

## 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 والفلسفة والفيزياء والهندسة النظرية مشيدا بذلك اركان هذا العلم على غير مثال سابق. لقد استطاع في تشريحه للعين ان يميز طبقاتها المختلفة ويحدد منظومة العدسة الشفافة المكونة من السائل المائي والجسم الزجاجي والرطوبة الجليدية (العدسة). فضلا عن ذلك قدم ابن الهيثم توصيفا للمكونات العصبية من شبكية وممر عصبي وتصلب 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 اميبرت 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 حداتها 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 parallels 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 oculaire. 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 lentilles comme contenant 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 mécanismes optiques des couches oculaires 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, perception de la distance, forme et orientation ne peuvent pas être distinguées de ceux des grands et actuels travaux dans la psychologie oculaire.

### سايكوفيزياء الإِْبصار عند ابن الهيثم

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 وجراحها بل من اعمال رياضي فيزيائي هو ابن الهيثم»<sup>(١)</sup>.

ولئن كان مصدر الدهشة في ذلك هو ان ابن

يمكن القول بثقة كبيرة ان ابن الهيثم هو مؤسس علم نفس الإِْبصار (The Psychology of vision). لقد اقتطع لهذا العلم ما يخصه من علوم التشريح والفلسفة والفيزياء الرياضية والادراك مشيداً بذلك أركان هذا العلم وبنائه. ولقد كان من الطبيعي أن تقحمه هذه المهمة في مجالات علمية مثل

(١) روسل (١٩٨٢)، ص ٢٢١.

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 تشريحه 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)<sup>(٤)</sup>.

ويبدأ وصف المنظومة العصبية من الدماغ الذي هو بالطبع في نظره مركز التحكم في الادراك البصري وينتهي وصفه بالشبكية. يقول: «ينشق من مقدم الدماغ عصبان جوفوان متشابهان يتبدآن 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 عصباً واحدة جوفاء ثم تنقسم هذه العصبية فتصير ايضاً عصبين جوفائيتين متساويتين. ثم تتميز هاتان العصبتان حتى تنتهيا الى حدبتي العظمين المقعيرين المحيطين بجملتي العينين وفي وسطى تقعيري هذين العظمين ثقبان متساويان نافذان، وضعهما من العصبية المشتركة وضع متشابه، فتدخل العصبتان في هذين الثقبين وتخرجان الى تقعيري العظمين فإذا وصلا الى تقعيري العظمين وانتشرا واتسعا وصار كل

الهيثم عالم فيزيائي اقتحم مجالاً طبياً، 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<sup>(١)</sup>. ويشير ابن الهيثم الى الاختلافات بين الجماعتين «وقد بحث المتحققون بعلم الطبيعة من حقيقة هذا المعنى بحسب صناعاتهم 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»<sup>(٢)</sup>.

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 تناقضاً 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»<sup>(٣)</sup>. هكذا يضع ابن الهيثم علم البصريات على اعتبار فتح جديد ويتكلم، بذلك، لغة الادراك الحسي المعاصرة. تلك اللغة

(٣) المناظر، ص ١٦٠.

(٤) Lindsey and Norman (78).

(١) المناظر، ص ٦٠.

(٢) المناظر، ص ٦٠.

العصبتين متقاطعتان بحيث تنفذ اليمنى منها الى العين اليسرى واليسرى الى العين اليمنى<sup>(١)</sup> 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 عصبه واحدة جوفاء ثم تنقسم هذه العصبه فتصير ايضا عصبتين جوفائين متساويتين» فهذا الوصف يرفض بكل تأكيد الرأي الجاليني القائل باللامسة فقط. فهو يؤكد ان العصبتين تصيران عصبه واحدة ثم تنقسم مرة اخرى. ولكنه لم يوضح الصورة الجديدة لهذا الانقسام 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 تشريحته للمكون العصبي لجهاز الابصار، هو ان وصفه لم يكن شافيا فيما يتعلق بما سماه اسطح تجويف العصبه، وتقابل الشبكية في المصطلح المعاصر وسبب ذلك - كما سيتضح لاحقا - هو تبني بعض 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

منهما كالقمع وكل واحدة من العينين مركبة على هذا الطرف من العصبه<sup>(١)</sup>.

