

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

تأليف
أ.م. استفسن

بمعاونة
شارل استيوارت

استخفاء الحايوان



**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

صيف



ترجمة دكتور ابراهيم محمد عبد المجيد

مراجعة دكتور محمد رشاد الطونى

الوصول إلى الحقيقة يتطلب إزالة العوائق
التي تعترض المعرفة، ومن أهم هذه العوائق
رواسب الجهل، وسيطرة العادة، والتبجيل المفرط
لمفكري الماضي
أن الأفكار الصحيحة يجب أن تثبت بالتجربة
روجر باكون

حصريات مجلة الابتسامة
** شهر نوفمبر 2015 **
www.ibtesamh.com/vb

التعليم ليس استعدادا للحياة ، إنه الحياة ذاتها
جون ديوي
فيلسوف وعالم نفس أمريكي

**** معرفتي ****
www.ibtesamh.com/vb
منتديات مجلة الإبتسامة

الإف كتاب

استخفاء الحيوان

(١٢٤)



بإشراف إدارة الثقافة العامة
بوزارة التربية والتعليم

المؤلفة

ولدت الأنسة ا . م . استفنسن في عائلة تميل الى حب الفن والطبيعة بالقرب من كلية رتشمند . وقد تخرجت من كلية بدفورد بلندن بعد أن حازت على درجة امتياز في علم الحيوان ثم أصبحت محاضرة مساعدة في علم الحيوان بجامعة برمنجهام . وقامت باجراء بحث في تغير اللون في الحيوانات القشرية في معامل اتحاد علوم الحياة البحرية في بليموث ومعاهد أخرى . وأخيرا عادت الى تدريس علم الحياة ، وحفزها ميلها للوصف التصويرى الدقيق للطبيعة بطريقة ممتعة للنشء الى وضع الكتب المدرسية وتوضيحها بالصور .

وتنحصر هواياتها في الموسيقى والشعر والحياة الريفية .

أما شارل استوارت فاسم مستعار « لفيلسوف غير معروف » من أبوين أصلهما فرنسى - اسكتلندى ، كتب المقالات وألقى المحاضرات عن العادات القديمة والخرافات التى كانت شائعة بين الناس وعن تاريخ العلوم والعلوم الريفية . وهو عضو في اتحاد علوم الحياة البحرية بالمملكة المتحدة وكان زميلا للمؤلفة الأصلية في معامل الاتحاد بليموث .

الإف كتاب (١٢٤)

استخفاء الحيوان

تأليف

أ. م. استفسن

بمعاونة

شارل استيوارت

مراجعة

دكتور محمد رشاد الطونى

ترجمة

دكتور ابراهيم محمد عبد الجيد

رئيس بحوث بقسم الأمصاال والاقااحات بالعباسية أستاذ بكلية العلوم بجامعة القاهرة

نشرته

مكتبة مصر

٣ شارع كامل صدقى "الفجالة"

دار مصر للطباعة

١١٣٧ شارع ٢٧ شرقى ٧٥١٤٧

هذه ترجمة لكتاب :

Animal Camouflage

by

E. M. Stephenson

in collaboration with

Charles Stewart

A Pelican Book A 147

تقديم

بقلم المراجع

ان موضوع استخفاء الحيوان من الموضوعات البيولوجية الهامة التي تلعب دورا كبيرا في صراع الحيوانات من أجل البقاء ، وقد عكف على دراسته عدد كبير من الباحثين فوسلوا الى نتائج تدعو الى الدهشة والإعجاز ، ولا شك أن الصراع القائم بين مختلف أنواع الحيوان صراع هائل رهيب يستمر مدى الحياة ولا يتوقف في أى ساعة من ساعات الليل أو النهار ، فكل واحد منها معرض لهجوم من هو أكبر منه حجما أو أشد قوة ، كما أن السائد بينها هو أن يأكل القوى الضعيف أو يفتك الكبير بالصغير ، ولذلك كانت دراسة الاستخفاء دراسة شيقة تميظ اللثام عن الطرق العديدة التي وهبتها الطبيعة لكثير من الحيوانات حتى تكون في مأمن من فتك أعدائها ، وقد يكون أيضا وسيلة لحصول الحيوان المستخفي على غذائه في سهولة

ويسر اذا لا تراه الفريسة التي يرغب في اصطيادها فتقع في فمه لقمة سائغة .

ويدرك الزائر لخدائق الحيوان أو معارض الأحياء المائية أن هناك أشكالاً مختلفة وأوضاعاً متباينة وألواناً متعددة تبدو بها مختلف أنواع هذه الكائنات في وضوح تام ، وقد يظن الانسان لأول وهلة أن هذه الأشكال والأوضاع والألوان ما خلقت الاللزينة والجمال ، ولكن سرعان ما يتلشى هذا الظن اذا ما شوهدت هذه الكائنات في بيئاتها الطبيعية حيث تتداخل الأشكال والأوضاع مع ما يحيط بها ، كما تتغير الألوان أيضا تبعا لذلك المحيط ، وتكون النتيجة اختفاء هذه الحيوانات في الأوساط المحيطة بها فتصبح وكأنها جزء منها ، وكثيرا ما يشاهد الانسان جنديبا (نطاطا) يقفز من جوار قدمه في احدى الخدائق أو الأرض الزراعية ثم لا يعثر له بعد ذلك على أثر حينما يأخذ في البحث عنه ، وقد يمر باحثا ومنقبا عن طائر بين الأغصان فلا يراه وهو على بعد خطوة منه الا اذا تحرك الطائر، وقد يسمع نقيق الضفادع بالقرب من مستنقع أو جدول ماء ولا يراها عند ما يبحث عنها .

ويعالج كتاب « استخفاء الحيوان » هذا الموضوع في دقة علمية تدعو الى الدهشة والاعجاب ، كما يقدم للقارئ صورة رائعة لهذا العالم العجيب الذي نعيش فيه ، فيشرح طبيعة الاستخفاء وأهميته في المحافظة على حياة الحيوان أو في الحصول على ما يتطلبه من الغذاء ، كما يشرح أنواعه الرئيسية

موضحاً أن الاستخفاء لا يقتصر على المظهر الخارجى فيحسب من شكل أو لون بل يمتد أيضا الى الوضع والحركة والسلوك مما يساعد على اختفاء الحيوان وابعاده عن مواطن الخطر .

كما ناقش الكتاب موضوع الضوء وأنواعه الطبيعية وحالاته طوال ساعات النهار أو الليل وفي مختلف فصول السنة ، وتكلم عن حساسية الحيوان للضوء وعلاقة هذه الحساسية بعاداته وطبائعه ، ثم شرح وظيفة كل من العيون الأولية التى لا تخرج عن كونها تقطا حسية والعيون المحكمة التركيب التى تجعل الحيوان قادرا على رؤية العالم الخارجى الذى يعيش فيه . وبينما يرى الانسان هذا العالم فى الصورة التى نعرفها حيث تظهر المرئيات بألوانها الطبيعية فان معظم الحيوانات لا تستطيع تمييز الألوان ، بل ترى كل ما يحيط بها فى لون أبيض وأسود وظلال رمادية كما هو الحال فى الصورة الفوتوغرافية أو السينما غير الملونة . وأوضح الكتاب أيضا العلاقة بين طبائع الحيوانات وقدرتها على الرؤية الجيدة ، فهى تمتلىء بالنشاط وتخرج للبحث عن غذائها فى الوقت الذى تكون فيه أكثر قدرة على الرؤية الجيدة سواء أكان ذلك فى وضوح النهار أو أثناء الليل ، فمنها ما لا يستطيع الابصار الا فى ضوء النهار يتجول خلاله من مكان الى مكان باحثا عن الغذاء حتى اذا ما أظلمت الدنيا انكمش فى محباً أمين الى أن يظهر ضوء النهار من جديد وهكذا ، ومنها ما يؤذيه الضوء الساطع

فيبقى كامنا في مخبئه أثناء النهار حتى اذا ما جن الليل خرج للبحث عن الغذاء .

وهناك فصل عن الأصباغ الطبيعية في كل من النبات والحيوان مثل الكلوروفيل والكرتين والهيموجليين والملنين والزانثوفيل وغيرها . ومنه نعرف أهمية هذه الأصباغ للكائنات الحية كما نعرف أنواعها المختلفة ، فالأصباغ التنفسية مثل الهيموجلوبين لها القدرة على الاتحاد بسهولة مع الاكسجين الموجود في الجو أو الذائب في الماء ، ولها القدرة أيضا على اطلاقه بسهولة داخل الأنسجة ، ولذلك كان وجودها ضروريا لاستمرار الحياة ، ومن الأصباغ ما يتكون كمنتجات مهمة ترسب داخل الجلد ، وترجع أهمية الألوان الجلدية في الحيوانات الى حساسيتها للضوء أو الاعتماد عليها في الوقاية من الضوء الزائد أو امتصاصها للحرارة ، ولا تكتسى الحيوانات بهذه الأصباغ المادية التي يمكن استخلاصها من الأنسجة فحسب بل هناك أيضا الألوان البصرية أو التركيبية التي تنشأ نتيجة لانعكاس الضوء أو انكساره على سطح الجلد .

ويحتوى الكتاب على مناقشة علمية للعلاقة الوثيقة بين هذه الأصباغ الجلدية وبين ظاهرة تغير اللون ، وتستند هذه المناقشة الى أدق البحوث العلمية وأحدثها ، فمن المعروف أن هناك عددا كبيرا من الحيوانات لها القدرة على تغير لونها الظاهر تغيرا واضحا ، والحرباء من أشهر هذه الحيوانات وهي مضرب الأمثال في التلون ، وتستطيع مثل هذه الحيوانات

أن تظهر في ألوان مختلفة تسجم مع البيئة التي تعيش فيها ،
ويؤدي لها هذا التغيير اللوني أجل الخدمات اذ يخفيها عن
أعدائها فلا تتمكن من الفتك بها. وقد وصف الكتاب حاملات
اللون وهي الخلايا الجلدية التي تحمل الأنواع المختلفة من
الأصباغ ، وشرح أيضا عملية تغيير اللون في عدة حيوانات
مثل الحرباء والجمل والسرطان الناسك والضفادع وغيرها
شرحا وافيا ، اذ يتم هذا التغيير بتمدد حاملات اللون أو
انقباضها داخل الجلد فتنتشر الأصباغ أو تنكمش تبعا لذلك ،
وشرح أيضا العوامل التي تؤثر في هذه الخلايا موضحا أنها قد
تتأثر من الضوء بطريقة مباشرة ، كما أنها تتأثر به بطريقة غير
مباشرة وذلك بتأثير الضوء على الخلايا الحساسة الموجودة في كل
من العين والجلد، وتنتقل هذه المؤثرات الى المخ بواسطة الأعصاب
ومنه الى حاملات اللون التي تتمدد أو تنقبض تبعا لنوع
المؤثر ، وقد يرسل المخ هذه المؤثرات الى غدد خاصة في
الجسم تفرز نوعين مختلفين من الهرمونات يعمل أحدهما على
تمدد حاملات اللون ويؤدي الآخر الى انقباضها .

ولم يقتصر الكتاب على دراسة الحيوانات الأرضية بل
يناقش أيضا موضوع استخفاء الحيوان في البحر . والبحر كما
هو معروف مليء بالكائنات المختلفة من نبات أو حيوان ،
وهي في كثرتها وتنوعها تقدم للباحث مجالا متسع الأرجاء
للدراسة والبحث ، فالحيوانات البحرية تقع تحت أنواع
لا حصر لها ، منها ما هو صغير مجهري ومنها ما يزيد على أكبر

الحيوانات الأرضية حجما ووزنا كالحيتان . واذا كان لظاهرة الاستخفاء أهمية كبيرة في الحيوانات الأرضية فهي أكثر ضرورة لحيوانات البحر حيث تتزايد الأخطار ويشتد الصراع في سبيل الحياة . وقد ناقش الكتاب ظاهرة الاستخفاء في الحيوانات التي تعيش على الشاطئ أو في مختلف أعماق الماء أو على قاع البحر ، كما ناقش موضوع الضوء في البحر وتفاذه الى الأعماق المختلفة وأثر ذلك في انتشار الحياة وتوزيع الأحياء البحرية ، ثم وصف الحيوانات المضيئة وطبيعة الضوء الذي تنتجه وكيفية إنتاج هذا الضوء وأهميته لتلك الحيوانات من الناحية البيولوجية .

ويحتوى الكتاب أيضا على أمثلة عديدة للحيوانات التي تتخذ لنفسها أشكالا غير مألوفة بتحويل الجسم كله أو جزء منه كوسيلة للتكر ، أو تعمل على تقليد حيوانات أخرى في حركاتها ومظهرها أو تتخذ لنفسها أقنعة مخيفة ترعب بها أعداءها أو غير ذلك من وسائل الخداع التي تستخدمها لتنجو من الهلاك . ويكون ظهور هذه الصفات الوقائية مصادفة في بعض الأفراد نتيجة لظهور بعض العوامل الوراثية المفيدة (الطفرات) ظهورا فجائيا ، وتكون تلك العوامل سببا في نجاة أصحابها بينما يهلك الأفراد الآخرون . ويتوارث الحيوان هذه الصفات جيلا بعد جيل فتكون له درعا واقيا من الهلاك ، وبذلك يربط الكتاب هذه الظاهرة ربطا وثيقا بنظرية التطور والانتخاب الطبيعي .

