychology of vision). لقد اقتطع لهذا العلم ما يخصه من علوم التشريح والفسلجة والفيزياء الرياضية والادراك مشيداً بذلك أركان هذا العلم وبنائه. ولقد كان من الطبيعي أن تقحمه هذه المهمة في مجالات علمية مثل التشريح لم ينزل عليها الا ضيفاً ثم ما لبث أن أصبح صاحب الدار. قال عنه روسل (١٩٨٢) «ان اعظم الاسهامات دلالة واكثرها ابتكارا في مجال تشريح العين لم يأت من أطباء العيون وجراحيها بل من اعمال رياضي فيزيائي هو ابن الهيثم»[١].

ولئن كان مصدر الدهشة في ذلك هو ان ابن

(١) روسل (١٩٨٢)، ص ٢٢١.

الهيثم عالم فيزيائي اقتحم مجالا طبيا، فهذا بالتحديد هو السر الكامن وراء ما قدمه من جديد مبتكر. فقد لاحظ ابن الهيثم ان علم المناظر تنافست فيه جماعة العلوم الطبيعية وهم الأطباء والتشريحيون بحكم ان البصر هو احد الحواس، وجماعة العلوم التربوية (الرياضيين والفيزيائيين) بحكم ان البصر يدرك الشكل والوضع والحجم والحركة والسكون و السموت المستقيمة[١]. ويشير ابن الهيثم الى الاختلافات بين الجماعتين «وقد بحث المتحققون بعلم الطبيعة من حقيقة هذا المعنى بحسب صناعتهم واجتهدوا فيه بقدر طاقتهم فاستقرت آراء المحصلين منهم على ان الإبصار انما يكون من صور ترد من المبصر الى البصر منها يدرك البصر صورة المبصر. فأما أصحاب التعاليم فإنهم عُنُوا بهذا العلم فاهتموا بتفصيله وتقسيم انواعه وميزوا المعاني المبصرة وعللوا جزئياتها»[٢].

ولكن الاحتفاء بابن الهيثم يتعلق في الأساس بمبادرته العلمية في دمج هذه التخصصات في معالجة عميقة لمشكلات الإبصار. وقد خلص في ختام تلك المعالجة الى ان الاختلافات بين التشريحيين والفيزيائيين ليست تناقضا ان (كلا القبيلين) اصحاب العلم الطبيعي واصحاب التعاليم محقان «وأن المذهبين صحيحان ومتفقان غير متناقضين الا انه ليس يتم احدهما الا بالآخر ولا يصح ان يتم الا بمجموع المعنيين»[٣]. هكذا يضع ابن الهيثم علم البصريات على اعتاب فتح جديد ويتكلم، بذلك، لغة الادراك الحسي المعاصرة. تلك اللغة التي ساهم بالنصيب الأوفى في صياغة مفاهيمها.

جهاز الابصار: التشريح والوظيفة

في وصفه التشريحي لجهاز الإبصار يكمل ابن الهيثم وصف الجزء العصبي فيه قبل ان يشرع في تشريحية الجزء البصري. ويتضح من هذا انه يستصحب المفهوم المعاصر من انقسام جهاز الإبصار الى نظام عصبي (Neural System) وآخر بصري (Optic System). انظر (ليندزي ونورمان)[٤].

ويبدأ وصف المنظومة العصبية من الدماغ الذي هو بالطبع في نظره مركز التحكم في الادراك البصري وينتهي وصفه بالشبكية. يقول: «ينشق من مقدم الدماغ عصبتان جوفاوان متشابهان يبتدئان من موضعين عن جنبتي مقدم الدماغ ويقال ان كل واحدة منهما طبقتان وانهما ينشآن من غشائي الدماغ فينتهيان الى الوسط من ظاهر مقدم الدماغ ثم يلتقيان فيصيران عصبة واحدة جوفاء ثم تنقسم هذه العصبة فتصير ايضا عصبتين جوفاويتين متساويتين. ثم تتميز هاتان العصبتان حتى تنتهيا الى حدبتي العظمين المقعرين المحيطين بجملتي العينين وفي وسطى تقعيري هذين العظمين ثقبان متساويان نافذان، وضعهما من العصبة المشتركة وضع متشابه، فتدخل العصبتان في هذين الثقبين وتخرجان الى تقعيري العظمين فإذا وصلا الى تقعيري العظمين وانتشرا واتسعا وصار كل

(١) المناظر، ص ٦٠.
(٢) المناظر، ص ٦٠.
(٣) المناظر، ص ١٦٠.
(٤) Lindsey and Norman (78).

منهما كالقمع وكل واحدة من العينين مركبة على هذا الطرف من العصبة»[1].

وأول ما يلاحظ بالطبع هو ان ابن الهيثم جعل الطرف الدماغي من هذا الممر العصبي البصري في مقدم الدماغ. وقد يكون المقصود من مقدم الدماغ هنا اللحاء السنجابي بأكمله (Cortex) ويؤيد ذلك قول ابن الهيثم «انهما ينشآن من غشائي الدماغ» واللحاء يعرف حتى يومنا هذا بالدماغ المقدمي (Forebrain) وبذلك يكون رأي ابن الهيثم صحيحا ولكنه غير دقيق. فمركز التحكم في البيانات الحسية البصرية هو على وجه التحديد في الفصين القذاليين (occipital Lobes) وهما ذلك الجزئين القفويين من اللحاء. وقد يكون مقصود ابن الهيثم من (مقدم الدماغ) الفصين الأماميين أو الجبهيين (Frontal Lobes) ولا يعلم لهما علاقة مباشرة بالوظيفة البصرية. وغني عن القول ان فكرة مركز مقدم الدماغ البصري موروثة برمتها من التقليد الجالينى الذي نقله للعربية حنين بن اسحاق. والصحيح ان هذا المركز يوجد في الفص القفوي او القذالي (occipital Lobe) ولكن فيما عدا ذلك فإن الشكل التشريحي الذي اقترحه ابن الهيثم يكاد ان يتطابق مع الأشكال التي يدرسها طلابنا اليوم. ويؤيد ذلك ايضا الموقف الحذر الجامع، الذي اتخذه ابن الهيثم فيما يتعلق بوصفه للملتقى العصبتين او ما يعرف حاليا بالتصالب البصري (Optic Chiasma) فقد توهم ابن سينا ومن قبله جالينوس ان هاتين العصبتين تتلامسان ولا تتقاطعان. وقد استدرك عليهما ابن النفيس مؤخرا بقوله «ان العصبتين متقاطعتان بحيث تنفذ اليمنى منها الى العين اليسرى واليسرى الى العين اليمنى»[2] وما وصل اليه ابن النفيس كان اهم واقوى دلالة على تفسير وظائف الابصار وان كان الجمع بين الرأيين، رأي جالينوس ورأي ابن النفيس هو الأصح. (انظر الأشكال ١ و ٢). اما ابن الهيثم فقد قدم تشريحا للتصالب البصري كان حذرا بقدر ما كان مفيدا يقول «ثم يلتقيان فيصيران عصبة واحدة جوفاء ثم تنقسم هذه العصبة فتصير ايضا عصبتين جوفاويين متساويتين» فهذا الوصف يرفض بكل تأكيد الرأي الجالينى القائل بالملامسة فقط.

فهو يؤكد ان العصبتين تصيران عصبة واحدة ثم تنقسم مرة اخرى. ولكنه لم يوضح الصورة الجديدة لهذا الإنقسام بالدقة المطلوبة. ونحن نعلم الآن على وجه اليقين ان الحقل البصري الأيمن في الشبكتين يرسل ممراته العصبية للشطر الدماغي الايمن وان الحقل البصري الايسر من الشبكتين يرسل بالمثل ممراته العصبية للشطر الايسر من الدماغ.