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 موروثه برمتها من التقليد الجاليني 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 للفتى 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

(٢) انظر قطاية (١٩٨٤)، ص ١١٢، ١١٣.

(١) المناظر، ص ١٢٧.

هو انها بغطائها لثقب العنبية تضبط الرطوبة البيضية التي داخل العنبية فتتصرف 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 العصبية. وفي مقدم هذه الكرة تسطح يسير يشبه تسطح ظاهر العدسة. فسطح مقدمها قطعة من سطح كروي اعظم من السطح الكروي المحيط ببقيتها وهذا السطح مقابل للثقب الذي في مقدم العنبية ووضعه منه وضع متشابه»<sup>(٥)</sup>.

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 المرصوص 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 تتعرض 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

الملتحمة<sup>(١)</sup> 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 واطرافها 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.

ويلى 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<sup>(٢)</sup>. اما الثقب المستدير الذي في وسط العنبية تماما فهو مقابل لطرف تجويف العصبية التي العين مركبة عليها<sup>(٣)</sup>. ويغطي هذا الثقب وجميع مقدم العنبية (طبقة متينة شفافة تسمى القرنية)<sup>(٤)</sup> واول منافس القرنية التي يتكلم عنها ابن الهيثم

(٢) المناظر، ص ١٨٤.

(٣) المناظر، ص ١٢٨.

(٤) المناظر، ص ١٢٨.

(٥) المناظر، ص ١٢٨.

(١) قد تستخدم كلمة الملتحمة (Conjunctiva) في

المصطلح الحديث اسما للغشاء المخاطي الرقيق

الذي يبطن الجفون من الداخل (انظر اسماعيل،

١٩٨٢، ص ٣٠٤).

على الاحتفاظ برأي أرسطو 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 الأطروحة الارسطية لا يساعد في تفسير ظاهرة النظر الثنائي (Binocular Vision). وفي محاولة توفيقية لاحقة<sup>(٣)</sup> رأى ابن سينا «ان شبخ المبصر اول ما ينطبع انما ينطبع في الرطوبة الجليدية وان الابصار بالحقيقة لا يكون عندها، وإلا لكان الشيء الواحد يرى شيئين لأن في الجليدين شبحين»<sup>(٤)</sup>. واستقر رأي ابن سينا أخيراً 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 حظاً 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 العصبين الأوليتين المتصلتين بالدماغ وتنتهي الى العصبية المشتركة فتملأ تجويف هذه العصبية وتمتد في العصبين الثانيتين والجوفائيتين فتملأهما وتنتهي الى الجليدية فتغطيها القوة الباصرة) وبعد معالجة بيوفيزيائية، نعرض لتفاصيلها بعد قليل، يخلص ابن الهيثم الى «ان الجليدية انما تحس

تكونان شكلاً كروياً واحداً، 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 ووظيفياً فاننا لا نرى سبباً 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. وهناك 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 مقداراً يسيراً تشوهت. فهذا السطح (سطح الزجاجية) إما سطح مستو واما من كرة مقتدرة لا تؤثر كبريته في ترتيب الصورة»<sup>(١)</sup>.

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

الحق يقال ان ابن الهيثم اضطرب في اجابته على هذا السؤال كما اضطرب من قبله ابن سينا. وسبب اضطرابهما هو حرصهما الزائد

(٣) انظر الشفاء، ج ١، ص ٣٢٩.

(٤) الشفاء، ج ١، ص ٣٢٩.

(١) المناظر، ص ٢٠.

(٢) المناظر، ص ١٨٥.

التشكك في ان ابن الهيثم قد اعتمد هذا الشكل بكل تفاصيله ناهيك عن ان يكون رسمه بيده»<sup>(٢)</sup>.

ومهما يكن من امر فمقدم تجويف العصبية 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»<sup>(١)</sup>.