وقد ذيل الكتاب بعدد من الملاحق تهدف الى اكمال حلقات هذا الموضوع الشيق وتجعل القارئ أكثر قدرة على استيعاب الحقائق التي يتضمنها ، وهي تتعلق بالاشعاع الشمسي وطيف الضوء المرئي لمن لم يدرسوا علم الطبيعة ، والأصباغ التنفسية ولونها قبل التأكسد وبعده ، ووظيفة هرموني الغدة النخامية في البيئات المختلفة ، وتغيير اللون في الضفدعة وعلاقته بالعوامل الجوية (درجة الحرارة والرطوبة والجفاف) ، والانعكاسات النسبية للأصباغ ذات اللون الواحد ، والتأثير البصرى على الألوان عند مشاهدتها عن بعد. ولا شك أن مثل هذا الكتاب العلمى يحتاج فى ترجمته الى جهد كبير نظرا لتشعب موضوعاته وكثرة المصطلحات العلمية التى يحتوى عليها . وقد وفق المترجم توفيقا كبيرا فى نقله الى اللغة العربية فأسدى بذلك خدمة جليلة الى هذه اللغة وقرائها ، كما أنه كان أمينا فى هذه الترجمة التى جاءت صورة مطابقة للأصل الافرنجى . ويعتبر هذا الكتاب اضافة قيمة للمكتبة العلمية العربية ، ونحن فى نهضتنا الحالية أحوج ما نكون الى أمثال هذه الكتب العلمية حتى نكون على اتصال دائم بالثقافة العلمية العالمية .

محمد رساد الطوبى

مقدمة تاريخية

وشكر

كان القدماء ملمين بتغيرات اللون في الحرباء والأخطبوط وفي أسماك مثل البورى الذى كان يربى فى برك خاصة لأغراض غذائية . ويبدو أن الانتباه لم يجتذب الى أمثلة أخرى فى تغير اللون منذ العصر اليونانى والرومانى حتى القرنين الماضيين .

وأولى المشاهدات المسجلة عن أن الضفادع والعلاجيم تغير لونها هى مشاهدات فلسنيرى (١٧٥١) وروزل فون روزنهوف (١٧٥٨) ، ووصفت الألوان المختلفة لجمبرى الحرباء بواسطة كروير فى ١٨٤٢ ، ثم أضيفت الحشرات بعد ذلك الى القائمة . وفى غضون السنوات القليلة الماضية وجدت أمثلة تغير اللون فى مجموعة الديدان الحلقيه أى فى دود العلق وأطوار يرقة الديدان الشوكية وفى الرخويات . وعلى هذا فتغير اللون (بواسطة أصباغ تتحرك فى خلايا لونية خاصة) حدث واسع الانتشار فى المملكة الحيوانية . وتوجد أمثلة عديدة بين كل من الحيوانات الفقارية الدنيئة وأربعة من أهم مجموعات الحيوانات اللافقارية .

وفي أوائل القرن التاسع عشر أتبعَت المشاهدات الخاصة بهذا الموضوع بدراسات عن الوسائل التي يتأثر بها تغيير اللون ، وأعطى ~~معلن~~ ادولف دز في سنة ١٨٣٤ أول وصف وتفسير عام ١٨١٩ لاحظ سانجيو فاني مسلك خلايا الصبغ في الحيوانات الرأسقدمية ملاحظة صحيحة ، وعرف هذه الخلايا بحاملات اللون . وأعلن ملن ادواردز في سنة ١٨٣٤ أول وصف وتفسير صحيحين لحاملات اللون في الزواحف . وفي غضون النصف الثاني من القرن التاسع عشر مهدت الأعمال الاستكشافية في موضوع تغيير اللون لأبحاث أكثر دقة واتساعا . وكانت الفكرة السائدة لمدة سنين عديدة أن العوامل التي تتحكم في حاملات اللون هي الجهاز العصبي والتأثير المباشر للبيئة فقط . وعندما تأيد وجود الهرمونات ظهر الاحتمال بأنها قد تكون عاملا اضافيا . وفي عام ١٨٩٨ وجد كرونا وموروني أنه اذا دخل الادرنا لين الدورة الدموية في الضفدعة كان له تأثير قوى على حاملات اللون في هذا الحيوان .

ومنذ عام ١٩٠٠ ظهرت مئات عديدة من البحوث العلمية عن موضوع تغيير اللون من المشتغلين بها في الدول المختلفة . وفي أوائل هذا القرن أجريت أبحاث كثيرة مثيرة للاهتمام على الحيوانات القشرية بواسطة الأستاذين كيبيل وجامبل ، وعلى الضفادع والعظايا (السحالي) بواسطة الأستاذ ج. ه. باركر . وقد يقال ان الأستاذ باركر أسس مدرسة امريكية للدراسات في تغيير اللون ، ومنها استمرت أبحاث كثيرة في الظهور حتى

✕ اللون ، وربما كان كوفيه أول من أعطى تفسيرا لذلك . وفي

وقتنا هذا . وتوصل العلم الى هدف هام بعد أن اكتشف هجين ووتن عام ١٩٢٢ تأثير افرازات الغدة النخامية على حاملات اللون في الضفدعة ، ومن هذا بدأت سلسلة من البحوث التي نشرها هجين وغيره ممن عاونوه تحت عنوان « جهاز التأثير الصبغى » لسنين عديدة . ويقود الأستاذ ل . ت . هجين المدرسة الانجليزية للدراسات في تغيير اللون ، واليه يرجع الفضل في ادخال الطرق التي تؤدي الى الدقة التامة في تسجيل المشاهدات والسيطرة على الأحوال التجريبية . وقد أدى استخدامه للرسم البياني الذي يوضح اتحناءات الوقت في تغيير اللون الى امكان تمييز التأثيرات السريعة الناشئة عن الضبط العصبى من التأثيرات الأبطأ الناشئة عن الضبط الهرمونى . كما أن الدراسة التحليلية للعين كمستقبل خاصة بكل نوع من الحيوان ساعدت أيضا في حل العضلات المتعلقة بها . وتعمل مدرسة هجين أساسيا على الفقاريات ، وكانت الخطوات الرئيسية في اكتشاف الآلية التي تضبط تغيير اللون في الحيوانات القشرية من اكتشاف « پركنز » في أمريكا و « كلر » في ألمانيا . وقد نشرت أبحاثهما مستقلة عن بعضها في عام ١٩٢٨ وقد عمل ه . ج . اسمث الذي كان يعمل تحت اشراف هجين في عام ١٩٣٨ على زيادة ايضاح الموقف . وتغيير اللون هو صورة خاصة من الفكرة العامة لاستخفاء الحيوان ، ومع ذلك فتفصيلات آليته وما يشتمل عليه من الفسيولوجيا تتعلق بالمعمل في حين أن استخفاء الحيوان هي

دراسة في البيئات الطبيعية جوهريا . وقد يدعى أن علماء الطبيعة في كل عصر وفي جميع بقاع الأرض لاحظوا أمثلة من تناسق اللون والماتنة وغيرها . وأول من نبه الأذهان الى الاكتشاف والجمع والتصنيف هو لينيس ، وهو بلا شك أول من وجه الأنظار الى هذا الموضوع على نطاق أوسع ، ولكن الفحص الدقيق للموضوع وما يتعلق به من نظريات هي حديثة العهد جدا ظهرت في أعمال علماء الطبيعة المستكشفين في القرن التاسع عشر - أمثال ولاس وداروين وثار وباتس ومولر . وأصبح التلوين التوافقي منفردا كموضوع مستقل غالبا عن صفات التوافق العديدة الأخرى في الحيوان . وحدث تضارب كثير في كيفية وجوده وعن مدى ما يقدمه من فضل البقاء . وتناول بعض الكتب أخيرا نظريات ملاءمة التلوين بمبالغات كثيرة وكذبت فيما بعد .

وقدم الدكتور هوجوب . كت أحدث اضافة للموضوع في كتابه (ملاءمة التلوين في الحيوان) ، وهذا المؤلف الذي يجمع بين معلومات البحاثة في علوم الحيوان البحتة ومعلومات العالم الطبيعي الرحالة يعرض المبادئ الفسيولوجية البصرية التي تستخدم في الطبيعة بايضاح ويعطى استعراضا مقرظا للأبحاث الحديثة التي تتعلق بهذا الموضوع . ومن هذا المحيط الزاخر استخرجت الكثير من الأمثلة والايضاحات .

واني مدينة بالكثير الى تلك السنين التي قضيتها في الجو الحيوى بقسم الأستاذ منرو فكس ولاهتمامه بفسيولوجيا

الحيوان . كما كان لي شرف العمل بعض الوقت تحت اشراف
الأستاذ هجين بحكم رابطة البحث الذي كنت أقوم به على
تغير اللون في القشريات . وأدين بالتوجيه نحو الصور
الطبيعية للموضوع وأهميتها الفلسفية لزميلي شارل استيوارت
الذي وجه انتباهي أيضا لمثل هذه الأبحاث كأبحاث ب . د .
اسبنسكى . واني مدينة الى الآنسة س . م . رتشارد
(بكالوريوس العلوم) والآنسة ك . لو كاس (ماجستير العلوم)
لقراءة النسخة الخطية وعمل التفسيرات المفيدة ، وللأخيرة
أيضا لمعاونتها في تزويدي بالمراجع الضرورية .

ا م . استغفان

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

المصطلح الأول

طبيعة الاستخفاء

معنى الاستخفاء وتعريفه

الاستخفاء لفظ غريب شاع استعماله كل يوم ، ومع ذلك فالحاجة ماسة الى نص خاص يستوعب هذا الفن العجيب الذي أعاد الانسان الحديث استكشافه على مثل هذا النطاق الواسع. فالتنكر والايحاء والطموس والمماتنة (التقليد) كل معاني هذه الألفاظ ترتبط بفكرة الاستخفاء . ويبدو أن اللفظ الافرنجى « كموفلاج ^١ » نفسه ليس قديما جدا ، ففى اللغة الفرنسية العامية يوجد لفظ « كموفلى ^٢ » بمعنى يتنكر ، وهو يرتبط كما هو واضح بلفظ « كموفلى ^٣ » الذى معو عبارة عن شكل قديم للغم خائق كان يستخدم فى الأغراض الحربية لاطلاق الدخان فى وجه العدو .

Camouflier (٢)

Camouflage (١)

Camouflet (٣)

أهم أنواع الاستخفاء

يأخذ الاستخفاء أشكالا عديدة ، فقد يكون تنكرا بسيطا يشمل صورة متقنة لشيء لا يضر كصخرة أو ورقة نبات مثلا ، وقد يعنى اظهار الضعيف في صورة القوى أو العكس لمُغراض المخادعة . ونوع آخر من الاستخفاء يكون بتجزئة الشكل العام الحقيقي لشيء كمصنع مثلا حتى يتداخل في شكل الوسط الذى يحيط به - وهو الاستخفاء بالطموس - أو اذا كان الشيء مختلفا عما يحيط به قد يعمل على اظهاره بهيئة ليس لها مغزى في ذهن الناظر اليه . فمثلا قد يحور سقف طويل لمبنى حتى يظهر كعدد من المساحات غير المنتظمة فلا يمكن تمييز احداها كشكل هندسى معروف . وقد يصنع فنانو الاستخفاء أشياء شديدة الغرابة حتى أن تنكرها يلفت النظر اليها وتبدو ظاهرة ، ولكن يرجع ذلك الى عدم تمكنهم من دقائق هذا الفن ، ويفشل الغرض المقصود منه . ومن جهة أخرى فان المبنى أو الحيوان قد ينم عنه شكل الظل الذى يلقيه ، وفي هذه الحالة يكون أهم مظهر للاستخفاء هو طمس أو تجزئة مثل هذا الظل .

وحيثا أصبح الاستخفاء بالطموس ذا أهمية خصوصا في حالة التنكر من الأعداء في الجو ، ويحتاج مثل هذا الاستخفاء الى فن محكم ، كما يجب أن يستجيب بدقة لحالات معينة . وكلما كان الاستخفاء أكثر مطابقة لما في الطبيعة أثبت نجاحا

عظيما ، اذ يصل فن الاستخفاء فى الطبيعة الى درجة الكمال ، وتكون مجهودات الانسان غالبا مشوهة وغير تامة عند الممارسة . والمظهر هو العامل الوحيد من بين العوامل التى تلعب دورها فى الاستخفاء فى الأشياء الجامدة ، أما فى حالة الحيوان الحى فقد يساعده الوضع والحركة والفعل وحتى الصوت ، وكل هذه تزيد فى تأثير المظهر العام . ومن بين أنواع الحشرات العديدة التى تأخذ استخفاءها على شكل ورقة الشجر توجد حشرات أخرى مثل السرعوف الناسك (فرس النبى) الذى يتأرجح من آن لآخر بحركات ترنجية غير منتظمة كحركات أوراق الأشجار اذا ما داعبتها نسيمات عابرة من الهواء . والعنكبوت الذى يقلد النملة يمشى باعوجاج دائما من جانب الى جانب كدبيب النملة ويرفع الزوج الثانى من أرجله أمام رأسه ويداوم على اهتزازهما كقرنى الاستشعار فى النملة . ومن جهة أخرى فقد يكون السكون التام هو علامة الاستخفاء كما هو الحال فى الحشرات التى تتشبه بالعصى والحجارة

تقليد الانسان للطبيعة

ان الكثير من حيل الاستخفاء عبارة عن أسرار قديمة كانت تزاول على المسرح وعند السحرة . فالممثل يجب عليه أن ينظر ويقوم بتمثيل دوره معا ، والجندي الذى يستخفى كحزمة الحنطة يجب عليه ألا يعطس .

ومن طرق الاستخفاء المبكرة التى استنبطها الانسان فخ

الختزير البرى الذى كان مستعملا فى الزمن القديم وهو عبارة عن حفر مغطاة بفروع الأشجار ، وتشمل براعة الصياد طريقة وضع المواد التى يغطى بها الفخ وضعا متقنا. فيحاول الصيادون أن يكون الغطاء متوافقا مع ما يحيط به من الأرض لاختفاء الفخ، وبذلك توصلوا الى نتيجة شعورية تماثل ما تبديه الطبيعة بدون وعى .