والاستدراك الأخير على ابن الهيثم في تشريحيته للمكون العصبي لجهاز الابصار، هو ان وصفه لم يكن شافيا فيما يتعلق بما سماه اسطح تجويف العصبة، وتقابل الشبكية في المصطلح المعاصر وسبب ذلك ـ كما سيتضح لاحقا ـ هو تبنّيه لبعض الآراء الفيزيولوجية.

أما المكون البصري من جهاز الابصار فيتكون عند ابن الهيثم اساسا من الطبقات والأغشية والرطوبات في نسق هندسي محكم. فالعين عنده مركبة من طبقات اولهما

---

(١) المناظر، ص ١٢٧.

(٢) انظر قطاية (١٩٨٤)، ص ١١٢، ١١٣.

الملتحمة[1] وهي الشحمة البيضاء التي تملأ مقعر العظم (كهف الحجاج). فهي معظم العين ومحيطها هو محيط العين. ويقابل الملتحمة عند ابن الهيثم ما يسمى حاليا بالصلبة (Sclera). وقد وصف ابن الهيثم الملتحمة بأنها تتمتع بالمتانة وبالرطوبة فهي متينة لتجمع سائر الطبقات الاخرى تحفظ لها اشكالها واوضاعها وهي رطبة لتتوطأ للطبقات داخلها بعض تلك الرطوبة فلا يسرع لها اليبس بالمجاورة. ولا ينسى ابن الهيثم ان يشير في ثنايا هذه المعالجة التشريحية الجافة نسبيا الى الوظيفة الجمالية للون الملتحمة. فالجسم الأبيض الذي يظهر جزء منه في مقدم العين، هو جزء منها فكان لون الملتحمة ابيض عند ابن الهيثم لتشرق به صورة الوجه وتحسن هيئته.

ويلي الملتحمة من الداخل طبقة العنبية وتسمى حاليا بالمشيمة (Choroid) وهي عند ابن الهيثم كرة مستديرة جوفاء وصف ألوانها بأنها سوداء في الاكثر وزرقاء وشهلاء في بعض الابصار. ويبين ان جسمها صفيق لا يشف. وبهذه الصفاقة مع اللون المعتم تظلم الرطوبة البيضية التي تحيط بها العنبية ومن ثم الرطوبة الجليدية فيكون ذلك ادعى الى ان تظهر فيها صور الالوان الضعيفة الخفية[2]. اما الثقب المستدير الذي في وسط العنبية تماما فهو مقابل لطرف تجويف العصبة التي العين مركبة عليها[3]. ويغطي هذا الثقب وجميع مقدم العنبية (طبقة متينة شفافة تسمى القرنية)[4] واول منافس القرنية التي يتكلم عنها ابن الهيثم هو انها بغطائها لثقب العنبية تضبط الرطوبة البيضية التي داخل العنبية فتنحصر ولا تتشتت ثم يلي ذلك العدسة (Lens) والتي وصفها ابن الهيثم بقوله «وفي صدر مقعر العنبية كرة صغيرة بيضاء رطبة متماسكة الرطوبة ومع ذلك ترفة وفيها شفيف ليس في الغاية بل فيها بعض الغلظ ويشبه شفيفها بشفيف الجليد. وهي مركبة على طرف تجويف العصبة. وفي مقدم هذه الكرة تسطيح يسير يشبه تسطيح ظاهر العدسة. فسطح مقدمها قطعة من سطح كري اعظم من السطح الكري المحيط ببقيتها وهذا السطح مقابل للثقب الذي في مقدم العنبية ووضعه منه وضع متشابه»[5].

ثم يفضي وصف ابن الهيثم الى توضيح صفة فيزيائية هامة للرطوبة الجليدية أو العدسة وهي انها تتكون من جزئين مختلفين في شفافيتهما للضوء؛ جزء امامي ورطوبته الجليدية التي تقدم وصفها وجزء خلفي يشبه شفيفه شفيف الزجاج المرضوض ويسمى هذا الجزء الرطوبة الزجاجية (Vitreous Humour) وقد بقي هذا الاسم كما هو لم يتغير في مصطلحنا المعاصر. ويذكر ابن الهيثم ان جسم الزجاجية (إنما كان مخالف الشفيف للجسم المتقدم من الجليدية لتنعطف الصور عند وصولها اليه) ولهذا الانعطاف وظيفة نتعرض لها لاحقا. وعلى الرغم من ان ابن الهيثم يفرق بين جزئي الجليدية لكنه يتكلم عنهما بوصفهما شكل كروي واحد. واذا نظرنا الى العدسة (البيضية) والرطوبة الزجاجية في التشريح المعاصر فانهما تقريبا

---

(١) قد تستخدم كلمة الملتحمة (Conjuctiva) في المصطلح الحديث اسما للغشاء المخاطي الرقيق الذي يبطن الجفون من الداخل (انظر اسماعيل، ١٩٨٢، ص ٣٠٤).

(٢) المناظر، ص ١٨٤.

(٣) المناظر، ص ١٢٨.

(٤) المناظر، ص ١٢٨.

(٥) المناظر، ص ١٢٨.

تكونان شكلا كرويا واحدا، الا انه لا يجمع بينهما شيء من الناحية الوظيفية يبرر الحديث عنهما بوصفهما تكوين واحد منقسم الى جزئين كما فعل ذلك ابن الهيثم. وحيثما ان ابن الهيثم نفسه يفرق بين الرطوبة الجليدية والزجاجية تشريحياً ووظيفيا فاننا لا نرى سببا يبرر وصفه لهما بأنهما يشكلان جزئين من نفس التكوين الا حرصه الزائد في التوفيق بين ما رآه سابقوه (أرسطو وجالينوس وابن سينا) وبين ما استبان له من اكتشافات. وهنالك ملاحظة على شكل العين (في الصفحة ١٢٦ من كتاب المناظر) والذي تبدو فيه الرطوبة الزجاجية دائرة صغيرة الحجم على الرغم من ان ابن الهيثم ينفق مساحة مقدرة في الفصل الثاني للتدليل على ان كرة الرطوبة الزجاجية لا يمكن ان تكون صغيرة «لأنها ان كانت... كرة صغيرة فان الصورة اذا انعطفت (عنها) وامتدت مقدارا يسيرا تشوهت. فهذا السطح (سطح الزجاجية) إما سطح مستو واما من كرة مقتدرة لا تؤثر كريته في ترتيب الصورة»[١].

وشفافية الجليدية تساعد في نفاذ الأضواء اما الغلظ الذي فيها فوظيفته هي مدافعة تلك الأضواء بما فيها الكفاية ليتم انفعال الجليدية بصور تلك الأضواء[٢] ولقد جمعت الجليدية - في اعتقاد ابن الهيثم - هذه الصفات الى صفات اخرى ليتم لها اداء وظيفتها الاساسية. فما هي وظيفتها الأساسية؟

الحق يقال ان ابن الهيثم اضطرب في اجابته على هذا السؤال كما اضطرب من قبله ابن سينا. وسبب اضطرابهما هو حرصهما الزائد على الاحتفاظ برأي ارسطو والقائل بأن الابصار هو عملية انطباع صور المرئيات في الرطوبة الجليدية. وقد قبل ابن سينا رأي أرسطو كما هو، في مبحثه عن القوى النفسانية، ولكن على مضض لأن قبول هذه الاطروحة الارسطية لا يساعد في تفسير ظاهرة النظر الثنائي (Binocular Vision). وفي محاولة توفيقية لاحقة[٣] رأى ابن سينا «ان شبح المبصر اول ما ينطبع انما ينطبع في الرطوبة الجليدية وان الابصار بالحقيقة لا يكون عندها، وإلا لكان الشيء الواحد يرى شيئين لأن في الجليدتين شبحين»[٤]. واستقر رأي ابن سينا اخيرا على ان ملتقى العصبين البصريين (التصالب البصري) هو مركز الابصار وليس الرطوبة الجليدية (لمزيد من التفصيل في رأي ابن سينا، انظر نجاتي ص ١٢٠ - ١٢١).