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

حقاً لقد فاق ابن الهيثم التشريحيين في تشريحته 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 القارئ حتى في تناوله لهيئة البصر، في الفصل الخامس، بالسطوح الكرية والمحيطات

بهذه الصورة من سموت خطوط الشعاع فقط»<sup>(٣)</sup> وان الصورة التي تحس بها الجليدية لا تنتهي عندها وانما «تمتد في الجسم الحساس الممتد في تجويف العصبية وتنتهي الى تجويف العصبية المشتركة... وان الصورتين اللتين تحصلان في البصر للمبصر الواحد في موضعين متشابهين من البصر، تلتقيان في العصبية المشتركة وتصيران صورة واحدة ومن الصورة الواحدة التي تحصل في هذه العصبية يدرك الحاس الأخير (الدماغ) صورة المبصر»<sup>(٤)</sup>.

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

وعلى اية حال فقد وصف ابن الهيثم تجويف العصبية 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 مرض 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 جداً في هذا الشكل. وهذا امر يدعو الى

(٣) المناظر ص ١٦٩.

(١) 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 ابتداءً. وعلى احتمال ان ابن الهيثم كان عالماً بها فالغالب انه تبناها فقط لتلخيص آراء التشريحيين من قبله من امثال ابن سينا ومن ثم لم يعن كثيراً بتفاصيلها.

(٤) المناظر، ص ١٨٥.

ومثال هذه الدوائر مركز العنبية ومركز دائرة الالتحام (انظر المناظر ص ١٣٠ - ١٣٥) مع مركز البصر نفسه. وحيثما ان مقدم الملتحمة يستدير حول مقدم العنبية فان مركز العنبية هو مركز ثقلها بالضرورة، وحيثما ان السطح المقعر من العنبية الموازي لسطحها المحذب منطبق على ثقب العنبية، وحيثما ان السطحين المقعر والمحذب من العنبية سطحان كرويَّان يتقاطعان، فإن «الخط المستقيم الذي يصل بين... مركز سطح القرنية ومركز العنبية اذا خرج على استقامته انتهى الى مركز الثقب الذي في مقدم العنبية والى وسطي سطحي القرنية المتوازيين»<sup>(٢)</sup>. وهذا الخط يمر بمراكز جميع سطوح طبقات البصر «ويكون قائماً عليها على زوايا قائمة فيمتد في وسط تجويف العصبية الى ان ينتهي الى موضع انحناء العصبية، ويكون وضعه ابداً من سطح تجويف العصبية الذي في داخل جملة العين ومن جميع اجزاء العين ومن جميع سطوح طبقات البصر وضعا واحداً لا يتغير في حالة حركة البصر ولا في حالة سكونه»<sup>(٣)</sup>. ووضع هذا الخط في العين اليمنى هو نفس وضعه في العين اليسرى في جميع احوالهما. هذا الخط هو ما نسميه حالياً بخط النظر البؤري (Line of Sight) ويسميه ابن الهيثم «سهم الشعاع»<sup>(٤)</sup> ويعتبر اكتشاف فكرة هذا الخط الوهمي احد الفتوحات في علم الادراك البصري وهو فكرة هيثمية بدون منازع بدليل انه كان اول من صك مصطلحها. والمعالم

الدائرية والخطوط المستقيمة والتماس والشفافية وهو بهذا يسوق المبادئ والقوانين الفيزيائية سوقاً لتفسير عمليات هذا الجهاز البيولوجي (العين). ولعله لا يوجد في تاريخ العلوم الطبيعية من سبق ابن الهيثم في بلورة نموذج متكامل لعلم البيوفيزياء المعاصر (Biophysics) وبذلك يكون ابن الهيثم قد شيد نظريته البيوفيزيائية للابصار على غير مثال سابق.

### اسس البناء الهندسي للعين:

يقدم ابن الهيثم عرضاً برهانياً متتداً ليخلص في نهايته الى ان جملة العين هي تكوين هندسي كروي موحد ومتلاحم الاجزاء «لا يتغير وضعها (بعضها عن بعض لا في حال حركتها ولا في حال سكونها) وان العصبية التي هي مركز العين الثابت تحتفظ بوضعها غير مفارقة له عند حركة العين او عند سكونها»<sup>(١)</sup>.