والتنكر أيضا نوع من الاستخفاء المبكر جدا . فيوجد فى كهف الأخوة الثلاثة بفرنسا نقوش على الجدار لرجل من العصور الجيولوجية القديمة متنكرا فى هيئة حيوان الرنة * . ويلبس أحد هنود أمريكا الشمالية جلد ذئب ويتحرك مثل الذئب عند اقترابه من قطيع من البيسون الذى لا يخاف الذئب منفردا . ويتنكر كثيرون من البدائيين فى هيئة الحيوانات عند ضيدها ، فيلبس رجال الأدغال من قبائل البشمان فى أفريقيا رأس البقر الوحشى ويضعون جلدها على أكتافهم ويقلدون حركاتها عند ما يصيدون الفيلة . وحينما يتعقبون النعام يستخدمون نعامة التنكر وذلك بحمل رأس واحدة من هذه الطيور فى نهاية عصا طويلة مرنة ويحركونها بطرق ملائمة مع اخفاء أجسامهم .

* النقوش وصفت « كساحر ما قبل التاريخ » . غوامض وأسرار السحر ، كة ج . س . تومسون ، صفحة ٧٠ - جون لان - بودلى هيد - مساهمة .

معنى الاستخفاء في الطبيعة

يجب علينا أن نوضح نقطة هامة : فحينما نتحدث عن الاستخفاء في الطبيعة فانما نعنى تأثيرات خاصة يراها الانسان بعينه ويحكم عليها بعقله . غير أنه لا يعرف مطلقا كيف تظهر الدنيا في عيون الحيوان مع أنه اذا كانت هيئته العامة وثيقة الشبه لنا كان من المرجح أن يرى الأشياء كما نراها ولو نوعا ما . ومن المؤكد أن حيوانات كثيرة تتعرف على الحيوانات الأخرى من نوعها بالنظر ، كما تميز الانسان أو أعداءها الطبيعيين ، واستعمال الشرك في صيد البط له أساس من هذه الحقيقة ، ويدل على الاتجاه نفسه نجاح التنكر في طريقة الصيد البدائية . وهناك دليل كاف على أن الحيوانات تدرك الطعام المناسب لها بالنظر وتعرض عن الفريسة الضارة أو التي لا طعم لها . ومما يثبت ذلك دهاء الصياد الذي يسترعى أنظار الأسماك بوضع طعم من الذباب لها ، وسنبحث هذا الموضوع بعناية فيما بعد . ولكن دعنا نفترض في هذه اللحظة أن الاستخفاء بين الحيوانات الأعلى درجة يلعب نفس الدور الذي يلعبه في دنيا الانسان في الاختباء . ويفشل ثعبان حنش الماء وهو يسعى باحثا عن فريسته في ملاحظة ضفدعة وهي جالسة القرفصاء في سكون ومختلطة مع الحشائش تماما ويقتنص العنكبوت الأصفر وهو رابض فوق زهرة الهمدباء البرية الذبابة المسالمة وهي تحط لتأكل . ويوجد الاستخفاء على نطاق واسع في الطبيعة ، فالحيوانات الظاهرة يفوقها عددا كثرة

الحيوانات التي ترى مصادفة فقط أو بواسطة عيون متمرنة ، وتستخفي الحيوانات المفترسة تقريبا مثل الكائنات التي تفترسها غالبا كما هو الحال في الفراء الشتوي الأبيض الذي يكسو الأرنب والثعلب في المناطق الثلجية . وكلما نعمن النظر في هذه الحالة الغريبة تصبح أكثر تعقيدا وتقودنا في النهاية الى التقصي العميق حتى ندرك : لماذا تأخذ الأشياء الحية ألوانها كما نجدها، ولماذا تتخذ لنفسها هذا المسلك الذي نشاهده عليها .

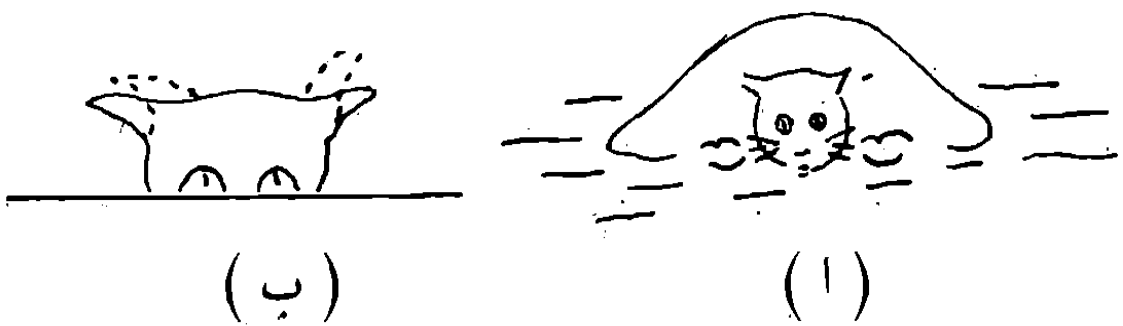
طرق الاستخفاء

يحدث الاختفاء بطرق شتى : فهب أن قفازك وقع في الحديقة و عدت لتبحث عنه فانك تذهب وفي ذهنك صورة القفاز بكف وخمس أصابع ، فاذا وقع القفاز مسطحا فليس ثمة صعوبة في العثور عليه ولكن اذا وقع في وضع غريب شيء ما فقد تخطىء رؤيته لأن الهيئة المعتادة مفقودة ، لذلك كانت القاعدة الأولى للاستخفاء هي التخلص من الهيئة العامة .

ان قفازك شيء مجسم ، واذا نظرت اليه في وضعه على المائدة تلاحظ أن أجزاءه العليا مضيئة جيدا بينما تكون أجزاءه السفلى في الظل . فلو رسمت القفاز على الورق فانك تخطأ أولا المنظر العام ثم بعدئذ تضيف التظليل له لكي تبينه مجسما . واذا نظرت حولك في أنحاء الغرفة تتحقق الى أي حد يتوقف تأثير التجسيم في الأشياء على طريقة تظليلها . ولو استطعنا رؤية الأشياء دون أن نمسها فلا يبين لنا ان كانت مسطحة أو مجسمة

سوى تظليلها . ولذا فان القاعدة الثانية للاستخفاء هي التخلص من التظليل الذي يبين الشيء أو الحيوان مجسما . ولا تلقى بعض الأجسام سوى أصغر قدر من الظل ، ولدينا مثل ذلك : فالقضيب أو العمود الذي يبرز من خلف سيارة النقل لا يلقي أى ظل ويمشى المقبل عليه أو يقود سيارته ويصطدم به دون أن يراه . أو اذا نظر الى وتد في حديقة من أعلى عند ما تكون الشمس عالية في كبد السماء فانه يوخز عين البستاني عند ما ينحنى عليه .

ولا يحدث الضوء تظليلا يبين هيئة الجسم نفسه ونسيجه فحسب بل يحدث أيضا ظلا على السطح وراء الجسم ، فاذا ألقى جسم حيوان ما ظلا ينم عنه أمكن التعرف على الحيوان في الحال ، كما يمكن التحقق من شخصية أى انسان من ظله الذى يلقيه على ستار ، لذلك فان القاعدة الثالثة للاستخفاء هي طمس أو تنكر الظل .



شكل ١-١-١ - منظر قط في هئتين اختبائيتين (أمثلة من طرق الاستخفاء) .
 (١) منبطح في وضع يقلل الظل لأصغر حد ويطمس شكل الرأس (ب) يرتفع ببطء لينظر من فوق سور والأذان مسطحة .

وتناسق اللون في الاستخفاء ضرورة حقيقية لا تحتاج الى

برهان . فاستبدال سترة الجندي الحمراء بستره خاكية لها أسباب عملية . وفي اسكتلندا يصنع الكثيرون ملابس العشائر بألوان متمزج بدقة مع منظر الأراضي البور ولها فائدة كبيرة في الاختفاء أو الكمين . والملابس هادئة الألوان كالتويد وذات الألوان الداكنة هي الممكن ازتداؤها في صيد الطيور والحيوانات واقتناص الأيائل . ولا يجول بخاطر مراقب الطيور أن يرتدى الملابس الزاهية مطلقا . والزائر العابر للحقول لا يشاهد من الحياة البرية سوى الأرناب وقليل من الحشرات الزاهية والطيور المحلقة في الجو، وهذا مثالي في بريطانيا ومعظم أوروبا حيث يكسو جميع الكائنات البرية التي تعيش هناك ألوان هادئة كما أنها كذلك في الحياة البرية في الجزء الأكبر من العالم .

وعلى ذلك اذا اعتبرنا أن حيوانا مستخفيا وهو في وضع طبيعي نجد أن التأثير ينتج عن واحد أو أكثر من هذه الحالات، فالهيئة الطبيعية العامة اما مجزأة أو مطموسة ، والتظليل الذي يبين الجسم مجسما أو الأرجل منحنية مفقودا ، والظل الذي يسقط على الأرض مختفيا ، وتوافق اللون والنسق موجودا .

ويحدث التنكر للهيئة الطبيعية العامة بالنقط أو الخطوط أو البقع غير المنتظمة من أي لون يتباين بشدة عن اللون الأساسي العام في الحيوان ، وهذه العلامات أو النماذج تجتذب عين الناظر اليها وتصرف انتباهه وتبدو بأشكال غير حقيقية ولا توحي بوجود أي شيء حي . وعبر « كبلنج » عن عبارة « كيف حصل النمر على بقعه » بطريقته الخاصة فقال « يا لجمالك

الرائع : فيمكنك أن تربض على الأرض الجرداء وتظهر كأنك كومة من الحصى ، وتستطيع أن تنبطح على الصخور العارية وترى كأنك قطعة من الحجر الصخري ، ويمكنك أن تجثو على غصن مورق وتظهر كأنك ضوء الشمس يتخلل من بين الأوراق، ويمكنك أن تنبطح في عرض منتصف الطريق وتظهر كأنك لا شيء يذكر. تذكر في ذلك وهات بموائك . « ويطلق علماء الأحياء على هذا التأثير « التلوين الخداعي » وعند ما يستعمل في الأغراض الحربية يسمى « الاستخفاء المبهر » ومن الواضح أنه نوع من الخداع البصرى .

ويضاد تأثير التظليل الطبيعي بحيلة بسيطة تعرف « بالتظليل المعاكس » فاذا وضعت لعبة على هيئة حيوان لونها الخارجى العام أصفر خارج الدور ، فالضوء الذى يسلط عليها من السماء يعطى ظهرها لونا باهتا وتكون الأجزاء السفلى داكنة اللون وجوانبها صفراء بين الباهت والداكن وتظهر واضحة وتبدو مجسمة تماما . وظهر الحيوان فى الطبيعة ذو لون أصفر داكن والأجزاء السفلى صفراء باهتة جدا أو بيضاء والجوانب على درجات متفاوتة بين الأصفر الداكن من أعلى والأصفر الباهت من أسفل ، وينتج عن ذلك تناسق لوني أصفر على الجسم كله ويبدو الحيوان مسطحا بدلا من أن يكون مجسما ، وهذا خداع بصرى أيضا . فاذا كان الحيوان مقابلا لسطح به تناسق مشابه فانه يفلت من الرقابة ، ويعمل الحيوان على إخفاء ظله اذا انبطح ضاغظا جسمه على الأرض أو أخذ أوضاعا خاصة سيتناولها

الشرح فيما بعد . ويشتمل التناسق اللوني على تماثل دقيق في اللون الخفيف أو الصبغ أو الظل بين الحيوان والنبات أو الأحجار أو الأرض التي ينبطح عليها .

ويفتقد كثير من الكائنات حاسة اللون كما سنرى فيما بعد . وقد يستفسر عن فائدة تناسق اللون أو الألوان التي تتضمن في التظليل المعاكس في حالة مثل هذه الحيوانات ، والجواب على ذلك واضح جدا ، فالضورة الشمسية لأي حيوان في وضع طبيعي تعرض قدرا من الاختفاء كأي لوحة ملونة ، لأن هناك توافقا في النسق وفي الظل ويكون التأثير مختلفا للذين يستطيعون رؤية اللون ولكن لا يكون هذا الاختلاف تاما .

السكون كمساعد على الاختفاء

تبلغ تأثيرات الاستخفاء غايتها غالبا حينما يكون الحيوان ساكنا لا يتحرك ، ويظل كثير من الكائنات دون حراك طوال ساعات النهار وتتحرك فقط وتأكل أثناء الليل . ومن هذه الحيوانات ما يخفي نفسه في مخبأ ، ولكن يظل الكثير منها في أماكن غارية وتفلت من الموت لأنها تشبه ما يخطط بها تماما . وتوجد يرقة الحشرة العصوية (Stick Caterpillars) الغريبة بين اللباب أو على غصون أنواع عديدة من أشجار الغابة ، وربما لا نلاحظ وجودها كلية ما لم نلتقط ورقة تكون الحشرة ساكنة عليها ، وهذه

الحشرة تشبه تماما في الشكل واللون والوضع غصونا غير مورقة أو سيقان الأوراق الجافة . وتستكن البشارات ليلية الطيران (Moths) على قشر الشجر وعلى السياج وغيرها ، وهي تشبهها تماما في اللون والعلامات ، وإذا لم تنزعج وتتحرك لا نشعر بوجودها هناك . ويمكن أن نسردها الكثير من الأمثلة المماثلة في جميع عثة الملابس غير الظاهرة .

وعند ما يصاب الكرنب بالثقوب وتصير أوراقه كالغربال ونمر عليها للبحث عن الديدان نعثر بسهولة على النوع المشعر ذي اللون الأصفر والأسود الذي يتحول في الكرنب الأبيض الكبير الى فراشة بيضاء ، ولكن دودة الكرنب الأبيض الصغير التي تنخر في قلب الكرنب قد تحمق في وجوهنا طول الوقت دون أن نراها ، فهي ترقد على السطح العلوي للورقة وتمتد على طول الضلع الأوسط في الورقة ذي اللون الشاحب ولا تتحرك وتكون في العراء تماما ، وهي تشبه الورقة في اللون ولها نسيج مخملي ناعم يماثل المخمل الشمعي على ورق الكرنب .