وتدل معالجة ابن الهيثم لوظيفة الرطوبة الجليدية على انه عايش نفس الأزمة العلمية ولكنه كان بالطبع اوفر حظا من ابن سينا على الاقل لأن ابن سينا مهد له سبيل تحرر اكمل من نظرية مركز الابصار الارسطية.

يبدأ ابن الهيثم بتقرير النظرية اليونانية كما هي (ويقال ان الروح الباصرة تنبعث من مقدم الدماغ وتملأ العصبتين الأوليتين المتصلتين بالدماغ وتنتهي الى العصبة المشتركة فتملأ تجويف هذه العصبة وتمتد في العصبتين الثانيتين والجوفاويتين فتملأهما وتنتهي الى الجليدية فتغطيها القوة الباصرة) وبعد معالجة بيوفيزيائية، نعرض لتفاصيلها بعد قليل، يخلص ابن الهيثم الى «ان الجليدية انما تحس

(١) المناظر، ص ٢٠.
(٢) المناظر، ص ١٨٥.
(٣) انظر الشفاء، ج ١، ص ٣٢٩.
(٤) الشفاء، ج ١، ص ٣٢٩.

بهذه الصورة من سموت خطوط الشعاع فقط»[٣] وان الصورة التي تحس بها الجليدية لا تنتهي عندها وانما «تمتد في الجسم الحساس الممتد في تجويف العصبة وتنتهي الى تجويف العصبة المشتركة... وان الصورتين اللتين تحصلان في البصر للمبصر الواحد في موضعين متشابهين من البصر، تلتقيان في العصبة المشتركة وتصيران صورة واحدة ومن الصورة الواحدة التي تحصل في هذه العصبة يدرك الحاس الأخير (الدماغ) صورة المبصر»[١].

ولقد صاحب انشغال ابن الهيثم بالرطوبة الزجاجية ـ على هذا النحو ـ صاحبه اهمال جزئي لمقدم تجويف العصبة والتي نطلق عليها حاليا الشبكية (Retina) ولا عجب فقد نسب لهذه الرطوبة بعض مهام الشبكية وهو الانفعال بالصورة.

وعلى اية حال فقد وصف ابن الهيثم تجويف العصبة بأنه يمتد من الثقب الذي في مقعر العظم الى محيط الجليدية على انخراط واتساع «كلما بعدت عن (هذا) الثقب، اتسعت الى ان تنتهي الى محيط الكرة الجليدية وتلتحم بمحيطها. وهذا وصف مرضٍ للشبكية، على الاقل من حيث حجم مساحة سطحها المقعر. ولكن الناظر للشكل التوضيحي الذي الحقه ابن الهيثم في نهاية الفصل الخامس (ص ١٣٦) يجد ان شبكية ابن الهيثم لا تعدو في مساحتها فقط نصف دائرة الكرة الزجاجية والتي بدت صغيرة جدا في هذا الشكل. وهذا امر يدعو الى التشكك في ان ابن الهيثم قد اعتمد هذا الشكل بكل تفاصيله ناهيك عن ان يكون رسمه بيده»[٢].

ومهما يكن من امر فمقدم تجويف العصبة واسع بما يكفيه لاستقبال كافة الاشعة الضوئية المتعامدة على سطح الكرة الجليدية والتي تنفعل بها الجليدية.

والصفة الكروية لجميع طبقات البصر المشفة وغير المشفة هو امر يحرص ابن الهيثم على توكيده وابرازه. فهو يرى ان هذه الطبقات كانت كروية الشكل «لأن الكرة اعدل الاشكال واحماها مع ذلك من التغيير فان ذا الزوايا يسرع التغيير الى زواياه وليس يكون ذلك في الكرة»[١].

وهكذا يوضح ابن الهيثم ان التصميم الهندسي للعين ـ ابتداءاً من سطح القرنية في الامام والى مقدم تجويف العصبة في الخلف ـ يشمل سموت (Planes) مستقيمة تملؤها أربعة أجسام مشفة متماسة هي القرنية والرطوبات البيضية والجليدية والزجاجية.

حقا لقد فاق ابن الهيثم التشريحيين في تشريحيته الدقيقة لمكونات جهاز الابصار ومع ذلك فان هذا ليس بيت القصيد. فالملاحظ ان الجديد عند ابن الهيثم هو تكثيفه للمعاني الرياضية والفيزيائية في وصفه التشريحي فهو يذكر القارىء حتى في تناوله لهيئة البصر، في الفصل الخامس، بالسطوح الكرية والمحيطات

---

(١) المناظر، ص ١٦٩.

(٢) المناظر ص ١٦٩.

(٣) ويعاني هذا الشكل من قصور في اوجه اخرى اذ توجد فيه اختلافات في تسميات المواضع بين العين اليمنى والعين اليسرى وبعض الأخطاء الاملائية مما يدعو للريب في اصلها ابتداءاً. وعلى احتمال ان ابن الهيثم كان عالما بها فالغالب انه تبناها فقط لتلخيص آراء التشريحيين من قبله من امثال ابن سينا ومن ثم لم يعن كثيرا بتفاصيلها.

(٤) المناظر، ص ١٨٥.

الدائـرية والخـطوط المستقيمـة والتمـاس والشفافية وهو بهذا يسوق المبادىء والقوانين الفيزيائية سوقا لتفسير عمليات هذا الجهاز البيولوجي (العين). ولعله لا يـوجد في تـاريخ العلوم الطبيعية من سبق ابن الهيثم في بلورة نمـوذج متكامـل لعلم البيـوفيـزيـاء المعـاصر (Biophysics) وبذلك يكون ابن الهيثم قد شيد نظريته البيوفيزيـائية للابصـار على غـير مثال سابق.

اسس البناء الهندسي للعين:

يقـدم ابن الهيثم عرضـا برهـانيـا متئـدا ليخلص في نهايته الى ان جملة العين هي تكوين هندسي كروي موحد ومتلاحم الاجزاء «لا يتغير وضعُها (بعضها عن بعض لا في حال حركتها ولا في حال سكونها) وان العصبة التي هي مرتكز العين الثابت تحتفظ بوضعها غير مفارقة له عند حركة العين او عند سكونها»[١].

وسطوح طبقات البصر كلها من قرنية وعنبية وبيضية وجليدية وزجاجية سطوح كرية الشكل فاذا توهمنا نظريا امتدادات محيطاتها الدائرية حصلنا على دوائر تكون تـارة آحاديـة المركـز (Concentric) وهو الحال مثلا بالنسبة لسطحي القـرنية المقعـر والمحدب وسـطحي البيضيـة والجليدية والسطح الظاهري المشتمل على جملة العين. فهذه السطوح جميعا مركزها واحد وهو ما يسميه ابن الهيثم (مركز البصر). فـاذا لم تكن هذه الدوائر آحادية المركز كـانت خطيـة المركز.