وسطوح طبقات البصر كلها من قرنية وعنبية وبيضية وجليدية وزجاجية سطوح كرية الشكل فاذا توهمنا نظرياً امتدادات محيطاتها الدائرية حصلنا على دوائر تكون تارة آحادية المركز (Concentric) وهو الحال مثلاً بالنسبة لسطحي القرنية المقعر والمحذب وسطحي البيضية والجليدية والسطح الظاهري المشتمل على جملة العين. فهذه السطوح جميعاً مركزها واحد وهو ما يسميه ابن الهيثم (مركز البصر). فاذا لم تكن هذه الدوائر آحادية المركز كانت خطية المركز.

(١) المناظر، ص ١٣٠.

(٢) المناظر، ص ١٣٠. ما قاله ابن الهيثم هنا هو مقتضى القانون الهندسي الذي قبله وهو كل سطحين كرويَّين متقاطعين فان الخط الذي يصل بين مركزيهما يمر بمركز دائرة التقاطع ويكون عموداً على سطحها» ص ١٣١.

(٤) المناظر، ص ٢٠٨.

(٣) المناظر، ص ١٣٥.



## كيفية الابصار:

يمكن تلخيص شروط ابن الهيثم الفيزيائية الستة (اللازمة) التي لا يتم الابصار الا بها مجتمعة، على النحو التالي:  
أولاً : ان يكون هنالك بعداً ما بين المرئي والمرئي.

ثانياً : ان يكون المرئي مستقبلاً المرئي 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 المرئي.

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

سادساً : ان يكون المرئي كثيف بدرجة تجعله على الاقل اكد من الهواء الذي بينه وبين المرئي.

وقد أسهب ابن الهيثم في تحليل هذه الشروط واقامة الدليل على ضرورتها بما لا يتسع له المجال ولا يتناسب مع غرض هذه المعالجة. وانما يتناسب معه ان نسأل سؤالا سايكولوجيا عن الكيفية التي تتعامل معها آلات البصر المذكورة مع صور المرئيات بعد استيفاء هذه الشروط الستة، فتتمهد بذلك كله عملية الادراك البصري.

ان نقطة تقاطع هذا الخط مع محيط العين الداخلي هي وكما أراد لها ابن الهيثم مركز الصورة، الساقطة على الشبكية من مركز الهدف البصري. غير اننا نعلم الآن ان هذا الخط البصري لا يقاطع المحيط الداخلي للعين عند انحناء العصب البصري كما يقول ابن الهيثم، وانما يقاطعه في موضع النقطة الصفراء (Fovea) على الشبكية. وهي تلك النقطة او النقرة في وسط سطح الشبكية التي تكتظ بخلايا الاستقبال التي تسمى المخاريط، وهي اكثر مناطق الشبكية حساسية لتفاصيل الصورة المرئية ويقابلها في الكاميرا ذلك المربع البرتقالي (Pink Square). وما قاله ابن الهيثم عن موضع انحناء العصب ينطبق بحذافيره على ما نعرفه حاليا عن النقطة الصفراء «فالصورة التي تحصل في موضع الانحناء من تجويف العصب تكون النقطة منها التي على السهم أئبن من جميع النقط واشد تحقفا وما قرب منها يكون اشد تحقفا مما بُعد»<sup>(١)</sup>.

وتجدر الاشارة في هذا المقام الى الاسلوب الصابر المتأن الذي استخدمه ابن الهيثم في معالجته للأسس الرياضية لهندسية الابصار. وهو منهج التزمه في كافة كتاباته العلمية الى درجة اضجرت عددا من الدارسين ليس من أقلهم شأننا امال الدين الفارسي الذي ألف كتاب تنقيح المناظر حين وجد كتاب ابن الهيثم «طويل الذيل متجاوزاً حد الطول»<sup>(٢)</sup>. وقد لا يكون هنالك مبررا لهذا الحد من الإنزعاج والضرر من الاسلوب الهيثمي. فالاسلوب العلمي كان وما زال اجتراريا الى حد الوسواس.

(١) المناظر، ص ٢١٤.

(٢) انظر: كتاب تنقيح المناظر - المقدمة.

هذه النقاط الضوئية مع ترتيبها الذي وردت به هي كل ما تحتاجه العصبية المشتركة لدمج صورتَي العين اليمنى واليسرى المتشابهتين وارسالها للمراكز العليا في الدماغ لتكتمل عملية الادراك<sup>(٣)</sup>.