وقد لا يشاهد الكثير منا ضفدعة أو علجوما قط ما لم تلفت نظرنا اذا فقزت أو زحفت . ومن السهل أن يفاجأ الانسان بطائر يرقد في عشه دون أن يخطر بباله أنه كان موجودا هناك كلية . ويمكن أن نلمس مبلغ الكمال الذي ينتج عن الفعل المشترك للاستخفاء والسكون في عبارة وردت في كتاب للماجور تشيزمان عن بلاد العرب المجهولة « كنت تواقا لأخذ صورة

لعش طائر الجبارة * ، وفكرت أن أطلق صقرا مروضا فوق أرضها وبذلك يمكن استمالة الطيور الراقدة بالاستعداد لمقاتلته، وبذلك تكشف عن مكان العش. فقطعنا مسافات طويلة وفهمنا أننا مررنا على كثير من اناث هذا الطائر الراقدة لأننا شاهدنا الذكور مرارا متجمعة مع بعضها ، وبذلك عجز الصقر عن اكتشاف عش واحد ، وكذلك لم تنجح محاولتنا رغما عن أننا فحصنا المكان بعناية . هذا مع العلم بأن عين الصقر من بين العيون الحادة النظر في العالم .

وإذا ذهبت لصيد براغيث البحر تعرف كم من الصعب رؤيتها على قاع الغدير ما لم تزعجها . وتستطيع أن تظأ سمكة صغيرة مسطحة دون أن تشتبه في أمرها حتى تشعرك بوجودها وهي تتلوى تحت قدمك . ويمكن سرد الأمثلة الكثيرة على ذلك دون نهاية .

ومع ذلك تضطر حيوانات كثيرة الى مزاوله أعمالها في ضوء النهار وتجازف بأن تكتشف أثناء تحركها ، فاذا ما أزعجت أو توقعت خطرا يحدق بها قد تعمل واحدا من اثنين : اما أن تقفز الى محباً أو « تتجمد » في مكانها ساكنة . وفي هذه الحالة الأخيرة قد يخطيء الصياد اكتشافها أو قد يخامرهُ الشك لحظات قليلة تسمح للفريسة بأن تنطلق ثانية وتنجح في الفرار . وهناك حيوانات أخرى اذا أزعجت تتماوت أو « تلعب دور أباسوم »

* طائر كبير من طيور البر بعظم الدجاجة طويل العنق والدنب ومنه أنواع كثيرة.

وهذه العبارة مأخوذة عن مسلك حيوان من ذوات الكيس يسمى أباسوم . وهو يشبه القط نوعا ولكن رأسه ضيق مدب وذيله عار من الشعر غالبا ، ويقطن الولايات الشمالية من الولايات المتحدة الأمريكية ، وعندما يحدق الخطر به يصير متوترا بعيون مغلقة ، وهيئته منكمشة عادة وكأنه ميت منذ بضع ساعات . وهذه طريقة ناجحة جدا في الهروب لأن الحيوانات التي تتغذى بفريستها حية لا تقرب الجيف . ويعطى العنكبوت مثلا بسيطا مشابها ، فحينما ينزعج فانه ينقلب على ظهره ويطوى أرجله ويظهر كأنه فارق الحياة تماما بل ويسمح لنفسه بأن يدفع أو يوخز ومع ذلك لا يبدى أى علامة للحياة .

وتدين غالبا الكائنات مسلوبة السلاح كالضفادع والسحالي الصغيرة بحياتها في لحظات الخطر لعادة السكون هذه . وغريزة الجثو قوية جدا في طيور الزقزاق الصغيرة التي توجد على الشاطئ الحصى في العراء وطيور الصيد التي تأوى إلى النباتات المتفرقة في المستنقع ، فعندما تشعر هذه الطيور بالخطر أثناء مرور ظل قد يعنى انقضاؤ بعض الطيور الجارحة ، أو عندما تصرخ الأم منذرة تنبسط الأفراخ على الأرض وتبقى ساكنة تماما ، وحينئذ قد يكون من المحال اكتشاف أمرها . ويثبت الكبش الجبلى والوعل في أمكنتها في لحظات الخطر كأنها تمائل حتى اذا شعرت بأنها اكتشفت خاطرت وتحركت . واذا فحصت بعض أمثلة الاستخفاء بدقة نجد أنها تعرفنا الكثير عن هذا الموضوع .

وتزودنا صورة أفراخ ديك الغابة حديثة الفقس (صورة - ٢) بمثل متقن للهيئة العامة الطبيعية المستترة وراء بقع من الألوان شديدة التباين ، وهذه البقع غير المنتظمة تتراءى للعين بنفس النسق الذي ترى فيه البقع الباهتة لأوراق الأشجار الجافة في أرض الغابة الداكنة وبالأخص بقع الضوء اللامع المنير في الظل العميق الذي تلقيه المظلة المورقة من أعلى ، وتجتو الأفراخ على الأرض ولا تلقى ظلا .

وإذا أمعنا النظر في هذه الصورة نتاح لنا فرصة كبيرة - أي أننا نعرف أن الأفراخ موجودة هناك . وإذا كانت مساحة الصورة كبيرة في اتساع أرض الغرفة فقد تمر ساعات قبل اكتشاف الرقعة الصغيرة التي تشغلها الأفراخ . وكان المصور هيو ب . كت يعرف أن العشوش وبداخلها الأفراخ موجودة في هذه الغابة وكان على علم تام بما يبحث عنه ، ولكنه لم يتمكن من العثور على أي شيء ، وفي الوقت الذي ظن أن البحث غير مثمر طارت الأم من فوق الأرض ولم تظهر الأفراخ ، ولكن بعد فحص المكان الذي غادرته الأم بدقة ظهرت الأفراخ بعد أن لمس نعومتها الدافئة .

ولدينا لمحة جميلة للاستخفاء في غابة افريقية في صورة أبي نباخ (صورة - ١) . فالظل عميق بالنسبة للضوء القوي الذي ينفذ خلال الأوراق الكثيفة للأشجار الباسقة - ونشاهد تناسق الألوان في فراء الحيوان - فلون الظهر معتم خفيفا والأجزاء السفلى شاحبة وليست بيضاء ، ولا يوجد فرق واضح

بين الضوء والظل في ضوء الغابة المعتم نوعا ، ولا يحتاج الأمر الى ظل معاكس قوى ، فهنا وهناك بقعة زاهية أو نقط من ضوء الشمس تجد طريقها الى ورق الشجر أو الى أرض الغابة ، ولذا يساعد قليل من النقط البيضاء على فراء أبيض نباح على استكمال الهيئة الحقيقية والتحايلية للحيوان وتمزجه مع أرض الغابة وبذلك يستطيع الحيوان أن يتفادى التعرف عليه ولو لبضع ثوان على الأقل ، وقد يكون لهذا التأخير فائدة هامة إذ يمكن الحيوان من الفرار عند ما يجثو الفهد استعدادا للهجوم أو حينما يرفع الصياد غدارته على كتفه .

ومن المحتمل ألا يخطر بأذهاننا أن الخطوط الظاهرة على حمار الزرد هي صورة كاملة للاستخفاء ، ومن السهل جدا رؤية قطعان هذا الحيوان أثناء النهار في الأماكن الفسيحة أو في دغل بموطنها ، وليس هناك من الأعداء ما تخافه في ضوء النهار ، وهي سريعة العدو وحواس البصر والسمع والشم بها حادة ، وهي من بين الحيوانات البرية شديدة الحذر ومن الصعب الاقتراب منها ، وقد فتن الكثيرون من الصيادين ومصوري الحيوانات بطرق مراوغتها .

ويتعرض حمار الزرد لأفتراس السباع والنمور في نور الغسق وقت الغروب وعند الفجر ولا يمكن مشاهدته في هذه الساعات غالبا إذ تتداخل الخطوط السوداء والبيضاء مع بعضها وتوحي بلون رمادي باهت يشبه لون الأرض والنباتات التي تكون رمادية في مثل هذا الوقت ، وتنطمس الهيئة العامة

للحيوان لأن الخطوط السوداء تغطي المحيط الخارجي عند كل جزء من الجسم ، وتكون الأجزاء السفلى التي قد تميل الى التظليل قائمة اللون نوعا وخطوطها أكثر ضيقا بينما تكون الخطوط في الأجزاء العليا المضيئة عريضة ، وعلى ذلك فالجسم الضخم بدلا من أن يظهر مجسما بسبب الظلال الطبيعية يبدو مسطحا .

وقد روى صياد مشهور كيف كان يدنو بحذر وقت الغسق من منطقة ذات أعشاب قصيرة من المعروف أن حمار الزرد يأوى اليها ، ويخف هو ومن معه من مواطنين لهم عيون حادة ودراية في صيد هذا الحيوان الى مسافة أربعين أو خمسين ياردة من القطيع الذي يقف ساكنا ، وحتى على بعد هذه المسافة لا يستطيع أى شخص أن يكتشف حيوانا واحدا لأنها تنغمس مع اللون الرمادى الذى يضيفه نور الغسق على المشهد . ان طبيعة الاستخفاء المثيرة فى حمار الزرد واحدة من الأمثلة العديدة ، وهى تحدث فى المكان والزمان المناسبين فقط - أى فى الموطن الطبيعى لحمار الزرد وأثناء الضوء الخافت . فعند ما نبحت فى استخفاء أى حيوان يجب علينا أن نتصور المنظر والاضاءة على المشهد الذى يوجد فيه . ففى غينا تعيش وطاويط لها فراء أبيض تقى ، فاذا كان لها أن تقضى يومها فى أشجار مجوفة أو شقوق مظلمة أخرى كما هى الحالة فى الوطاويط بربطانيا فأنها قد ترى وتقتل ، وبدلا من ذلك فأنها تتعلق بأوراق النخيل فى العراء ، والسطح الأسفل لهذه الأوراق

ذو لون فضي لامع مثل لون الفراء الأبيض للوطاويط النائمة .
ان قاع البحر بين الشعاب المرجانية عبارة عن حديقة متلائة
الضوء بالألوان المتوهجة ويظهر فيها الحيوان ذو اللون
السنجابي الأسمر كأنه قفاز أسود ملقى في حوض من الزهور ،
ولكن تبدو الأسماك الزاهية الألوان كأنها جزء من الحديقة
نفسها وتماثل تموجات زعانفها اللطيفة تمايل نبات حمول البحر
مع حركة الماء .

ما أعظم الاختلاف الذى يستطيع السطح الملائم أن يفعله
حتى لطائر أبى الحناء المعروف ، فالطائر وهو يقفز على الثلج
يعطى مثلا لبطاقة حقيقية لعيد الميلاد ويظهر صدره الأحمر
واضحا . والآن يمرق الطائر الى الجانب المستر من السياج
ويختفى ، فهل حقيقة تشاهد الطائر جاثما هناك ؟ وتتحرك بهدوء
نحو المكان الذى استقر فيه وفجأة يفسر عقلك ما تراه عيناك ،
فتلك الورقة القرمزية الكئيبة بين العصون العارية ما هى الا
طائر أبو الحناء نفسه يرقد فى سكون تام يتطلع اليك ، فرأسه
وجناحاه السمراء تندمج مع لون السياج الأسمر ، ومنقاره الذى
يشاهد طرفه هو مجرد نقطة وأرجله هى الفروع الجافة الرفيعة
جدا ، ولا يتطرق لذهن أى شخص أن طائر ابا الحناء فى حاجة
الى الاستخفاء لما له من قدرة كبيرة على العناية بنفسه . ولكن
الحقيقة تبقى وهى أنه طائر غير واضح اذا ما شوهد فى بيئته ،
وهذا يفسر ما يروى عن الكثيرين ممن يعرفون أبا الحناء فى
الصور بأنهم لم يروا الطائر نفسه قط .

ومعظم الأمثلة التي تم وصفها الآن هي استخفاء خداعي أو مبهري في حيوانات ذات لون أسود وأبيض أو بالأحرى ذات تلوين هادئ . ويوجد مثل لتناسق الألوان الرقيق في دودة بشارة الحناء ، وطريقة اللون في هذا الكائن لها أهمية خاصة من حيث أن الدودة تقضي معظم حياتها مقلوبة من فوق الى تحت ولها تظليل معاكس بطريقة مختلفة عن المعتاد .

وديدان هذه البشرات عبارة عن كائنات بدنية ذات لون أخضر باهت ، ويبلغ طولها عندما تكون تامة النمو بوصتين، ولا تشاهد عادة الا في أوائل فصل الخريف عند ما تزحف متعمدة للبحث عن بقعة من الأرض هشة يمكنها أن تحفر فيها لتتحول الى عذراء وتختفي من برودة الشتاء ، ولكن يتعذر رؤية الديدان في أسابيع فصل الصيف عند ما تنمو وتأكل من بين أوراق الحناء ، وتختبئ الدودة بالأوراق ولا يراها الناظر من عل على سياج الحناء ويدهمها الخطر من صائديها اذا تطلعوا الى أعلى مثل طائر التيمير الأزرق الذي يتأرجح على العصون ويقف بجانب سياج من نبات الحناء وينظر الى العصينات الصغيرة القريبة من قمة النبات حيث توجد الأوراق الأكثر ليونة والتي تختارها الديدان كمكان تفتت فيه . وكل ورقة من نبات الحناء تنحرف عن الساق الى أعلى وتنطوي جزئيا مثل كتاب نصف مفتوح وعلى ذلك تشاهد أعداد من الأوراق ذات اللون الأخضر الباهت في منظر جانبي ويظهر العرق الأبيض الأوسط في كل ورقة بوضوح مثل

قاعدة الكتاب ويتألق الضوء الى أسفل خلال العروق الجانبية الباهتة .

والآن وقد تعودت عينك النظر الى أوراق الحناء نفسها يمكنك أن تبدأ البحث عن شيء يظهر كأنه ورقة اضافية وأكثر ضيقا نوعا عن الأخريات ، فاذا عثرت على هذا - الدودة - فانك تشاهد حشرة مستديرة الجسم ملونة بدقة حتى أنها تبدو كمنظر جانبي لورقة رفيعة يلمع الضوء خلالها ، وتحتضن الدودة الساق بطرف ذيلها وتميل الى الوراء مقلوبة من أعلى الى أسفل لتصنع زاوية مع الساق مثل التي تصنعها الأوراق ، أو قد تمدد جسدها تحت العرق الأوسط في الورقة وتبقى معتدلة ساكنة معظم ساعات النهار ، ثم تأكل وتتحرك معظم الوقت تحت جناح الظلام، ومهما يكن فانها تقضى الجزء الأكبر من حياتها النهارية في وضع مقلوب من أعلى الى أسفل .