ومثال هذه الدوائر مركز العنبية ومركز دائرة الالتحام (انظر المناظر ص ١٣٠ ـ ١٣٥) مع مركز البصر نفسه. وحيثما ان مقـدم الملتحمة يستدير حول مقدم العنبية فان مركز العنبية هو مركز ثقبهـا بالضـرورة، وحيثما ان السـطح المقعر من العنبية المـوازي لسطحهـا المحدب منطبق على ثقب العنبية، وحيثما ان السطحين المقعر والمحدب من العنبية سطحـان كريّيـان يتقاطعان، فـإن «الخط المستقيم الذي يصـل بين... مركز سطح القرنية ومركز العنبيـة اذا خرج على استقامته انتهى الى مركز الثقب الذي في مقدم العنبية والى وسطي سطحي القـرنية المتوازيين»[٢]. وهذا الخط يمر بمراكـز جميع سطوح طبقات البصر «ويكون قائما عليها على زوايا قائمة فيمتد في وسط تجويف العصبة الى ان ينتهي الى موضع انحناء العصبة، ويكـون وضعه ابدا من سطح تجويف العصبة الذي في داخل جملة العين ومن جميع اجزاء العين ومن جميع سطوح طبقات البصر وضعا واحـدا لا يتغـير في حـالة حـركـة البصر ولا في حـالة سكونه»[٣]. ووضع هذا الخط في العين اليمنى هـو نفس وضعه في العـين اليسرى في جميـع احوالهما. هذا الخط هو ما نسميه حاليا بخط النـظر البؤري (Line of Sight) ويسميـه ابن الهيثم «سهم الشعاع»[٤] ويعتبر اكتشاف فكرة هـذا الخط الوهمي احـد الفتـوحـات في علم الادراك البصري وهو فكرة هيثمية بدون منازع بدليل انه كان اول من صك مصطلحها. والمعلوم

(١) المناظر، ص ١٣٠.

(٢) المنـاظر، ص ١٣٠. ما قـاله ابن الهيثم هنا هـو مقتضى القـانـون الهنـدسي الذي قبله وهـو كـل سطحين كريين متقاطعين فان الخط الذي يصل بين مركزيهما يمر بمركز دائرة التقاطع ويكون عمودا على سطحها» ص ١٣١.

(٣) المناظر، ص ١٣٥.

(٤) المناظر، ص ٢٠٨.

ان نقطة تقاطع هـذا الخط مـع محيط العـين الداخلي هي وكما أراد لهـا ابن الهيثم مركـز الصـورة، الساقـطة على الشبكيـة من مركـز الهدف البصري. غير اننا نعلم الآن ان هـذا الخط البؤري لا يقاطع المحيط الداخـلي للعين عند انحناء العصب البصـري كما يقـول ابن الهيثم، وانما يقاطعه في موضع النقطة الصفراء (Fovea) عـلى الشبكية. وهي تلك النقـطة او النقرة في وسط سطح الشبكية التي تكتظ بخلايا الاستقبـال التي تسمى المخاريـط، وهي اكثر مناطق الشبكية حساسية لتفـاصيل الصـورة المرئية ويقابلها في الكاميرا ذلك المربع البرتقالي (Pink Square). ومـا قـاله ابن الهيثم عـن موضع انحناء العصبة ينطبق بحذافيره على ما نعرفه حاليا عن النقـطة الصفراء «فـالصورة التي تحصل في موضـع الانحناء من تجـويف العصبة تكون النقطة منها التي على السهم أبْيَن من جميع النقط واشد تحققا ومـا قرب منهـا يكون اشد تحققا مما بَعُدَ»[1].

وتجدر الاشارة في هذا المقام الى الاسلوب الصابر المتأني الذي استخدمه ابن الهيثم في معالجته للأسس الرياضية لهندسية الابصار. وهو منهج التزمه في كافة كتاباتـه العلمية الى درجة اضجرت عـددا من الدارسين ليس من أقلهم شأنا امال الدين الفارسي الذي ألف كتاب تنقيح المناظر حين وجد كتاب ابن الهيثم «طويل الذيول متجاوزاً حد الطول»[2]. وقد لا يكـون هنالك مبررا لهذا الحد من الإنزعاج والضجر من الاسلوب الهيثمي. فالاسلوب العلمي كان وما زال اجترارياً الى حد الوسواس.

كيفية الابصار:

يمكن تلخيص شروط ابن الهيثم الفيزيائية الستة (اللازمة) التي لا يتم الابصـار الا بها مجتمعة، على النحو التالي:

أولاً : ان يكون هنالك بعـدٌ ما بـين الرائي والمرئي.

ثـانياً : ان يكـون الرائي مستقبلا المـرئي ببصره بحيث يمكن ان يتوهم خط مستقيم بين كل نقطة في سطح المرئي وما يقابلها من سطح البصر.

ثالثاً : ان يكون في المرئي ضوء اما ذاتي او منعكس.

رابعاً : ان يكون حجم المرئي في مدى قوة احساس الرائي.

خامساً : ان يكون الهواء بين الرائي والمرئي متصل الشفيف لا يعترضه شيء من الأجسام الكثيفة.

سـادساً : ان يكـون المرئي كثيف بـدرجة تجعله على الاقل اكثف من الهـواء الذي بينه وبين الرائي.

وقد أسهب ابن الهيثم في تعليل هذه الشروط واقامة الدليل على ضروراتها بمـا لا يتسع له المجال ولا يتناسب مع غرض هـذه المعالجـة. وانما يتناسب معه ان نسأل سؤالا سايكلوجيا عن الكيفيـة التي تتعامـل معهـا آلات البصر المذكورة مع صور المرئيات بعد استيفاء هـذه الشروط الستة، فتتمهد بذلك كله عملية الادراك البصري.

---

(١) المناظر، ص ٢١٤.

(٢) انظر: (كتاب تنقيح المناظر) ـ المقدمة.

وملخص اجابة ابن الهيثم على هذا التساؤل هو ان الاشعة الضوئية لا تتمكن من التأثير على الجهاز البصري ومن توصيل خصائص الاجسام التي هي صادرة منها او منعكسة عنها الا اذا توفرت لها الظروف التالية:

أولاً : ان تتمكن هذه الاشعة الضوئية من ولوج فتحة انسان العين هذا بالطبع مع استصحاب ان هذه الفتحة تتحرك مع حركة العين السريعة (Rapid Eye Movement-REM) والتي كان اول من وصفها الرازي[١] واستصحبها ابن الهيثم في شروحه في كتاب المناظر.

ثانياً : ان تخترق عموديا سطحي طبقة الرطوبة البيضية وطبقة الرطوبة الجليدية.

ثالثاً : ان تتعامد على سطح الرطوبة الزجاجية بحيث اذا مدت خطوط وهمية على استقامتها الى داخل العين لالتقت جميعا في مركز العين.

فإذا تكاملت هذه الظروف الثلاثة فإن تلك الاشعة الضوئية تنكسر في جسم الرطوبة الزجاجية بسبب اختلاف شفافيتها بحيث يمتد شكل الاشعة الضوئية (المخروطي) فتقتطع منه العصبة المجوفة قطاعا يماثل القطاع الضوئي الذي لامس سطح الرطوبة الزجاجية تماما في عدد وترتيب النقاط الضوئية الواردة اليه من الجسم المرئي.

هذه النقاط الضوئية مع ترتيبها الذي وردت به هي كل ما تحتاجه العصبة المشتركة لدمج صورتي العين اليمنى واليسرى المتشابهتين وارسالها للمراكز العليا في الدماغ لتكتمل عملية الادراك[٢].

وبهذا نقف على أعتاب التقويم العلمي لكيفية الابصار عند ابن الهيثم. فما هي مميزات تصوره لعمليات الابصار، وما هي الفروض التي شكلت هذا التصور، والمشكلات التي تعتوره؟

يتمتع هذا التصور بخمسة مميزات تضعه من حيث الطور العملي في قلب القرن العشرين.