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 اولاً يبين كيف يتمكن ذلك الثقب الصغير في العنابية من إنفاذ ذلك المخروط الضوئي<sup>(٤)</sup> الصادر من أي جسم مرئي من أعلى قمته الى اخمصه ناقلاً كل خصائصه المرئية الى جهاز العين، وهو ثانياً يبلور فكرة انكسار او انعطاف الضوء في الكرة الجليدية<sup>(٥)</sup> (العدسة) حيث يبين ان المكون الزجاجي منها متخصص في الاحساس بالصورة وحفظ ترتيبها فقط<sup>(٥)</sup>، وهو ثالثاً يتحرر من التقليد اليوناني في ان مركز الاحساس البصري هو العدسة، حيث يشترط في الرؤية ان تنفذ الصورة المرئية بكل خصائصها الى تجويف العصب لتتفاعل بها هذه الأخيرة ويكون بذلك قد قارب جدا من فكرة استقبال الشبكية للصور وانفعالها بها. وهو رابعاً يطور فكرة خط النظر البؤري

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<sup>(١)</sup> واستصحابها ابن الهيثم في شروحه في كتاب المناظر.

ثانياً : ان تخترق عمودياً 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 جميعاً 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) فتتقطع منه العصبية المجوفة قطاعاً يماثل القطاع الضوئي الذي لامس سطح الرطوبة الزجاجية تماماً في عدد وترتيب النقاط الضوئية الواردة اليه من الجسم المرئي.

(١) بادو، عبقرية الحضارة العربية.

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

(٣) كتاب المناظر، ص ١٦٢.

(٤) كتاب المناظر، ص ٢٠٢.

(٥) كتاب المناظر، ص ٢٠٥.

انطباع صورته في العينين<sup>(٢)</sup>. وقد ساق ابن سينا هذا القول تحكما دون دليل، فانتدب ابن الهيثم نفسه لاقامة الدليل على ذلك مستخدما فكرة الانكسار الضوئي او الانعطف التي أشرنا لها سابقا<sup>(٣)</sup>. 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»<sup>(٤)</sup>. ويعني هذا الاحتمال بالنسبة لابن الهيثم ان الصورة بعد هذا التعاكس سوف تصل الى تجويف العصبية (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 البصرييات جعلت من ذلك الاحتمال المستبعد حقيقة لا جدال عليها.

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

(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 العصبية 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»<sup>(١)</sup>. 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 تنطلقان في العصبية المشتركة فترى بذلك الشيء واحدا كما هو على الرغم من

(٢) كتاب المناظر، ص ٢٠٢.

(٤) كتاب المناظر.

(١) كتاب المناظر، ص ٢٠٦.

(٣) الشفاء، ج ١.

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»<sup>(٢)</sup>.

### 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 1978 Rock، جيبسون 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 مبادئ الادراك البصري وعملياته التي تعرض لها كانت مرنة بدرجة تكفي لتعميمها على كافة العمليات الحسية ففي معرض حديثه عن دالات

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 العصبية المشتركة أجبر ابن الهيثم فيما يبدو - على تبني أطروحات تشريحية للعين لم يكن ليتبناها الا بسبب هذا الفرض . فقد قام اولا بتقريب سطح تجويف العصبية (الشبكية) من سطح الزجاجية وثانيا حصر على تصغير وتحجيم سطح ذلك التجويف حتى اصبح سطحا من كرة صغيرة (انظر ص ٢٠٧) كل ذلك حتى يأمن وصول الصورة في سطح تجويف العصبية بنفس هيئتها وترتيبها الذي كانت عليه في سطح الجليدية . فسطح تجويف العصبية عنده سطح من «كرة صغيرة فلو انعطفت الصورة من هذا السطح لم تبعد يسيرا حتى تشوّه»<sup>(١)</sup>. وهكذا يتضح ان هذا الفرض الذي افترضه ابن الهيثم، بالاضافة الى احتفاظه بفكرة حساسية الجليدية

(١) كتاب المناظر، ص ٢٠٧ .

(٢) كتاب المناظر، ص ١٨٧ .

بعضه قبل بعض»<sup>(٤)</sup>. 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 صورتَي الشخص ليس هو الصورتين أنفسهما ولا واحدة منهما»<sup>(٥)</sup>.