وسطح الدودة العلوى المضاء لونه أخضر كورقة الحناء وكذلك جانبا الجسم ، والظهر الذى يكون أغلبه فى الظل ذو لون أخضر مصفر باهت واذا ما ظلل يظهر بنفس لون باقى الجسم، وعلى ذلك ينعدم الظل الأسفل المعتم الذى قد ينم عن جسم مستدير أصم ويظهر الجسم مسطحا ، وتوجد على طول جوانب الدودة خطوط بيضاء وعلى طول كل منها خط أرجوانى اللون ، وهذه الخطوط على أبعاد متساوية من بعضها وبنفس الزوايا التى عليها العروق الجانبية للورقة، ويظهر الخط الأرجوانى كظل مينا العرق الأرض واضحاً وتوجد بين الخطوط مساحات صغيرة ذات لون أرجوانى

قرنقلى فوق سطح أخضر ويكون التأثير مشابهاً تماماً للمساحات قليلة الظل الموجودة بين العروق فى الورقة .

فاذا تطلعت الى الدودة نفسها بعيداً عن بيئتها الطبيعية فانك ترى حيواناً مجسماً واضحاً وعلى جلده ألوان خاصة . واذا شاهدتها مغلقة تحت ورقتها فى أحد أيام الصيف والضوء الأخضر يسقط عليها من خلال الأوراق * فلا تظهر الحشرة مسطحة فحسب بل وفى الغالب شفافة وعلى سطحها عروق باهتة مثل خطوط متعاقبة مع ظلال أرجوانية من تحت الأوراق ، ويستدق البروز القرنى المنحنى المعتم فى ذيلها الى حد يصرف النظر عن طرف الدودة الذى ليس رفيعاً مثل العنق الذى يربط الورقة بالساق، ويوحى الخط الباهت على ظهر الدودة بوجود عرق أوسط يتم المخادعة.

الاستخفاء للاعتداء

سنسرد الآن أمثلة بعض الحيوانات المفترسة أو آكلات اللحوم التى يساعدها الاستخفاء فى القبض على فريستها .

فالبير أولاً له خطوط سوداء على فراء لونه برتقالى مشرب بالأسمر النحاسى والأجزاء السفلى باهتة ويعيش بين حشائش طويلة لونها أبيض مائل الى الصفرة تظل جافة معظم أوقات السنة أو بين الغاب فى المستنقعات ، ويحدث الضوء الساطع الذى يسقط على الحشيش الطويل أو سوق الغاب ظلالاً على

* تم بعمل أفضل من ذلك بالنظر اليها خلال زجاج أخضر .

هيئة خطوط ذات ألوان سوداء زاهية ويكون من المستحيل في مثل هذه البيئة رؤية الير متحفزا ولكن ينم عن وجوده اندفاعه في هجوم مفاجيء فقط أو عند ما يقفز كالبرق .

وهناك أنواع مختلفة من الأسماك المفترسة لها طرق مثيرة في الاقتراب من فريستها ، فتظهر سمكة المحرب كأنها كتلة من الخشب تماما ، أما عيناها وهما الظاهرة الوحيدة التي قد تفضح أمرها فتستخفى بواسطة خط معتم اللون يمر بهما ويمتد على طول الرأس كلها ، وتترك السمكة نفسها لتندفع مع التيار حتى تصير في محاذاة فريستها ، وبحركة فجائية من الرأس تقبض عليها . وكل من أسماك المحرب والقشر التي تعيش بين الغاب والسمار مميزة بخطوط معتمة اللون .

والجون دورى سمكة غريبة عليها سيماء الكآبة وتشاهد غالبا في مربى الأسماك ، لها جسم مضغوط الجانبين وتشبه شكل ورقة الشجر تقريبا ، وعلى كل من الجانبين نقطة سوداء كبيرة ، ولهذه النقطة أسطورة ، فيحكى أن القديس بيتر التقط مرة سمكة « جون دورى » من الماء بين أصبع وابهام فطبعت علامة الاصبعين منذ ذلك الوقت على هذه الأسماك . وتحتفظ هذه السمكة بجسمها متوترا وتدفع نفسها طوليا بواسطة تموجات سريعة من زعانف شفافة بالقرب من ذيلها ، وتظهر السمكة رفيعة اذا شوهدت من الأمام وكأنها مجرد خط أو خيال

فى الماء ، وعندما تصيد تنتصب زعنفتها الظهرية وبذلك يزداد ارتفاعها الظاهر . وهذه السمكة مولعة بالأسماك الصغيرة وترقبها بائتابه وتدنو منها رويدا رويدا حتى اذا ما صارت على بعد بوصات قليلة منها تفتح فمها الكبير وتدفع فكليها البارزين الى الأمام وتجذب السمك فيه مع قوة اندفاع الماء .

وهناك نوعان على الأقل من العلاجيم تربض فى سكون تام على أرض الغابة بالنهار ، وهى تشبه تماما الأوراق الجافة المبعثرة هناك ، وينتظر العلجوم فريسته كحشرة مثلا حتى اذا اقتربت منه واحدة فبسرعة خاطفة يعطيها لكمة خفيفة من لسانه اللزج الذى يندفع ثم يعود بالحشرة عالقة به . ويوجد فى جنوب أفريقيا نوع من مثل هذه العلاجيم (صورة - ٣) يشبه ورق الشجر شكلا ولونا ، فله جسم مسطح وكذلك الرأس ، وهذا السطح المسطح ممتد الى الخارج بواسطة تجعيدة من الجلد على طول الجانبين وتتصل بحافة فوق العين ، وهذا السطح يشبه ورقة الشجر فى الحجم والشكل تماما ويتمثل فى التلوين بالأوراق المبعثرة على أرض الغابة والتي تفحها الجو باللون الأسمر الرمادى . وجسم العلجوم من تحت هذه التجعيدة مخصب باللون الأسمر الكستنائى . وحيث أن هذا اللون ملحق بالضوء الأخضر الساقط خلال الأوراق فانه يعطى تأثيرا بصريا للون أسود يتحسن بالظل الحقيقى الذى تسقطه تجعيدة الجلد .

والتأثير الناتج هو ظل عميق محدود تماما . وبما أن النتيجة تشمل التكوين والتلوين معا فان العلجوم المجسم يظهر كأنه ورقة جافة عديمة اللون تلقى ظلها الى أسفل فينجو من الهجوم عليه ولا يبعث في نفس الكائنات الصغيرة التي يحتاجها طعامه أى تحذير بوجوده .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامة

الفصل الثاني

الضوء واللون والإبصار

انك تستطيع أن ترى وتثرى في وجود الضوء ، وهذا معناه عند الحيوانات ضوء الشمس والقمر والنجوم .

ويجب علينا أولاً في موضوع الإبصار هذا أن نفرق بجلاء بين ثلاثة أشياء تقررها لنا عيوننا كبشر : الضياء أو شدة التنوير - ضوء شديد ، ضوء معتم أو ظلام - والشكل والمميزات الأخرى للأشياء المحيطة بنا ثم ألوان الأشياء . فماذا ترى الحيوانات من جميع هذه الأشياء ؟ وكيف تكون في عيناها ؟

ان معرفة الضوء وقوته وشدته من الأمور الجوهرية في عالم الحيوان . وفيما عدا التباين الواضح بين النهار والليل فهناك تغييرات طفيفة ثابتة أثناء ساعات الظلام وساعات ضوء النهار - تغييرات ناشئة عن الجو ومرور السحاب وأشكال القمر - ففي كل ساعة بين شروق الشمس وغروبها يختلف ارتفاع الشمس ونوع الضوء علاوة على أكبر أو أقل درجة للضوء في

الصيف والشتاء . فكل هذه الاختلافات الضوئية لها أهميتها في عالم الحيوان .

والشمس هي المنبع الظاهر الذي تستمد الطبيعة حياتها منه . والمادة الحية (بروتوبلازم) حساسة للضوء وتستجيب له . وأصغر الكائنات مثل البكتريا والأميبا (المتحورة) ما هي الا مجرد جسيمات من المادة الحية تتحرك في ضوء تكون قوته أكثر ملاءمة لطبيعتها ، وتبدى الحيوانات الأكبر منها ذات الأجسام المنتظمة أيضا هذه الحساسية للضوء في أن اجزاء مختلفة من جلودها حساسة للضوء ، ويظهر هذا جليا في دويدات الذبابة المنزلية (دودة طعم السمك) والدويدات التي توجد في الحبن . فاذا وضعنا بعض هذه الدويدات الباهتة عديمة العيون على ورق أبيض في حجرة مظلمة وأسقطنا على الورق ضوءا من مشعل يدوي فانها تتحرك بسرعة بعيدا عن منبع الضوء حتما لأن الظلام فيه أمنها ويلائم حالتها الطبيعية

وبالرغم من أن دودة الأرض ليست لها عيون فان كل جلدها حساس للضوء أيضا وبالأخص عند طرفي الرأس والذيل* ، ويلائم الظلام أو الضوء المعتم جدا طبيعتها ، فهي تقضى ساعات ضوء النهار في الأرض ولكنها أثناء حفرها من والى الأرض قد تطل برأسها أو بطرف ذيلها قليلا في الضوء وذلك يعني خطرا

* توجد في الجلد خلايا بتركيب يشبه عدسات دقيقة تركز الضوء على أطراف الاعصاب .

عليها من العيون الحادة للطيور ، وتحذرهما عادة حساسية جلدها في الوقت المناسب . وتترك الديدان جحورها غالباً بالليل للبحث عن طعامها عندما يكون هناك قلة من أعدائها أو ترقد على الأرض وأطراف ذيولها مستكنة في مأمنا . ويبدو لها أن تستمتع بنسبات الهواء في ضوء الفجر المعتم ورءوسها مظلة خارج جحورها ومن ثم يلتقط الطير المبكر الدودة. وإذا أردنا اختبار حساسية الضوء في دودة الأرض بأنفسنا فما علينا الا أن نذهب بسرعة بعد الظلمة تماما الى بقعة بها خضرة قصيرة رطبة ، وهناك سنجد نصف أجسام الديدان في الحجر وبقيتها خارجه ، وإذا أوقدنا مشعلا يدويا على واحدة منها فبعد برهة قصيرة - لان الدودة لا تتجاوب بسرعة - تختفي الرأس في الحجر وتلاشى الدودة في اللحظة التي تشعر فيها بالضوء على جلدها .

وعلى العموم ليس الجلد كله حساسا للضوء في كثير من الحيوانات ، ولكن توجد نقطة خاصة تكون حساسيتها قوية . فمثلا يتحاشى الحيوان بواسطة « العيون الأولية » الضوء اللامع جدا أو الضوء المعتم جدا وهي حقيقة بداية نشأة العيون . فالتقواقع وبعض الصدفيات وقناديل البحر ونجمة البحر من بين الحيوانات العديدة ذوات العيون الأولية . ومن المهم أن الصبغ في كثير من العيون الأولية هو صبغ كرتينى لونه أحمر برتقالى وتركيبه الكيماوى له علاقة وثيقة بالأرجوان البصرى الذى يلعب دورا هاما في عيون الحيوانات الفقارية . ومهما تكن السبل الأخرى التى قد تنشأ بها العيون في

الحيوانات العليا فهي دائماً تحتفظ بهذه الوظيفة الهامة الأولى لقياس البريق أو شدة الضوء الذي يقع عليها . ثم انه في كائنات المرتبة الأعلى تظهر القدرة على رؤية الدنيا خارج أنفسها ، وقد تكون هذه بطريقة غامضة معتمة كما في الدودة التي قد تستطيع أن ترفع الورقة بعيدا عنها لمسافة بوصتين أو ثلاث بوصات أو قد تكون بالابصار الحاد والى مسافة طويلة كما في الانسان أو الطيور . فكل مجموعة من الحيوانات لها هيئة العيون الخاصة بها يمثل ما لها شكلها الخاص وطريقتها الخاصة في الحياة تماما . وكلما يكون تشابه الحيوان لنا قليلا تكون قدرتنا على تقدير كيفية رؤيته للدنيا قليلة ، ويجب أن يعيش كل حيوان في دنيا بصرية خاصة به في أغلب الأحيان .

الرؤية

تحتاج رؤية الأشياء وما يحيط بها الى استعمال خاص للضوء - أى الضوء الذي ينعكس من هذه الأشياء الى العين . وقبل أن تكون هناك قدرة على الرؤية يجب أن توجد العيون والضوء وكائن حي له جهاز عصبي ووعي . فالضوء واللون والهئية العامة للأشياء كما نعرفها مثلا توجد في أذهاننا فقط وهى تصاحب وظيفة خاصة في المخ .

ويمكن القول أنه توجد حتى الآن حيوانات كثيرة جدا لا ترى الألوان وهى ترى كل شىء بلون أسود وأبيض وظلال رمادية كما فى الصور الشمسية ، ومن الممكن أن تعرض الصورة قدرا

كبيراً . وفي الحقيقة من السهل أن تتناسى أن الصورة الجيدة ليست الشيء الحقيقي . وتعودنا على رؤية كل شيء بهذه الطريقة في السينما ، ولم يغن الاحساس بالواقع بعد . وأيضا اذا استعملنا نظارة معتمة اللون أو ملونة لمدة قصيرة فإن عيوننا تحقق من خلالها جميع الأغراض العملية الكافية . ويظن أن أغلب الحيوانات ذات الدم الحار من ذوات الأربع (الثدييات) ترى دنياها بهذه الطريقة الفوتوغرافية . فمثلا لم تنجح المشاهدات الدقيقة على القبط والكلاب في اظهار قدرتها على تمييز الألوان من الظل الرمادي اذا كانا بنفس البريق ، كما توجد اختلافات طفيفة في تركيب عيونها وعيوننا .