فهو اولا يبين كيف يتمكن ذلك الثقب الصغير في العنبية من إنفاذ ذلك المخروط الضوئي[٣] الصادر من أي جسم مرئي من أعلى قمته الى اخمصه ناقلا كل خصائصه المرئية الى جهاز العين، وهو ثانيا يبلور فكرة انكسار او انعطاف الضوء في الكرة الجليدية[٤] (العدسة) حيث يبين ان المكون الزجاجي منها متخصص في الاحساس بالصورة وحفظ ترتيبها فقط[٥]، وهو ثالثا يتحرر من التقليد اليوناني في ان مركز الاحساس البصري هو العدسة، حيث يشترط في الرؤية ان تنفذ الصورة المرئية بكل خصائصها الى تجويف العصبة لتنفعل بها هذه الأخيرة ويكون بذلك قد قارب جدا من فكرة استقبال الشبكية للصور وانفعالها بها. وهو رابعا يطور فكرة خط النظر البؤري

(١) بادو، عبقرية الحضارة العربية.

(٢) ملخص مبتسر للفصل السادس المقالة الأولى من كتاب المناظر. لمزيد من التفاصيل يرجع لهذا الفصل في الكتاب، ص ١٣٧ ـ ١٨٢.

(٣) كتاب المناظر، ص ١٦٢.

(٤) كتاب المناظر، ص ٢٠٢.

(٥) كتاب المناظر، ص ٢٠٥.

(Line of Sight) والذي يشكل محور المخروط الضوئي الساقط على العين في كل اوضاعها.

وأخيرا فقد طور التصور الهيثمي فهما عصريا لعملية انتقال الاحساسات البصرية الى الدماغ بواسطة بيوكيمياء تجويف العصبة المتصلة بين البصر وبين الدماغ. يقول «واحساس اللمس واحساس الألم انما يمتد في شظايا العصب وفي الروح الممتدة في تلك الشظايا وصور المبصرات اذا حصلت في جسم الرطوبة الزجاجية واحس بها هذا العضو امتد الحس من هذا العضو في الجسم الحاس وامتدت الصورة بامتداد الحس وتكون الصورة في حال امتدادها مترتبة على هيئتها من غير ان تتغير اوضاع اجزائها لأن الجسم الحاس مطبوع على حفظ ترتيب هذه الصور»[١]. وفي هذا الشرح اشارات قوية للسيالات او الناقلات العصبية فهي شظايا (أو جزئيات في لغتنا المعاصرة) تحمل داخلها روح ممتدة. فهل هذه الروح داخل الشظايا المذكورة الا تلك السيالات او الناقلات العصبية (Neurotransmitters)؟

ثم انها تحفظ ترتيب هيئات المرئيات تماما كما تفعل محاور تلك الخلايا الصادرة من الشبكية حيث تترتب اوضاع نهاياتها في الجسم المعقد (Lateral Geniculate Body) وفي اللحاء البصري (Visual Cortex).

لقد سبق ابن سينا الى القول بأن الصورة القادمة من العين اليمنى والصورة القادمة من العين اليسرى تنطبقان في العصبة المشتركة فترى بذلك الشيء واحدا كما هو على الرغم من انطباع صورته في العينين[٢]. وقد ساق ابن سينا هذا القول تحكما دون دليل، فانتدب ابن الهيثم نفسه لاقامة الدليل على ذلك مستخدما فكرة الانكسار الضوئي او الانعطاف التي أشرنا لها سابقا[٣]. وتكمن المفارقة في ان ابن الهيثم كان يحاول ان يستبعد الاحتمال الذي اثبتت الأيام صحته، وهو ان الاشعة الضوئية الساقطة على الجليدية اذا اخترقت الزجاجية دون ان تنكسر فانها سوف تتقاطع قبل مركز البصر. «ثم اذا امتدت على استقامتها من بعد المركز فان اوضاعها تنعكس فيصير المتيامن منها متياسرا والمتياسر متيامنا على نقطة واحدة»[٤]. ويعني هذا الاحتمال بالنسبة لابن الهيثم ان الصورة بعد هذا التعاكس سوف تصل الى تجويف العصبة (الشبكية) على غير هيئتها المستقيمة التي حدثت بها في الرطوبة الجليدية. والثابت الآن هو ان الاشعة الضوئية تنكسر عند سطح الجليدية ولكن ذلك لا يحول دون انعكاس الصورة التي تحملها تلك الاشعة وهي تسقط على سطح الشبكية. ان استبعاد ابن الهيثم لاحتمال عملية التعاكس كان استبعادا بصيرا مشروحا باستفاضة الى درجة جعلته مقبولا فيما بعد.

ويمكن ان نذكر ثلاثة تطورات حدثت مؤخرا في علم البصريات جعلت من ذلك الاحتمال المستبعد حقيقة لا جدال عليها.

اولًا : ان اي نقطة في الجسم المرئي تسقط شعاعين ضوئيين وليس واحدا. أحدهما ينفذ من اعلى ثقب العنبية والآخر من اسفله وانه بعد عملية انكسار على سطح العدسة يجتمع هذان

---

(١) كتاب المناظر، ص ٢٠٦.
(٢) الشفا، ج ١.
(٣) كتاب المناظر، ص ٢٠٢.
(٤) كتاب المناظر.

الشعاعان على نقطة واحدة في سطح الشبكية. ولكن هذه النقطة في سطح الشبكية ينعكس وضعها لوضع بقية النقاط الاخرى الساقطة بنفس الطريقة على الشبكية بحيث يصبح المتيامن متياسرا والمتعالي متسافلا تماما كما بين ابن الهيثم في احتماله المستبعد.

ثانياً : وضح ان الدماغ قادر على تجميع الصورة من مفرداتها المشوشة وعلى تصويب التعاكس ورد كل وضع في الصورة الى ما هو عليه في مصدره الخارجي.

اما عملية تكوين صورة واحدة من صورتي العين اليمنى واليسرى فليست محاولات العلماء المعاصرين في هذا الصدد بأوفر حظا من محاولة ابن الهيثم وما تزال المعضلة ماثلة.

والفرض بأن الإبصار يتم فقط بعد وصول صورة الجليدية كما هي الى العصبة المشتركة أجبر ابن الهيثم فيما يبدو - على تبني أطروحات تشريحية للعين لم يكن ليتبناها الا بسبب هذا الفرض. فقد قام اولا بتقريب سطح تجويف العصبة (الشبكية) من سطح الزجاجية وثانيا حرص على تصغير وتحجيم سطح ذلك التجويف حتى اصبح سطحا من كرة صغيرة (انظر ص ٢٠٧) كل ذلك حتى يأمن وصول الصورة في سطح تجويف العصبة بنفس هيئتها وترتيبها الذي كانت عليه في سطح الجليدية. فسطح تجويف العصبة عنده سطح من «كرة صغيرة فلو انعطفت الصورة من هذا السطح لم تبعد يسيرا حتى تشوّه»[١]. وهكذا يتضح ان هذا الفرض الذي افترضه ابن الهيثم، بالاضافة الى احتفاظه بفكرة حساسية الجليدية للصور المرئية، قد حرما ذلك العقل الجبار من ان يضع اللمسات الأخيرة بنفسه على صرح نظرية بيوفيزياء الابصار التي شيد دعائمها.

وهو بعد يحرص على التأكيد بأن خواص البصر هي من التدبيرات الحكيمة «وتخصص البصر بهذه الخاصة هو احد المعاني التي تظهر فيها حكمة الصانع جلت عظمته ولطف صنيعه»[٢].