فهذا مثلاً نوع من إدراك المعاني البصرية التي يستخدم فيها الحس بالاضافة الى التمييز. ويدخل في ادراك المعاني البصرية ايضا القياس والمعرفة والمقدمات البديهية، 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»<sup>(٦)</sup>. ولكن الغرض من دراسة كل إدراك على حدة هو أولاً التزام التوبيخ الهيثمي نفسه لمشكلات الادراك وثانياً لأن كفيات 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

وضع المرئيات (Orientation Cues) يؤيد أمثلته البصرية بأمثلة من حاسة السمع «وإدراك جهة المبر على هذه الصفة نظير في المسموعات فإن الحاس يدرك الصوت بحاسة السمع ويدرك الجهة التي منها يرد الصوت ويفرق بين الصوت الذي يرد من يمينته.. (و) ميسرته.. (و) خلفه وذلك (عن) سمته المواجهة»<sup>(١)</sup>.

واقصر كتاب المناظر على الاحساس البصري لا يجعله مختلفاً من كتب الإدراك الحسي المتداولة حالياً فهي أيضاً تستخدم عمليات البصر كنموذج للادراك الحسي لا تعدوه الى غيره من النماذج الحسية الاندرا.

يوضح ابن الهيثم في مقدمة الفصل الثالث في المناظر «ان حاسة البصر ليس يدرك شيئاً من المعاني المبصرة الا في الجسم (وأن) الأجسام تجمع معان كثيرة»<sup>(٢)</sup> ويجعل ابن الهيثم هذه المعاني في «اثنين وعشرين قسماً، وهي الضوء واللون والبصر والوضع والتجسم والشكل والحجم والتفرق والاتصال والعدد والحركة والسكون والخشونة والملامسة والشفيف والكثافة والظل والظلمة والحسن والقبح والتشابه والاختلاف»<sup>(٣)</sup>. 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

(٤) كتاب المناظر، ص ٢٣١.

(٥) كتاب المناظر، ص ٢١٦.

(٦) كتاب المناظر، ص ٢٤٤.

(١) كتاب المناظر، ص ٢٥٥ - ٢٥٦.

(٢) كتاب المناظر، ص ٢١٦.

(٣) كتاب المناظر، ص ٢٣٠.

على مر الزمان من حيث لم نحس باستقراره لاستمرار هذا المعنى وتكرره على القوة المميزة. فليس تحتاج في ادراكه الى استئناف تمييز وقياس عن ادراك كل مبصر»<sup>(٢)</sup>.

وفي معالجته لكيفية ادراك مقدار البعد أو المسافة Distance يضع ابن الهيثم الأسس النظرية لما يعرف اليوم بدالات Cues المسافة. والدالة الأساسية هي ما 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 أمراً يقينياً. وعلى سبيل الايضاح نورد مثالا عصرياً، 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 المعقول. كما ويمكن للرائي ايضاً أن يقدر مسافة اي شخص يقف محاذياً للطرف الأخير من تلك المساكن وذلك بالقياس.

أما حينما تكون الأجسام مسامتة ولكنها متفرقة وتتفاوت في مسافات البينية - وهي أكثر الحالات حدوثاً في حياتنا اليومية - فإن الرائي أيضاً يستخدم هذه المسامتة في ادراك المسافة لكن تقديره حينئذ يكون ظنياً. ويسوق ابن الهيثم مثالا طبيعياً وتجربتين لهذا النوع من ادراك البعد.

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

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

وأصل الجدلية ان من يسمون بأصحاب نظرية الشعاع، يقولون ان الابصار يتم بأطراف شعاع يخرج من البصر وينتهي الى المرئيات، ودليلهم على ذلك اننا نرى الأشياء منفصلة عنا فإذا كنا نراها بصورة تنعكس داخل العين فكيف يتسنى لنا رؤية الأشياء في مواضعها الخارجية وما هي إلا صورة داخل البصر؟

وكان ملخص رد ابن الهيثم على هذا التساؤل ان الشعاعيين فاتهم «ان الابصار لا يتم بمجرد الاحساس فقط وان الابصار لا يتم الا بالتمييز وبتقدم المعرفة وانه لولا التمييز وتقدم المعرفة (الخبرة) لم يتم للبصر شيء من الابصار ولا ادركت ماهية المبصر في حال إبصاره»<sup>(١)</sup>.