وتتغذى أغلب الحيوانات الثديية أو تصيد وقت الغسق والفجر أو أثناء الليل وتظهر كل من القبط والفيران في هذا الوقت . ويستريح الوعل مستترا أثناء النهار ويأكل في ساعات نور الغسق ولا توجد أية ألوان * أثناء هذه الساعات وتكون الدنيا كمسرح من ظلال بيضاء ورمادية وسوداء . وتستطيع هذه الكائنات البرية أن ترى بوضوح تام دون أن تكون لها حاسة لون عند ما تكون أقل نشاطا في النهار . ويكسو الحيوانات الثديية اللون الأسود أو الأبيض أو الرمادي أو الأغبر وألوانها الزاهية هي الكستني والأسمر البرتقالي في السنجاب الأحمر

* أو ربما يمكن القول ان الضوء يكون خافتا جدا لآلية تحليل اللون كالعين مثلا لتعمل .

وابن عرس والزراف . وتوجد الألوان الزاهية بين النسانيس والقرو فقط كاللون الأحمر والأخضر والأزرق، وهذه الحيوانات وحدها لها حاسة اللون دون بقية الثدييات .

تنتقل الحيوانات في أوقات تتمكن فيها من الرؤية الحسنة

ترتبط حياة الانسان الطبيعية خارج الدور بساعات ضوء النهار . فالفلاح يمارس طول حياته عادة الاستيقاظ مع الشمس والنوم بعد الغروب ، لأن عين الانسان ترى أكثر في ضوء النهار وتضبط نفسها مع ضوء الغسق ويمكنها بالتدريب أن ترى ولو بعض الشيء في الليل المظلم . ولكن هذا استعمال للاداة في غير الغرض الذي وضعت من أجله وتعطى نتائج ضعيفة جدا .

ويوجد في كل مكان ارتباط وثيق بين نوع البصر في الحيوان والوقت من النهار أو الليل الذي فيه يتحرك أو يلعب أو يبحث عن غذائه أو يجد أليفه . وتسعى معظم الطيور لتنتهي عملها بالنهار عند ما تستطيع الرؤية ، وتستقر آمنة في أماكن نومها قبل أن يحل الظلام . ولا يستطيع الحمام الزاجل متابعة طريقه في الليل وينشط النحل والزنبار والفراش وخنفسة أبو العيد واليعسوب وجملة حشرات أخرى مشهورة في ضوء النهار اذا سمحت الأحوال الجوية . ويعرف الكثير عن عيون النحل والفراش فهي تتمكن من الرؤية بجلاء فقط في ضوء جيد صاف . وهذا حقيقي خصوصا في الفراش ، فهي تطير أو تحط لتأكل من الزهور في يوم دافئ صاف من أيام فصل الصيف، فاذا مرت سحابة وحجبت

الشمس يتضح أنها اختفت كالسحر ، فتجثم وتطوى أجنحتها لأنها لا تتمكن من رؤية طريقها في أمان واكتشاف عدو يقترب منها .

ويدب النشاط في حيوية الطبيعة الليلية سواء كانت مختفية أو ساكنة أثناء ضوء النهار اذا ما الضوء ذبل . وترفرف الوطاويط في السماء جادة في البحث عن غذائها من الحشرات وقت الفسق وتستطيع أن ترى بجلاء في هذا الوقت وتذهل اذا أزعجت وقت النهار ، وهي تقتنص في ضوء النجوم وفي ضوء القمر ولا تفعل اذا كانت السماء حالكة السواد ، وهذه هي طريقة البوم أيضا . فاذا ما أخذت تنعق في ليلة بها سحب فهذا يعنى أن السماء صفت بقدر يسمح لها بأن تسعى للصيد أو أن الفجر أضحى قريبا .

وتستطيع بعض الحيوانات دون شك أن تستعمل الأشعة تحت الحمراء « كضوء » وهذه الأشعة غير منظورة لنا . وهذا صحيح في جمبريات المستنقعات الصخرية . ويستطيع البوم أن يقتنص الفيران في الظلام لأن هذه القوارض ذات الدم الحار جدا تطلق أشعة تحت حمراء تجعل من السهل على عيون الطيور الليلية رؤيتها . وتعرض بقعة من الحشائش الخضراء مظهرها حيويا مثيرا للدهشة في ليلة مظلمة من ليالى شهور السنة الدافئة . وتكون ديدان الأرض وجلدية الثوب والجعارين والبزاقات والقواقع منهكة في الانتقال أو التغذية وقد تمر بها ضفدعة أو قنفذ . وتتسلق القواقع الشجيرات لتأكل من الفاكهة والأوراق . وتتغذى الدودة العصوية الغريبة التي تقضى وقت النهار متوترة وفي

سكون يشبه الغيوبة بالأوراق . فالعيون والعيون البدائية
والجلد الحساس - أيها يناسب هذه الحيوانات - تتوافق كلها
مع ضوء الليل المعتم .

ويندر أن تكون المناطق الصحراوية مظلمة حقيقة لعدم وجود
السحب الليلية . ويمكن رؤية الأشياء القريبة في ضوء النجوم
المتألقة حتى بعين الإنسان ، وأكثر من هذا بواسطة الذئب
والثعالب والقطط والقوارض التي تختفي أثناء حرارة النهار
المحرقة وتظهر عند ما يكون الليل حولها باردا .

الابصار الليلي للبوم والقطط

« أيها السارى فى ظلام الليل باهتا
فالبوم والقط والوطواط من رؤياك تبتهج »

(قول مأثور)

كثيرا ما تتخذ البومة والقطعة كرمز لليل . ان عيون هذه
القناصة الليلية تشترك كلها فى أشياء كثيرة معروفة . وتشبه عينا
القطعة فى الظلام كرتين سوداوتين كبيرتين ، وانسان العين فيها -
وهو مماثل لحاجب آلة التصوير الذى يستعمل فى الضوء الخافت
- متسع عن آخره وتنظر خلال هذا الثقب وخلال العدسة على
المنطقة السوداء خلفه ، والعيون الكبيرة وانسان العين المتسع
عن آخره تسمح لأقصى كمية موجودة من الضوء بأن تسقط
على المنطقة الحساسة فى مؤخرة العين . وعيون القطعة موضوعة

فى مقدم الرأس وتنظر الى الأمام - على عكس ما هى عليه فى الطيور وفى الحيوانات التى تنظر غالبا الى الجانب ، وتكون كل عين منها صورة خاصة بها . وفى القطة والبومة تكون كل عين صورة لنفس الشئ من جانب مختلف قليلا ، وعلى ذلك يكون التأثير الوجدانى مزدوجا وأشد وضوحا ، ولا بد من تقدير مسافة الشئ أيضا . ان شبكية العين وهى الجزء الحساس للضوء والتى تماثل شريطا أو لوح المصورة (الآلة الفوتوغرافية) بها عدد كبير من الخلايا الحسية التى تناسب ابصار نور العسق ، وهذه لا تستطيع أن تحتمل ضوء النهار الساطع وهى مستترة بالاغلاق التام لحاجب انسان العين غالبا ، وكل ما نراه فى ضوء النهار هو ثقب أسود ينفذ منه الضوء . وللبومة ميزة أخرى اضافية ، فحاجب انسان العين فيها يضبط نفسه فورا فى حالة تغيير الضوء ، ولا تأخذ عدة ثوان لتتوافق كما هى الحال عندنا . وترى القطط الأليفة بالطبع فى وقت النهار جيدا ، وتضبط وقتها جزئيا حسب عادات أصحابها . ولكن أغلب أنواع البوم لا تتمكن من الرؤية الا بصعوبة تامة فى ضوء النهار وتبقى مختبئة من أجل سلامتها . ومع ذلك يمكن أن تسمع البومة الصغيرة وترى فى ضوء النهار . وليس شاذا أن تلمح البومة الكبيرة الباهتة مستقرة فى عرض روضة .

ابصار اللون

تبعث من الشمس الى الأرض أمواج أو أشعة مختلفة الأطوال

أثناء النهار ، وتسمى كل حزمة من هذه الأمواج الضوء .
وتستقبل تقط الماء في السحب هذه الأمواج ثم تعكسها بالطريقة
التي نرى بها قوس قزح أى ألوان طيف النور السبعة المعروفة
وتظهر أطول هذه الأمواج لعين الإنسان حمراء بينما تظهر أقصر
الأمواج بنفسجية .

ويحتوى الاشعاع الشمسى علاوة على الأمواج التي تظهر
كضوء أبيض أو كألوان طيف النور على أمواج ذات أطوال
أخرى كثيرة . وتتداخل أطوال الأمواج وهى المعروفة باسم
« تحت حمراء » مع أطول الأمواج الحرارية كما تتداخل أقصر
الأمواج وهى المسماة فوق البنفسجية مع أسرع الأمواج
وأشدها . وقد يظن أن عين الانسان عبارة عن جهاز يستقبل
أشعة الشمس الكهربائية من بين أمواج طولية تبلغ ٤٠٠٠ أ
(احمر) و ٨٠٠٠ أ (بنفسجى) كما أن الطاقم اللاسلكى
عبارة عن جهاز يستقبل الأمواج الطولية التى قد تبلغ ٣٠٠
الى ٧٠٠ متر . وتوجد فى وسط المنطقة البنفسجية لطيف
النور موجة طولية تبلغ ٤٢٠٠ أ فى حين انها فى وسط المنطقة
الحمراء تبلغ ٧٠٠٠ أ *

ولكن عند ما تفكر فى اللون فالأشياء الملونة لا الضوء
الملون هى التى تخطر بأذهاننا . ويبدو ضوء النهار الذى هو

* ١ = وحدة الانجستروم التى هى عبارة عن جزء من عشرة ملايين جزء من
المليمتر . (انظر ملحق ١) .

منبع اللون غير منظور غالبا وفي الحقيقة بدون لون . والسحب الملونة هي التي تصنع الغروب . وتنتج زرقة السماء وخضرة الحشيش وألوان ملابسنا وأثاثاتنا كلها من الضوء الأبيض المعقد الذي يسقط عليها وينطلق أو ينعكس منها بطرق خاصة أو يمر خلالها كما هو الحال في الزجاج الملون . وتظهر ورقة الشجر خضراء لأنها تحتوى على مادة تمتص كل أشعة الضوء ما عدا الأشعة الخضراء والصفراء التي تعكسها . وانطماطم لونها أحمر لأنها تحتوى على مادة تعكس أطوال أمواج حمراء خاصة وتمتص كل ما عداها ، ولذلك عند ما تنضج الطماطم الخضراء تختلف مادتها الكيماوية وتمتص فى هذه الحالة كل شىء ما عدا أمواج حمراء خاصة بعد ما كانت تمتص كل الأمواج ما عدا الخضراء .

وتسمى المواد التي تمتص بعض الأمواج وتعكس البعض الآخر توافقيا الأصباغ، والأصباغ التي تمتص جميع الأمواج من جميع الأطوال تظهر سوداء والتي لا تمتص شيئا ولكن تعكس جميع ألوان طيف النور تظهر بيضاء . وبعض الأصباغ ليست ناتجة عن أصباغ ولكنها تكون نتيجة لضوء ساقط على مواد لها نسيج خاص . وستكون ألوان الأصباغ وألوان النسيج موضوع بحث الفصل الثالث .

وبما أننا عرفنا الآن كيف تنتج الألوان من فعل الضوء على الأشياء المادية يبقى هناك سؤال قديم : هل يوجد حقيقة أى شىء يقال له أحمر أو هو مجرد شعور فى نفوسنا ؟ ان حقيقة

اللون الأحمر أو أى لون آخر لا يمكن اثباتها عقليا ، وكل ما نعرفه بالتأكد أن عيوننا مناسبة ووعيا يعملان خلال جهاز عصبى يؤدي الى التدريب على اللون وأن أى تغيير بسيط فى التركيب ينتج عنه عمى لون تام للشخص أو للحيوانات التى لا تختلف كثيرا فى تركيبها عن الانسان ولو أنها مجردة من حاسة اللون .

الحيوانات التى تختلف فيها حاسة اللون عنا

تجنى البوم كما رأينا فائدة خاصة من الأمواج الحمراء العميقة ، ومن المحتمل أنها تستخدم أيضا جزءا من الأمواج تحت الحمراء . وأخيرا تشكك بعض العلماء فى استخدامهم لهذه الأمواج حسب نتائج تجاربهم فى المعمل . ولكن منذ أن عُرِف أن الصبغ الأخضر فى النبات يعكس مقدارا كبيرا من الضوء تحت الأحمر فمن الممكن أن البوم الذى يطير فوق روضة يستطيع رؤية بصيص باهت من الحشائش فى الوقت الذى يعجز فيه عن رؤية أصغر كمية من اتساع تحت الحمراء فى تجربة داخل المعمل . واذا كان من الصعب علينا أن نتصور أى حيوان وهو يرى بواسطة « الأشعة تحت الحمراء » فما علينا الا أن نذكر فقط الصور الشمسية التى تؤخذ على فيلم حساس للأشعة تحت الحمراء . ولذلك أخذ المؤلفان مرة صورة ملونة لمنظر عام ظل بالقرب من البحر باستعمال فيلم دوقى الملون، وبينت الصورة الايجابية بعد ذلك حدا واضحا للأفق