سايكوفيزياء الابصار:

يمكن القول بثقة كبيرة ان ابن الهيثم هو ايضا من مؤسسي السايكوفيزياء الحديثة (علم الادراك الحسي الحديث). ان نظرة سريعة لمحتويات كتاب المناظر كافية للتدليل على انه على الاقل اثار كل التساؤلات الاساسية في هذا العلم كما نعرفها اليوم. والواقع اننا اذا عقدنا مقارنة فلن تجد فرقا يذكر بين محتويات كتاب المناظر ومحتويات امهات الكتب المرجعية المتداولة حاليا في الجامعات (انظر مثلا روك Rock 1978، جبسون Gibson 1950، جريجوري Gregory 1963) فالموضوعات هي هي. تشريح وفسلجة الحواس بتركيز أساسي على العين. إدراك البصر Distance، الشكل Shape الحجم Size، التجسيم أو العمق Depth والحركة Movement، كل ذلك بتركيز أساسي على الإبصار، بالاضافة الى اغلاط البصر Illusions، وعلى الرغم من ان مادة ابن الهيثم كانت الادراك البصري الا ان مبادىء الادراك البصري وعملياته التي تعرض لها كانت مرنة بدرجة تكفي لتعميمها على كافة العمليات الحسية ففي معرض حديثه عن دالات

(١) كتاب المناظر، ص ٢٠٧.
(٢) كتاب المناظر، ص ١٨٧.

وضع المرئيات (Orientation Cues) يؤيد أمثلته البصرية بأمثلة من حاسة السمع «ولإدراك جهة المبصر على هذه الصفة نظير في المسموعات فإن الحاس يدرك الصوت بحاسة السمع ويدرك الجهة التي منها يرد الصوت ويفرق بين الصوت الذي يرد من ميمنته.. (و) ميسرته.. (و) خلفه وذلك (عن) سمت المواجهة»[١].

واقتصار كتاب المناظر على الاحساس البصري لا يجعله مختلفا من كتب الإدراك الحسي المتداولة حاليا فهي ايضا تستخدم عمليات البصر كنموذج للادراك الحسي لا تعدوه الى غيره من النماذج الحسية الا نادراً.

يوضح ابن الهيثم في مقدمة الفصل الثالث في المناظر «ان حاسة البصر ليس يدرك شيئا من المعاني المبصرة الا في الجسم (وأن) الأجسام تجمع معان كثيرة»[٢] ويجمل ابن الهيثم هذه المعاني في «اثنين وعشرين قسما، وهي الضوء واللون والبصر والوضع والتجسم والشكل والحجم والتفرق والاتصال والعدد والحركة والسكون والخشونة والملامسة والشفيف والكثافة والظل والظلمة والحسن والقبح والتشابه والاختلاف»[٣]. ويبين ابن الهيثم ان أياً من المعاني المبصرة يدخل تحت بعض هذه الأقسام كالكتابة التي هي في جوهرها شكل من الاشكال وحتى افعال الانسان مثل البكاء، فهي تدخل تحت الشكل والحركة وحتى حالات الأجسام كالرطوبة فهي تدرك بالبصر «من سيلان الجسم الرطب وحركة بعضه قبل بعض»[٤]. فكل المعاني البصرية الجزئية تندرج تحت هذه الأقسام.

وإدراك هذه المعاني بالنسبة لابن الهيثم لا يتم بمجرد الحس «وذلك ان حاسة البصر اذا ادركت شخصين من الاشخاص في وقت واحد وكان هذان الشخصان متشابهين في الصورة فانها تدرك الشخصين وتدرك أنهما متشابهان وتشابه صورتي الشخص ليس هو الصورتين أنفسهما ولا واحدة منهما»[٥].

فهذا مثلا نوع من إدراك المعاني البصرية التي يستخدم فيها الحس بالاضافة الى التمييز. ويدخل في ادراك المعاني البصرية ايضا القياس والمعرفة والمقدمات البدهية، مما سيتضح من خلال تحليلنا لبعض اوجه الادراك الحسي عند ابن الهيثم. وسنخص بالاهتمام في هذا السياق معالجته لادراك البعد والوضع والحجم. كل على حدة. وبالطبع فانه «ليس يدرك كل واحد من هذه المعاني منفردا ولا تدرك هذه المعاني واحد بعد واحد بل يدرك جميعها معاً»[٦]. ولكن الغرض من دراسة كل إدراك على حدة هو أولا التزام التبويب الهيثمي نفسه لمشكلات الادراك وثانيا لأن كيفيات ادراك هذه المعاني مختلفة فيما بينها.

إدراك البعد:

يعالج ابن الهيثم موضوعين هامين تحت هذا العنوان هما كيفية ادراك البعد، محض البعد وادراك مقدار أو كما يقول هو كمية البعد.

وموضوع ادراك محض البعد كان من

---

(١) كتاب المناظر، ص ٢٥٥ ـ ٢٥٦.
(٢) كتاب المناظر، ص ٢١٦.
(٣) كتاب المناظر، ص ٢٣٠.
(٤) كتاب المناظر، ص ٢٣١.
(٥) كتاب المناظر، ص ٢١٦.
(٦) كتاب المناظر، ص ٢٤٤.

الجدليات المعمرة في الفكر اليوناني. ولقد أجهد ابن سينا نفسه ومن قبله الاغـريق فيها دون طائل، حتى انتهت المشكلة عند ابن الهيثم فقام بفك طلسمها تماما ونهائيا. فإذا أصبحت هذه الجدلية لا ترد في كتب الادراك الحسي المعاصرة بوصفها جدلية منقرضة فالفضل في ذلك يرجع لابن الهيثم.

وأصل الجدلية ان من يسمَّون بـأصحاب نـظريـة الشعـاع، يقـولون ان الابصـار يتم بأطراف شعاع يخـرج من البصر وينتهي الى المرئيات، ودليلهم على ذلك اننا نـرى الأشياء منفصلة عنا فإذا كنـا نراهـا بصورة تنعكس داخل الأعين فكيف يتسنى لنا رؤية الأشياء في مواضعها الخارجية وما هي إلا صورة داخل البصر؟

وكـان ملخص رد ابن الهيثـم عـلى هـذا التساؤل ان الشعاعيين فاتهم «ان الابصار لا يتم بمجـرد الاحساس فقـط وان الابصـار لا يتم الا بالتمييز وبتقدم المعرفة وانه لولا التمييز وتقدم المعرفة (الخبرة) لم يتم للبصر شيء من الابصـار ولا ادركت مـاهيـة المبصر في حـال إبصاره»[1].

أما عن (بعد) المرئيات فإن الانسان يدركه في مبتدأ احساساته البصرية بالتمييز. فالطفل في مهده مثلا اذا التفت وقابل جسما رآه واذا التفت عنه لم يره وينطبق نفس الشيء في حال فتـح العيون وإغمـاضهـا. وحيثمـا ان هـذه العمليات البصرية يتكرر حدوثها بلا حصر من أول حياة الانسان فـإن معنى بعد الأجسـام المرئية يصبح من المعاني المستقرة «في النفس على مر الزمان من حيث لم نحس باستقـراره لاستمرار هذا المعنى وتكرره على القوة المميزة. فليس تحتـاج في ادراكه الى استئنـاف تمييز وقياس عن ادراك كل مبصر»[2].

وفي معالجته لكيفية ادراك مقدار البعـد أو المسافة Distance يضـع ابن الهيثم الأسس النظرية لما يعرف اليوم بدالات Cues المسافة. والدالة الأسـاسية هي مـا يسميه ابن الهيثم بدالة الأجسام المسامتة.

يرى ابن الهيثم ان الاجسام المسامتة اذا كانت متصلة ومتساوية الأبعاد كان ادراك بعد طرفها الأخير في المسافات المعقولة أمرا يقينيا. وعلى سبيل الايضاح نورد مثالا عصريا، فإذا وقف الرائي في طرف خط من مساكن متماثلة متراصة فإن بوسعه ان يقدر بعد طرفها الثاني على وجه اليقين اذا كان يعرف طول كل سكن على حدة. واذا كان عدد تلك المساكن في حدود المعقـول. كما ويمكن للرائي ايضـا أن يقـدِّر مسافة اي شخص يقف محاذيا للطرف الأخير من تلك المساكن وذلك بالقياس.