أما عن (بعد) المرئيات فإن الانسان يدركه في مبدأ احساساته البصرية بالتمييز. فالطفل في مهده مثلاً اذا التفت وقابل جسماً رآه واذا التفت عنه لم يره وينطبق نفس الشيء في حال فتح العيون وإغماضها. وحيثما ان هذه العمليات البصرية يتكرر حدوثها بلا حصر من أول حياة الانسان فإن معنى بعد الأجسام المرئية يصبح من المعاني المستقرة «في النفس

(١) كتاب المناظر، ص ٢٤٤.

(٢) كتاب المناظر، ص ٢٤٥.

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»<sup>(٤)</sup>.

ومن ذلك خطو القدمين ومد الذراعين فأطوالها استقرت في ذاكرة الانسان بحكم التكرار فدخلت هي نفسها لا اراديا في تقدير المسافات «ولهذا يقول الانسان كان بيني وبين فلان عشر خطوات.. او قيد رمح او شوط فرس او علوة سهم»<sup>(٥)</sup>. 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 الأوضاع المدركة. وضع جملة الجسم المرئي بالنسبة للرأى وأوضاع سطح او سطوح المرئيات بالنسبة للرأى وأوضاع اجزاء المبصر فيما بينها.

ويركز ابن الهيثم هنا على دالة إحساس الرأى للجهات والتي يدركها الرأى بالتمييز. «ويفرق الحس والتمييز بين الجهات وأن لم يكن فيها شيء من المبصرات»<sup>(٦)</sup>.

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

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

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»<sup>(١)</sup>.

ومن دالات المسافة الثانوية عند ابن الهيثم سطح الأرض او الأفق الأرضي «وقد يوجد هذا المعنى في كثير من المبصرات التي على وجه الأرض»<sup>(٢)</sup>.

ويشرح ابن الهيثم هنا تجربة ما تزال حتى يومنا هذا التجربة المعيارية لهذه الدالة في مختبرات الادراك الحسي. ويعتمد جهاز هذه التجربة على ساترفيه ثقب ومن وراء ذلك الثقب فضاء لم يشاهده المعتبر 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 نظرفيه 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»<sup>(٣)</sup>.

والتجربة الثانية هي تجربة الحبل المعترض على مسافة خلف الثقب والذي يظهر وكأنه

(٤) كتاب المناظر، ص ٢٨٢.

(٥) كتاب المناظر، ص ٢٨٥.

(٦) كتاب المناظر، ص ٢٥٤.

(١) كتاب المناظر، ص ٢٤٨.

(٢) كتاب المناظر، ص ٢٤٨.

(٣) كتاب المناظر، ص ٢٥٠.

جميعا واحد وليس يرى احد من المبصرات اثنين الا نادرا، لأنه ليس يرى واحد من المبصرات اثنين الا اذا كان وضعه من البصرين وضعاً مختلفاً اختلافاً متفاوتاً»<sup>(١)</sup>.

### 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 مثلاً 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 لإدراك الحجم. ويستدل ابن الهيثم على ذلك بما نسميه حالياً ظاهرات ثبات الحجم Size Constancy وثبات الشكل Shape Constancy.

ومن هذه الظاهرات «أن المبصر اذا كان قريباً 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 المؤلفوة ليس يختلف مقدار الواحد منها عن البصر اذا اختلفت ابعاده»<sup>(٢)</sup>.

وهكذا تحافظ الأجسام المرئية على احجامها

طبقاتها وهو ما سماه ابن الهيثم سموت خطوط الشعاع. وتأسيساً 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 دوماً ممتدة امام البصر (فإذا احس البصر بالصورة من سموت خطوط الشعاع ظن المبصر انه عند اطراف تلك الخطوط... لأنه ليس يدرك شيئاً من المبصرات... إلا عند اطراف الخطوط المتوهمة بين البصر والمبصر التي هي خطوط الشعاع).