وقمم الجبال... الخ مظهرة أن الفيلم كان حساسا للأشعة تحت الحمراء وأن الأشعة تحت الحمراء تنفذ في الضباب خيرا من أشعة أخرى. كما أصبح من المعروف الآن أن السماء في الليل بها ضوء خاص يسمى الشفق المستديم ناشئا عن خضرة غاز الأكسجين . وعيون البوم حساسة أيضا للطرف البنفسجي لطيف النور وربما يكون هذا غريبا لأول وهلة ولكن كما يعرف المصورون يوجد ضوء بنفسجي في طيف النور يظهر في ساعات الصباح المبكرة (مثلا الساعة ٥ صباحا الى الساعة ٦ صباحا في شهر مارس) أكثر منه في أى وقت آخر في مدة الأربع والعشرين ساعة وخلال هذه الساعات يستفيد البوم كثيرا ليقوم بالقنص. ويستخدم النحل وهو جاد في عمله في يوم مشمس مضى قليلا من الطرف الأسفل لطيف النور ولكنها تستخدم الأمواج الزرقاء والبنفسجية كلها ، كما أنها ترى بوضوح فوق البنفسجية - أمواج هي بالنسبة لعيوننا مجرد ظلام . وبذلت جهود كثيرة في دراسة حاسة اللون في النحل . فان أهمية هذه الحشرات في تلقيح الأزهار وجمع الرحيق وتحويله الى شهد كانت حافزا طبيعيا لدراسة عاداتها دراسة واسعة الى وقد أوحى تردها على الزهور بقدرتها على رؤية الألوان ، كما وجد أن قائمة الزهور التي تتردد عليها غالبا تضم الكثير من ذوات اللون الأزرق واللون الأرجواني ومع ذلك فبعض الزهور لا تجتذب النحل بألوانها ولكن بالرائحة أو بالطلع أو بغزارة رائحة الرحيق الهادئة ، ومن أمثلة ذلك شجرة عيد الميلاد

واللبلاب والدبق والصفصاف . والنحل لا يرى الأحمر كلون ولا يستطيع تمييز اللون الأحمر من اللون الرمادي الداكن أو من اللون الأسود ولكن لا يمنع هذا من التردد على زهور خاصة ذات لون أحمر صاف مثل الأثيث القرمزى . وكثير من الزهور التي ترى لنا قرنفلية اللون أو حمراء ينبغي أن تظهر للنحل زرقاء اللون لأنها ليست حمراء صافية بل فيها جزء من اللون الأزرق . ويمكننا أن نرى ذلك اذا تطلعنا لزهور نبات « ققاز الثعلب » ونبات « البنك استوك » خلال الزجاج الأخضر الذي يستبعد أطوال الأمواج الحمراء ويسمح برؤية اللون الأزرق فقط . ولهذا عندما يشاهد النحل وهو يتردد على الزهور الحمراء أو القرنفلية فمن الجائز أنها تتراءى له بلون أزرق ولكن هذه الزهور لا يعيل النحل اليها الا نادرا . ولا بد أن حاسة اللون الخاصة في النحل تجعل دنياها تبدو مختلفة عن دنيانا بطريقة أخرى مثيرة . وليس مؤكدا أن السطوح « البيضاء » تبدو دائما بيضاء لها - ويتوقف هذا على السطح ان كان يعكس أو يمتص أمواجا فوق بنفسجية . فالسطوح البيضاء التي تمتص هذه الأشعة تبدو للنحلة خضراء زرقاء وتجذبها ، ولذلك فكثير من الزهور ذات البتلات البيضاء أو الملونة بلون باهت خفيف تبدو للنحل أكثر تلويينا عما تظهر لنا . ويمكن القول ان النحل في أوروبا يعيش في دنيا لونها أصفر برتقالي وأخضر أزرق وبنفسجي أزرق . وأجريت تجارب كثيرة لفحص حاسة اللون في النحل

وسيجد بعضها في كتاب « شخصية الحيوانات » . ونذكر هنا تجربة تقريبية وبسيطة وضع خطتها وأجراها المؤلفان ويستطيع القارئ إجراءها، فقد صنعنا عددا من الزهور البسيطة على هيئة الورد البرية من ورق الكرتون الرقيق ووضع في وسط كل منها جديلة من السلفان مفتوحة من أعلى على شكل كأس صغير جدا وكل واحدة من هذه الزهور مثبتة في عصا مدبية ، وطلبت زهرتان بلون أصفر لامع وواحدة بلون أزرق وثلاثة كانت مطلية بلون رمادي خفيف ، وكان اللون الرمادي مشابها في منظره أو ظله للون الأصفر . واختبر اللونان بالنظر اليهما من خلال منظار رمادي (غير زجاج كركس) وذلك للتأكد من أن اللون الرمادي واللون الأصفر متماثلان في نسقهما ومعنى آخر لا نستطيع التمييز بين اللونين لو كان بنا عمى لون .

ثم وضعنا شهدا سائلا في كأس السلفان لزهرة صفراء وتركناها في المخضرة في مواجهة الشمس في يوم دافئ مشمس وقبل مضي وقت طويل اكتشف النحل الشهد وتردد على الزهرة مرارا بعد أن تقل كمية من الشهد الى الخلية . وبعد ذلك أبعدها الزهرة الصفراء الممتلئة بالشهد ووضعنا زهرة زرقاء وبالقرب منها أخرى صفراء وكاتتا فارغتين فأهمل النحل الزهرة الزرقاء واتجه الى الزهرة الصفراء وكأنه ربط بين اللون الأصفر والشهد . ولنتبين اذا كان النحل قد رأى اللون الأصفر حقيقة أو هو مجرد مظهر رمادي محقق ، ضمنا الزهرة الصفراء

والزهرة الرمادية معا وهما مملوءتان بالشهد في شكل عنقود
فاختارت الأغلبية الكبرى من النحل اللون الأصفر .
وفي يوم آخر روضنا النحل ليقصد الزهرة الحمراء المملوءة
بالشهد فوجدنا أنه لا يستطيع تمييز اللون الأحمر من بين
مجموعة الزهور السوداء والرمادية الداكنة وزارها النحل كلها
بالتساوي عند ما كانت محتوية على الشهد . وأثناء هذه
التجارب قام النحل بحركات قد تدل على انه عرف أن الزهور
ليست عادية وأظهر قلقا يسيرا .

ووجد ان النحل يستطيع الرؤية في الضوء فوق البنفسجي
وذلك باسقاط طيف نور متسع (باستعمال ضوء شديد ينفذ
خلال منشور) على مائدة بيضاء في غرفة مظلمة . ويمكن
ترويض النحل ليقصد الشراب في منطقة الضوء فوق
البنفسجي . وتقاوم حيوانات أخرى كبراغيث الماء من الدنيا
والبلانزيا الضوء فوق البنفسجي . ومن المعروف أيضا أن
الفراشات تتمتع برؤية الألوان ، فالفراش الطاووسى مثلا له
مجال لوني يشبه ما للنحل تقريبا . وعلى العموم فالفراشات
تفضل من الألوان الأحمر والأبيض .

حاسة اللون في الطيور

قد يكون عجيبا حقيقة لو أن الطيور التي يستطيع ريشها
أن يعرض بعض الألوان وأشدّها بريقا في العالم يعوزها حاسة
اللون. اننا نسلم أن الفاكهة الوردية والحمراء قرمزية، والقرمزية

والارجوانية تجتذب الطيور حسب ألوانها هذه . وتستطيع
اناث الطيور أن ترى ألوان ذكورها اللامعة . فهل هذا مجرد
افتراض ؟ ومع ذلك فهل هناك أى دليل على أن الطيور ترى
الألوان ؟

ولقد دلت التجارب أن الطيور ترى من الألوان الأحمر
والبرتقالى والأصفر والأخضر بوضوح ، ولكنها لا ترى
اللون الأزرق جيدا ولا ترى اللون البنفسجى مطلقا . ولاختبار
حاسة اللون فى الدجاجة المنزلية وضع مصباح قوى فى حجرة
مظلمة بحيث ينفذ الضوء خلال منشور * ويسقط طيف
النور بألوان قوس قزح على الأرض . وبعثر عدد متساو
من الحبوب فى كل مجموعة من أشعة الضوء الملون . ثم أطلق
سراح الدجاجة فى الغرفة فالتقطت جميع الحبوب التى ظهرت
بلون أحمر وبرتقالى وأصفر وأخضر تقريبا ولكنها أخذت
قليلا جدا من الحبوب التى فى الضوء الأزرق ولم تتناول شيئا
من الحبوب فى اللون البنفسجى . فمن هذه التجارب وغيرها
يتضح أن الطيور تستطيع رؤية الألوان الدافئة فى الفاكهة
الناضجة وتجتذب إليها .

ويتم تلقيح كثير من الزهور فى بعض أجزاء العالم
لا بالحشرات ولكن بواسطة طيور طينية تثبت أنفها لحظة
أمام زهرة وتغمس مناقيرها فى أنبوبة الرحيق بها . ولقد عرف

* قضيب زجاجى مثلث الشكل .

« رث » أثناء رحلاته في البرازيل وجنوب افريقيا وغرب
استراليا ١٥٩ زهرة تتردد عليها الطيور من أجل الرحيق ومن
بينها ٨٤٪ ازهار حمراء اللون . فاللون الأحمر جذاب جدا
للطيور الطينية في جميع اليلاد وجميع الأزهار التي تزورها
لترتشف من رحيقها تقريبا ذات لون أحمر أو برتقالي أو
أرجواني (خليط من الأحمر والأزرق) . ومن المدهش أن
تقارن هذه الطيور بطيور « الطنان الناسك » في البرازيل التي
هي كلها طيور ذات ألوان هادئة جدا بتلوين معدني خفيف
وقد لا تكون كذلك أحيانا . وبدلا من أن تعيش في ضوء
الشمس وتأكل من بين الزهور تستوطن الغابات المظلمة وتقتات
كلية بالحشرات التي تلتقطها من فوق فروع الأشجار
وأوراقها * .

ولا يوجد اللون البنفسجي في تلوين الطيور نفسها كما أن
اللون الأزرق غير شائع . ولكن عند ما يكون ريش الطيور
أزرق فهو أزرق بيريق معين كما هو الحال في المكاو وصيد
السمك والظائر الضاحك والزمير الأزرق . وهذا ينطبق مع
احتمال أن الطيور لا ترى اللون الأزرق بوضوح تام ولا بد
أن يكون اللون أزرقا لامعا اذا نظرت اليه الطيور كلون .
ومن المدهش أنه يلاحظ عمليا عدم وجود طعام ذي لون أزرق
لأى طير أو حيوان ثديي .

* تومسون .

حاسة اللون في الأسماك والجمبرى

تتمكن بعض الأسماك من رؤية الألوان جيدا جدا .
فيستطيع الشانى (سمك على شواطئ انجلترا) وسمك المينو
أيضا أن يميز بجلاء في مجال واسع من الألوان . فاذا عرض على
هذه الأسماك طعام مضاء بشعاع من ضوء ملون أو وضعت
في أنبوبة مبطنة بورق ملون فانها تتعلم في الحال أن تربط بين
الطعام ولو معين كالأصفر مثلا . فاذا وضع معها في الحوض
أى شيء أصفر فان الأسماك تتجه نحوه متوقعة أى شيء
تأكله . وتستطيع التمييز بين اللون الأصفر وظل من الرمادى
على أن يكون بريقهما واحدا .

وتوحى بعض أصناف الأسماك بقدرتها على رؤية الألوان
لأنها تضبط ألوان جلودها تبعا للون السطح الذى يوجد
فيه . وهذا حقيقى في حالة برغوث البحر والجمبرى على
سواحل انجلترا . وسيبحث موضوع تغيير اللون في مثل هذه
الحيوانات فيما بعد .

آلات ابصار اللون

في هذا الاستعراض لبعض الحيوانات التى عرفت حتى الآن
بأنها تتمتع بحاسة اللون نجد أن هذه الميزة ليست خاصة
بأتمودج واحد من نماذج العين . فعيون الأسماك والطيور تشبه
عيوننا تماما ، ولكن تختلف عيون النحل والفراش والجمبرى

اختلافاً كلياً .. فهل من الممكن أن نشير إلى أى جزء فى العين ونقول « ها هو الجزء الذى يتوقف عليه إبصار اللون ؟ » ومن المحتمل أن يكون الجواب فى حالة عين الإنسان وما يماثلها « نعم » . وبطانة العين الحساسة أى الشبكية تشبه القلم أو لوحة المصورة ، ويوجد فى الشبكية عدد كبير من خلايا حسية على نوعين ظاهرين ، وهذه تسمى بالنسبة لأشكال أطرافها قضبان ومخروطات . وكل من النوعين يتجاوب مع شدة الضوء الذى يسقط عليها وهى ترسل لأعصاب العين رسالات مختلفة بدرجات متفاوتة من الضوء الذى يصل إليها . فالقضبان تسجل العتمة والمخروطات تسجل البريق من شدة الضوء . ومن المعروف أن القضبان تحتاج إلى فيتامين أ الذى يحتفظ لها بالحساسية للضوء المعتم جداً . ويوجد هذا الفيتامين فى المأكولات مثل زيت كبد الحوت ودهن حيوانات أخرى وبقدر بسيط فى البيض ، ولكن تستطيع الحيوانات والإنسان تحويل الكرتين إلى فيتامين أ فى أجسامها فى الحال . وعلى ذلك فوجود الكرتين فى الطعام له قيمته كفيتامين أ نفسه . ومن السهل الحصول على الكرتين فى صورة الخضروات والجزر والبطاطم ويوجد فى القضبان صبغ خاص له علاقة بالأبصار فى العسق ويسمى الأرجوان البصرى . ويبيض هذا الأرجوان البصرى بواسطة الضوء الساطع فى وجود فيتامين أ ومواد كيميائية أخرى . وعند ما نمر فجأة من ضوء ساطع إلى ضوء معتم فلا نستطيع رؤية أى شئ فى بادئ الأمر وبعد ثوان قليلة

يتكون الأرجوان البصرى ثانية ويستطيع الاستجابة للضوء المعتم فى هذه الحالة ونشعر بأن عيوننا انتظمت معه . ومع ذلك فملاءمة العيون للضوء المعتم مسألة كيمائية ونقص فيتامين ا يمنع اعادة تكوين الأرجوان البصرى الذى يتكون طبيعيا فى الظلام عندما توجد كمية كافية من فيتامين ا .

وفى أثناء الملاءمة للاختلاف الفجائى فى شدة الضوء يضيق انسان العين أو يتمدد لينظم كمية الضوء التى تصل الى الشبكية .