أما حينما تكون الأجسام مسامتة ولكنهـا متفرقة وتتفاوت في مسافـاتها البينيـة ـ وهي اكثر الحالات حدوثا في حياتنا اليومية ـ فـإن الرائي أيضا يستخدم هذه المسامتة في ادراك المسافة لكن تقديره حينئذ يكون ظنّياً. ويسوق ابن الهيثم مثالا طبيعياً وتجربتين لهذا النوع من ادراك البعد.

المثال الطبيعي في ادرك بعد السحاب فيما بين الجبال «فإنه ربما استترت رؤوس الجبال

(١) كتاب المناظر، ص ٢٤٤.
(٢) كتاب المناظر، ص ٢٤٥.

بالسحاب واذا كان السحاب متقطعا ربما ظهرت رؤوس الجبال من فوق السحاب... ويبين معه ذلك ان البصر ليس يدرك مقدار بعد السحاب اذا ادركه في السهول وانما يدركه البصر اذا كان فيما بين الجبال»[١].

ومن دالات المسافة الثانوية عند ابن الهيثم سطح الأرض او الأفق الأرضي «وقد يوجد هذا المعنى في كثير من المبصرات التي على وجه الأرض»[٢].

ويشرح ابن الهيثم هنا تجربة ما تزال حتى يومنا هذا التجربة المعيارية لهذه الدالة في مختبرات الادراك الحسي. ويعتمد جهاز هذه التجربة على ساتر فيه ثقب ومن وراء ذلك الثقب فضاء لم يشاهده المُعتبِر Subject (ويكون في ذلك الفضاء جداران قائمان ويكون أحد الجدارين أقرب الى الثقب من الجدار الآخر ويكون بين الجدارين بعد له قدر ويكون الجدار الأقرب يستر بعض الجدار الأبعد ويكون البعض من الجدار الأبعد ظاهرا ويكون الثقب مرتفعا عن الارض «وهو المتغير المستقل Independent Variable» بحيث اذا نظر فيه الناظر لم ير وجه الأرض التي من وراء الحائط الذي فيه الثقب فإن المعتبر اذا حصل في هذا الموضع ونظر في الثقب فانه يرى الجدارين معا، ولا يدرك البعد الذي بينهما. وان كان بعد الجدار الأول عن الثقب بعدا كبيرا فانه يدرك الجدارين كأنهما متماسان وربما ظن انهما واحد متصل اذا كان لوناهما واحدا»[٣].

والتجربة الثانية هي تجربة الحبل المعترض على مسافة خلف الثقب والذي يظهر وكأنه مماس لذلك الثقب اذا كان الناظر لا يرى الأرض متصلة وراء الثقب. والمسافة الأرضية التي يقدرها الناظر بعامل الخبرة المتراكمة «لأن أطوال هذه السموت تتقدر أبدا بجسم الانسان بغير قصد»[٤].

ومن ذلك خطو القدمين ومد الذراعين فأطوالها استقرت في ذاكرة الانسان بحكم التكرار فدخلت هي نفسها لا ارادیا في تقدير المسافات «ولهذا يقول الانسان كان بيني وبين فلان عشر خطوات.. او قيد رمح او شوط فرس او علوة سهم»[٥]. او فركة قدم او خمس دقائق مشي أو عشرة دقائق بالسيارة كما نقول اليوم.

إدراك الوضع:

في بيانه للدالات المساعدة على ادراك الأوضاع يفرق ابن الهيثم بين ثلاثة انواع من الاوضاع المدركة. وضع جملة الجسم المرئي بالنسبة للرائي واوضاع سطح او سطوح المرئيات بالنسبة للرائي واوضاع اجزاء المبصر فيما بينها.

ويركز ابن الهيثم هنا على دالة إحساس الرائي للجهات والتي يدركها الرائي بالتمييز. «ويفرق الحس والتمييز بين الجهات وان لم يكن فيها شيء من المبصرات»[٦].

وحيثما ان البصر لا يدرك المرئيات الا اذا قابلها وحاذاها فهو بالتالي يدرك جهاتها تأسيسا على ما يميزه من جهة نفسه.

والعين كما تبين فيما مضى تقبل الصور وخطوط الشعاع متعامدة على دوائر محيطات

(١) كتاب المناظر، ص ٢٤٨.
(٢) كتاب المناظر، ص ٢٤٨.
(٣) كتاب المناظر، ص ٢٥٠.
(٤) كتاب المناظر، ص ٢٨٢.
(٥) كتاب المناظر، ص ٢٨٥.
(٦) كتاب المناظر، ص ٢٥٤.

طبقاتها وهو ما سماه ابن الهيثم سموت خطوط الشعاع. وتأسيسا على ذلك فإن الاحساس بالصورة يقتضي بالضرورة الاحساس باتجاه خطوط الشعاع في الموضع الذي سقطت عليه تلك الصورة (أي في الجسم الحاس أو ما نسميه بالشبكية).

ويلزم من ذلك ادراك الجهة التي تمتد فيها خطوط الشعاع في الفضاء وهي بالضرورة موضع الجسم المرئي. ويؤيد ابن الهيثم رأيه هذا بدليل الانعكاس في المرايا. فإننا نرى الصورة في المرآة تقابلنا من الأمام مع انها خلفنا فالذي جعلنا نحسها امامنا هو انها تصل الى ابصارنا على سموت خطوط الشعاع وهي دوما ممتدة امام البصر (فإذا احس البصر بالصورة من سموت خطوط الشعاع ظن المبصر انه عند اطراف تلك الخطوط... لأنه ليس يدرك شيئا من المبصرات... إلا عند اطراف الخطوط المتوهمة بين البصر والمبصر التي هي خطوط الشعاع).

وبمثال المرآة يؤكد ابن الهيثم فاعلية خطوط الشعاع وموضع الصورة في العين في الدلالة على جهات المرئيات. ويلمح ابن الهيثم في موضع آخر الى ان الابصار الثنائي Binocular Vision يساهم ايضا في ادراك وضع المرئيات. «فجميع المبصرات تكون مقابلة للبصرين جميعاً، والبصرين جميعاً ينظران الى كل واحد منهما. فهما البصرين ابدا يلتقيان عليها والشعاعات الباقية التي تلتقي على كل نقطة منها يكون وضعها في الجهة وضعا متشابها، فلذلك يُرى كل واحد من المبصرات المألوفة بالبصرين جميعا واحد وليس يرى احد من المبصرات اثنين الا نادرا، لأنه ليس يرى واحد من المبصرات اثنين الا اذا كان وضعه من البصرين وضعا مختلفا اختلافا متفاوتا»[1].

إدراك الحجم :

يستهل علماء النفس المعاصرون كتاباتهم في هذا الموضوع بالسؤال الذي استهلها به ابن الهيثم: هل يعتمد إدراك الحجم على الزاوية البصرية ام على تقدير المسافة (انظر مثلا روك، Rock, 1978) ومنهم من يصل الى نفس اجابة ابن الهيثم في هذا الموضوع المثير للجدل.

وإجابة ابن الهيثم تتلخص في التوفيق بين الرأيين. فالزاوية البصرية عند ابن الهيثم هي الزاوية التي يوترها عند مركز البصر مخروط الشعاع الذي تحيط قاعدته بالجسم المرئي. هذه الزاوية عند ابن الهيثم لا تكفي بمفردها لادراك الحجم. ويستدل ابن الهيثم على ذلك بما نسميه حاليا ظاهرات ثبات الحجم Size Constancy وثبات الشكل Shape Constancy.