وبمثل 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 أيضاً في ادراك وضع المرئيات. «فجميع المبصرات تكون مقابلة للبصرين جميعاً، والبصرين جميعاً ينظران الى كل واحد منهما. فهما البصرين ابداً يلتقيان عليها والشعاعات الباقية التي تلتقي على كل نقطة منها يكون وضعها في الجهة وضعاً متشابهاً، فلذلك يُرى كل واحد من المبصرات المؤلفوة بالبصرين

(١) كتاب المناظر، ص ٣٦١.

(٢) كتاب المناظر، ص.



البصر معاً». ولقد عبر روك عن نفس هذا القانون الهيثمي بالمعادلة المشهورة:

$$\text{الحجم المدرك} = \text{الزاوية البصرية} \times \text{المسافة}^{(٣)}$$

وفي نفس هذا السياق صاغ ابن الهيثم القانون الهام الذي يُسمى في كتب الادراك المعاصرة قانون ايمرت Emmert's Law<sup>(٤)</sup> 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»<sup>(٥)</sup>.

وهكذا يتسع كتاب المناظر ليشمل شرحا وتدليلا على كل قرائن الادراك المتعلقة بالمعاني الاثنتين وعشرين التي ذكرها ابن الهيثم في مستهل عرضه للمعاني المدركة. وبعض هذه المعاني التي بحثها ابن الهيثم قُصرت عنها همم السايكولوجيين المعاصرين حالياً 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.

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 كلياً 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»<sup>(١)</sup>.

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<sup>(٢)</sup>.

إن الزاوية البصرية في نظر ابن الهيثم تدخل في حساب الحجم المدرك جنبا الى جنب مع ادراك مقدار المسافة، والذي بينا دلالتة فيما مضى «فاذا تخيلت (القوة المميزة) مقدار الزاوية ومقدار البعد معا فإنها تدرك بذلك مقدار حجم المبصر بحسب مقدار الزاوية وبحسب مقدار

(٤) نشر ايمرت هذا القانون باسمه عام ١٨٨١ في Kli-nische Monats Blaiter for Ancenheitvunde 19, pp. 443-450 انظر ايضا روك ص ٣٤.  
(٥) كتاب المناظر، ص ٣٧٩.

(١) كتاب المناظر، ص ٢٧٥.

(٢) انظر كتاب المناظر، ص ٢٧٥.

(٣) انظر روك، ص ٣٠ - ٣٢.

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.

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

## المراجع العربية:

- ٦ - روسل، د.ج.أ. تشريح العين لدى ابن الهيثم. في ابحاث واعمال المؤتمر الثاني للطب الاسلامي. (المحرر) أحمد رجائي الجندي. مارس ١٩٨٢م / جمادى الآخرة ١٤٠٢هـ. منظمة الطب الاسلامي، الكويت، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، ص ٢٢١.
- ٧ - قطاية، سليمان (١٩٨٤). ابن النفيس. المؤسسة العربية للدراسة والنشر. بيروت.
- ٨ - 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.

- ١ - ابن الهيثم محمد بن الحسن (٣٥٤ - ٤٣٠هـ) كتاب المناظر، تحقيق عبد الحميد صبرة (١٩٨٣)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
- ٢ - ابن سينا، (الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن علي، (٣٧٠ - ٤٢٩هـ، ٩٨٠ - ١٠٣٨م). الشفاء. تحقيق ومراجعة جورج قنواتي وسعيد زايد (١٩٧٥). الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر.
- ٣ - الفارسي، كمال الدين (ابو الحسن محمد بن الحسن) تنقيح المناظر لذوي الابصار والبصائر، نشرة حيدر آباد (دائرة المعارف العثمانية) ١٣٤٧ - ١٣٤٨هـ / ١٩٢٨ - ١٩٣٠م.
- ٤ - اسماعيل، عزت سيد. (١٩٨٢) علم النفس الفيزيولوجي، وكالة المطبوعات، عبدالله حرمي - الكويت.
- ٥ - بادو، جون؛ وآخرون (١٩٧٧) عبقرية الحضارة العربية، ينبوع النهضة. ترجمة صلاح جلال وآخرون. مركز الوثائق والدراسات، ديوان رئيس الدولة. أبوظبي. دولة الامارات العربية المتحدة.

د. الزبير بشير طه

قسم علم النفس - جامعة الامارات العربية المتحدة