ومن هذه الظاهرات «أن المبصر اذا كان قريبا من البصر وادرك البصر مقداره ثم تباعد عن البصر مقدارا ليس بالمتفاوت فليس يصغر مقداره عند البصر وليس يدرك البصر مقداره الا على ما كان يدركه من البصر الأول اذا كان البصر الثاني من الأبعاد المعتدلة.. وجميع المبصرات المألوفة ليس يختلف مقدار الواحد منها عن البصر اذا اختلفت ابعاده»[2].

وهكذا تحافظ الأجسام المرئية على احجامها

---

(١) كتاب المناظر، ص ٣٦١.

(٢) كتاب المناظر، ص.

على الرغم من اختلاف الزوايا التي توترها في البصر. فإن الزوايا البصرية تصغر بالتباعد وتكبر بالتقارب.

ويسوق ابن الهيثم مسألة ثبات ثانية وهي ان الاشياء المتساوية في احجامها المختلفة الأبعاد يدركها البصر متساوية على الرغم من اختلاف الزوايا التي توترها بحكم اختلاف أبعادها.

ويشرح ابن الهيثم تجربتين من تجارب ثبات الشكل تبطلان القول بأن إدراك الحجم يعتمد اعتمادا كليا على الزاوية البصرية. يقول «فإنه ان رسم في سطح جسم من الأجسام شكل مربع متساوي الأضلاع قائم الزوايا ورفع ذلك الجسم حتى يصير سطحه الذي فيه المربع قريبا من موازاة البصر.. فإن البصر يدرك الشكل المربع متساوي الأضلاع (مع ان) الزوايا التي توترها اضلاع المربع عند مركز البصر... مختلفة اختلافا متفاوتا»[١].

وينطبق نفس القول على الشكل اذا كان دائريا ورسمت عليه اقطار افقيه وأقطار رأسية فالأقطار تبدو متساوية على الرغم من اختلاف الزوايا البصرية التي توترها[٢].

إن الزاوية البصرية في نظر ابن الهيثم تدخل في حساب الحجم المدرك جنبا الى جنب مع ادراك مقدار المسافة، والذي بينا دلالته فيما مضى «فإذا تخيلت (القوة المميزة) مقدار الزاوية ومقدار البعد معا فإنها تدرك بذلك مقدار حجم المبصر بحسب مقدار الزاوية وبحسب مقدار البصر معاً». ولقد عبر روك عن نفس هذا القانون الهيثمي بالمعادلة المشهورة:

الحجم المدرك = الزاوية البصرية × المسافة[٣]

وفي نفس هذا السياق صاغ ابن الهيثم القانون الهام الذي يُسمى في كتب الادراك المعاصرة قانون ايمرت Emmert's Law[٤] وما هو بقانونه. يقول ابن الهيثم «إذا ادرك (البصر) لبعدين مختلفي البعد احدهما اقرب الى البصر من الآخر وكانا جميعا يوتران زاوية واحدة بعينها عند مركز البصر.. وكان البصر يدرك بعد كل منهما ادراكا متيقنا فإن المبصر الأبعد يدركه البصر ابدا اعظم من المبصر الأقرب، وكلما كان المبصر الأبعد اكثر بعداً.. فإنه يدركه اكثر عظماً»[٥].

وهكذا يتسع كتاب المناظر ليشمل شرحا وتدليلا على كل قرائن الادراك المتعلقة بالمعاني الاثنين وعشرين التي ذكرها ابن الهيثم في مستهل عرضه للمعاني المدركة. وبعض هذه المعاني التي بحثها ابن الهيثم قَصُرت عنها همم السايكلوجيين المعاصرين حاليا مثل ادراك الحسن والقبح وان كانت قد تركت بصماتها في علوم اخرى تتزايد في اهميتها مع مرور الزمن مثل علم التصميم الصناعي Industrial Design والمعمار.

وتأبى سايكوفيزياء ابن الهيثم الا ان تحيط بكل موضوعاتها المعروفة في الكتابات المعاصرة فيقدم ابن الهيثم في عجز كتاب المناظر عرضاً مستفيضاً لاغلاط البصر Visual Illusions.

---

(١) كتاب المناظر، ص ٢٧٥.

(٢) انظر كتاب المناظر، ص ٢٧٥.

(٣) انظر روك، ص ٣٠ ـ ٣٢.

(٤) نشر ايميرت هذا القانون باسمه عام ١٨٨١ في Klinische Monats Blaiter for Ancenheilvunde 19, pp. 443-450 انظر ايضا روك ص ٣٤.

(٥) كتاب المناظر، ص ٣٧٩.

ويبين ابن الهيثم في هذا الجزء من الكتاب ان جميع اغلاط البصر تكون في واحد او اكثر من المجالات الثلاثة التي بها يتم الادراك البصري؛ وهي الحس والمعرفة والقياس. وان المعاني التي تحدث فيها الأغلاط بخروجها عن حد الاعتدال ثمانية، هي البعد والوضع المحقق والضوء والحجم والكثافة وشفيف الهواء والزمان وصحة البصر. فبذلك تنقسم الأغلاط في الأساس الى اربعة وعشرين نوعا.

وهكذا تتوالى الأدلة على متانة البناء الهيثمي لعلم سايكوفيزياء الابصار حيث لم ينل الزمن من مبادراته شيئا يذكر.

المراجع العربية:

١ ـ ابن الهيثم محمد بن الحسن (٣٥٤ ـ ٤٣٠هـ) كتاب المناظر، تحقيق عبد الحميد صبرة (١٩٨٣)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

٢ ـ ابن سينا، (الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن علي، (٣٧٠ ـ ٤٢٩هـ، ٩٨٠ ـ ١٠٣٨م). الشفاء. تحقيق ومراجعة جورج قنواتي وسعيد زايد (١٩٧٥). الهيئة المصرية العامة للكتب، مصر.

٣ ـ الفارسي، كمال الدين (ابو الحسن محمد بن الحسن) تنقيح المناظر لذوي الابصار والبصائر، نشرة حيدر آباد (دائرة المعارف العثمانية) ١٣٤٧ ـ ١٣٤٨هـ/ ١٩٢٨ ـ ١٩٣٠م.

٤ ـ اسماعيل، عزت سيد. (١٩٨٢) علم النفس الفيزيولوجي، وكالة المطبوعات، عبدالله حرمي ـ الكويت.

٥ ـ بادو، جون؛ وآخرون (١٩٧٧) عبقرية الحضارة العربية، ينبوع النهضة. ترجمة صلاح جلال وآخرون. مركز الوثائق والدراسات، ديوان رئيس الدولة. أبو ظبي. دولة الامارات العربية المتحدة.

٦ ـ روسل، د.ج.أ. تشريح العين لدى ابن الهيثم. في ابحاث واعمال المؤتمر الثاني للطب الاسلامي. (المحرر) أحمد رجائي الجندي. مارس ١٩٨٢م/ جمادي الآخرة ١٤٠٢هـ. منظمة الطب الاسلامي، الكويت، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، ص ٢٢١.

٧ ـ قطاية، سليمان (١٩٨٤). ابن النفيس. المؤسسة العربية للدراسة والنشر. بيروت.

٨ ـ المنجد في اللغة والإعلام (١٩٧٧) دار المشرق، بيروت، ط ٢٢.

المراجع الأجنبية:

1. Gibson, J.J. (1950) The Perception of the Visual World. Houghton Mifflin Company. Boston.
2. Gregory, R.L. (1963) Eye and Brain. World University Library. New York. 2nd ed.
3. Lindsay, P.H. and Norman, D.A. (1977) Human Information Processing (2nd ed.) Academic Press, New York.
4. Rock, I (1975) Introduction to Perception. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.

د. الزبير بشير طه

قسم علم النفس ـ جامعة الامارات العربية المتحدة