ومن المحتمل أن المخروطات تستجيب وحدها مع أطوال الأموج المنفصلة التى يمكن تفسيرها بلون * . وتكون المخروطات بالأخص عديدة عند نقطة مخصوصة « النقطة الصفراء » فى شبكية كل عين ، وعندما نحرك عيوننا لننظر الى أى شىء فاننا نحركها حتى تكون هاتان النقطتان (فى العينين) فى مستوى مضبوط مع الشىء المرئى ، وفى هذه اللحظة نراه بوضوح تام . والاختلاف بين استخدام القضبان والمخروطات غير واضح فى الحيوانات الفقارية الدنيئة . فمثلا قد نحتوى الشبكية فى أنواع مختلفة من الأسماك العظيمة على كل من القضبان والمخروطات أو القضبان فقط أو المخروطات فقط . وليس الأرجوان البصرى الذى يختلف فى مقدرته على امتصاص الضوء محصورا فى القضبان .

* انظر الفصل الحادى عشر .

وليس معروفا حتى الآن ان كان أى جزء فى عين الحشرة له أهمية خاصة فى ابصار اللون .

وسواء اكتشفنا « الآلات » الحقيقية لابصار اللون أم لم نكتشفها فتبقى الحقيقة وهى أن العيون فى الحيوانات المختلفة تفسر مجموعة الأشعة الشمسية نفسها بطرق مختلفة . فتوجد فى الانسان ثلاثة أنواع من عمى اللون بالاضافة الى مقدرته على ابصار اللون « العادى » . ويفسر الانسان والطيور والوحش مجموعات مختلفة من هذه الأشعة الشمسية كضوء ولون بسيطا وكلها ترى الدنيا بوسائلها الخاصة - وربما لا تراها على حقيقتها. ومهما يكن فالأشعة الشمسية تؤثر على الحيوانات سواء ترى هذه الأشعة كألوان كما فى المناظر الفوتوغرافية أو لا ترى كلية . ولنا أن نذكر فقط التأثيرات القوية للأشعة فوق البنفسجية على الانسان - أى الأشعة التى لا تراها عيوننا .

تجارب يمكنك القيام بها

- ١) خذ شمعة مضاءة فى الليل وقف عند مدخل حجرة أو ممر مظلم وحرك الشمعة أمام عينيك بهدوء وانظر الى الظلام خلف اللهب ، فتشاهد فى الحال منظرا يشبه فروع شجرة مورقة ، وهى الأوعية الدموية فى الشبكية التى يعكس جزء منها على ستار الظلام خلال العدسات .
- ٢) راقب فى المرآة انقباض وتمدد انسانى عينيك واحسب

الوقت واجلس خمس دقائق وعيناك مغلقتان في حجرة مظلمة ،
ثم انظر في المرآة وأنت ممسك بشمعة مضاءة أو مصباح
كهربائي بالقرب من عينيك ، وعندما ينقبض انسانا العينين
تماما لاحظ كم مضى من الوقت ، ثم اسمح لهما بأن يتمددا ثانية
باتساعات مختلفة في الظلام واحصل على تقدير تقريبي للوقت
وذلك بأن تعد مائة أو مائتين ببطء ، وهلم جرا .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

الفصل الثالث

الأصباغ الطبيعية وتأثيرات اللون

تعرض أغلب النباتات والحيوانات اللون كجزء من تركيبها الطبيعي . فالنباتات العادية خضراء اللون بزهور ملونة ، والفطريات اما ملونة أو سوداء أو بيضاء ، وهذا حقيقى بين الحيوانات ولو أنه توجد فى البحر كائنات شفافة وبها أثر لون ضئيل . وأغلب الحيوانات غير الملونة التى نصادفها دائماً هى قنديل البحر ومع ذلك فيها نقط أو أهلة أو خطوط ملونة .

والمادة الحية أو البروتوبلازم الذى تتكون منه النباتات والحيوانات غير ملون ويظهر تحت المجهر كزجاج مملوء ببقع وفقاعات دقيقة وفجوات صغيرة جداً واضحة ، ولكن الحياة معناها النشاط والبروتوبلازم فى عمل مستمر ، وأحد الأشياء التى يقوم بها صنع المواد لأغراض مختلفة - مواد قد تكون ملونة أو غير ملونة - فاللعاب مثلاً لا لون له بينما صفراء الكبد ذات لون أصفر أو أخضر . وتسمى أى مادة تلون الحيوان من الداخل أو الخارج « صبغ » وهذه التسمية

مأخوذة عن استعمالها في الفنون ولذا فهي تشمل أسود وأبيض وألوان لامعة كذلك .

من أين تأتي الأصباغ

بما أن النباتات هي مصدر الغذاء للحيوانات ^١ كان من الطبيعي أن تتساءل أولاً عما إذا كانت الحيوانات تصنع أصباغها أو تشتقها من أصباغ النباتات .

وأكثر الأصباغ النباتية أهمية هي خضرة الأوراق المعروفة باليخضور (كلورفيل) ^٢ ، وتُحصر أهميته في إنتاج الغذاء النشوي للنباتات بمساعدة القوة الشمسية . ويحيى النبات دون شك بالضوء . واليخضور خليط من أصباغ خضراء وخضراء زرقاء وصفراء وهذه الحقيقة تساعد في تليل الاختلاف الكبير بين الألوان الخضراء الخفيفة التي تشاهد في أي حديقة أو في الحقول والألوان الصفراء الخفيفة في أوراق شجر البلوط الصغير أثناء فصل الربيع قبل أن تزداد الأصباغ الخضراء فيها . وتتناول حيوانات البر التي تتغذى بالحشائش وأوراق النبات كمية كبيرة من اليخضور وكذلك الحيوانات البحرية التي تتغذى بالطحالب لأنه مهما يكن لون الطحالب الظاهر فكلها تحتوي على اليخضور . ورغمنا عن هذا فالخضرة

١ - الحيوانات العشبية تتغذى مباشرة بالنباتات ، والحيوانات آكلات اللحوم تأكل اللحم الذي يكون من الغذاء النباتي بطريق مباشر أو غير مباشر .
٢ - مأخوذ عن اللفظ اليوناني كلوروس = أخضر وفيلن = ورقة .

في الحيوان تنشأ في النادر من اليخضور ، وهو يلون الكبد في القواقع وأصداف مختلفة . ويرجع الفضل في ألوان « الجندفلى الأخضر » (مرنس) المشهور للنباتات البحرية الصغيرة جدا التي تتغذى بها . ويوجد اليخضور على صورة محلول في دم ديدان خضراء مختلفة وهذا يعطي جلدها لونا أخضر خفيفا . وديدان بشارة الملاك الظليلة لها لون أخضر لأن طعامها في القناة الهضمية يظهر خلال جسمها الشفاف . ومح بيض البط له أحيانا لون أخضر خفيف من صبغ يضعه الفلاحون في الطعام الذي تأكله هذه الطيور . ولكن قد يكون في بعض الأحوال راجعا الى عامل وراثي ، وعلى ذلك فكل هذه أمثلة للون الأخضر في داخل الحيوان . وجميع الأصباغ الخضراء الموجودة في الجلد نفسه تقريبا هي منتجات حيوانية مثل اللون الأخضر في دودة الخرقة البحرية (يولاليا) وفي الذبابة الخضراء وفي ديدان كثيرة خضراء . وليست الألوان الخضراء الزاهية كما هي في السحالي والضفادع وريش الطيور مثلا ناتجة عن أصباغ خضراء على الاطلاق ، وسنرى فيما بعد كيف تحدث .

قلنا فيما سبق أن اليخضور عبارة عن خليط من الأصباغ الخضراء والصفراء . وأول الأصباغ الصفراء هو الكرتين المشهور الذي يعطي كثيرا من الفاكهة والزهور والخضروات ألوانها الحمراء والصفراء والبرتقالية . فالجزر والبنجر والطماطم أمثلة مألوفة . وثاني الأصباغ الصفراء يسمى زانثوفيل . واصباغ الكرتين التي تحصل عليها الحيوانات من غذائها النباتي

تلون أجزاءها الداخلية بطرق شتى . فصفرة مح البيض التي استعملها كثير من الأساتذة القدامى كصبغ في تلوين رسوماتهم هي كرتين ، وينتج اللون الوردى في لحم سمك السلمون من صبغ الكرتين الموجود في الدهن واللون الأصفر في الزيوت التي تستخرج من كبد سمك القد والهلبوت تنتج من نفس المصدر وكذلك أيضا اللون الأصفر في الزبد واللون الأصفر الزاهى اللطيف في « الأجسام الدهنية » التي هي مخزن الغذاء في الضفادع والعلاجيم وما شابهها .

وظهرت حالة غريبة لأثر كرتين الطعام على المستهلك في عائلة استشارت طبييا لأن جلود أفرادها أصبحت صفراء وظنوا أنهم مصابون باليرقان (الصفرة) وكانوا يتناولون منذ مدة كمية كبيرة من الجزر النيء المفري - بمعدل ثمانية أرطال في الأسبوع - علاوة على الجزر المطبوخ وزالت الأعراض في الحال بعد استبعاد الجزر عن طعامهم لمدة قصيرة . ويأخذ نوع واحد من الشعر الأصفر لونه من صبغ كرتينى كما هو الحال في الشعر الأحمر . وينبغى أن يلاحظ أن الكرتين له صور كثيرة تختلف اختلافات يسيرة في النباتات وحينما تكون في داخل جسم الحيوان تتغير عادة بنسبة كبيرة أو صغيرة قبل ظهورها كصبغ حيوانى .

والصبغ الأصفر الثانى فى الأوراق الخضراء - زئوفيل - قد يلون أنسجة الحيوان عند اللزوم . فمثلا عندما يأكل أرنب غذاء أخضر ويهضمه فان الزئوفيل يتحلل بواسطة أنزيم فى

الكبد وتكون المادة الناتجة عديمة اللون . ومع ذلك فبعض العتر في الأرناب خالية من هذا الأنزيم . ويمر الزنثوفيل في الدهن ويصبغه باللون الأصفر ولا يرغب الكثيرون منا في أكل الأرناب ذات الدهن الأصفر وذلك يقلل من قيمتها في الأسواق . فلو أن هذه الأرناب أعطيت طعاما خاليا من الغذاء الأخضر (الأذرة - الردة - البطاطس) أمكن الاحتفاظ بدهنها أبيض . ويرجع اللون الأصفر في أجنحة فراشات خاصة (بابلو) ومجموعات أخرى عن صفرة نبات آخر (اثوزانين) تتناوله الديدان عندما تتغذى بهذه النباتات .

وحيث قد نقول ان الأصباغ النباتية التي تتناولها الحيوانات تميل الى تكوين بعض الأجزاء الداخلية ولكن يندر جدا أن تكسب جلودها ألوانا . وبينما تتميز النباتات باللون الأخضر فان الخضرة ليست لونا مميزا في الحيوان وسنكتشف بعدئذ مصدر اصباغ الحيوان .

أنواع أخرى من أصباغ الحيوان

ان أصباغ الجلد في أنواع عديدة من الحيوانات التي ليس لها عمود فقري - مجموعة اللافقاريات - (زهور البحر - نجم البحر - الديدان - الأصداف - سرطان البحر .. وهكذا) تكون على أنواع مختلفة كثيرة ، وهي تختلف غالبا من حيوان لآخر ويمكن ترتيبها تقريبا فقط في مجموعات كيميائية . ومع ذلك ليست الأصباغ في مجموعة الحيوانات

الفقارية ذات العمود الفقري مختلفة كثيرا . وجميع الفقاريات لها دم أحمر ، والدم هو نقطة البداية التي تنشأ منها أصباغ مختلفة . ويعرف الصبغ القرمزي الذي يلون خلايا الدم بالهيموجلبين ، وهو الذي يعطى فى الانسان اللون الأحمر للشفاة واللون الوردى للخدود . وتعمل خلايا الدم ثلاثة أسابيع فقط أو ما يقرب من ذلك ثم تنفقت بعد ذلك فى البطحال غالبا وتحل خلايا جديدة مكانها باستمرار . وتوجد فى الكبد أجزاء مفيدة من صبغ الهيموجلبين المعقد تستبعد للاستفادة منها ثانية ، وأجزاء أخرى يتخلص منها بطرق مختلفة . وتحتوى الصفراء التى يفرزها الكبد على صبغين أخضر وأحمر وكلاهما من المنتجات المتخلفة من الهيموجلبين . وجميع الألوان الجميلة فى بيض الطيور كالأزرق والأخضر والأحمر كلها تقريبا من هذا المصدر . وينشأ اللون الأصفر الخفيف فى بعض بيض الطيور من صبغ آخر ينتج من الهيموجلبين كما هو الحال فى اللون الأسمر لبيض الدجاج .

وقبل أن تترك موضوع الهيموجلبين يمكننا أن نلمس شدة الشبه بينه وبين اليخضور فكل منهما عبارة عن مواد كيميائية معقدة جدا تنشأ على نسق واحد عجيب حول ما قد نسميه « نواة » متماثلة ، ولكن العنصر الجوهري فى نواة اليخضور هو المغنسيوم الذى يقابل عنصر الحديد فى نواة الهيموجلبين . وصبغ اليخضور ضرورى لحياة النباتات الخضراء كما أن الهيموجلبين ضرورى لحياة الفقاريات التى هى المجموعة

السائدة في الحيوانات . ومما يدعو الى الاستقصاء هو الاستفهام عما اذا كان اليخضور له فائدة خاصة كغذاء يستطيع البروتوبلازم الحيوانى أن يكون منه الهيموجلبين . وهناك شىء من الاعتقاد بأنه كذلك .

وتنشأ ألوان سوداء وسمراء وصفراء مع سمراء نحاسية من صبغ يسمين ملنين يتكون في الأنسجة الحية من مادة تنتج عادة وطبيعيا من هضم الأطعمة البروتينية . وينشأ الصبغ الملون من « طليعة »^١ عدية اللون اذا وجد أنزيم خاص . ولا يمكن أن تحدث العملية كما هي العادة الا في وجود الضوء^٢ ، وعلى ذلك فالكيمياء الداخلية هي التى تحدد التلوين الخارجى . فالشعر والعيون السوداء والسمراء فى الانسان والحيوان ، والجلود السمراء صفراء والزيتونية واللون الأسود والأسمر وبعض الألوان الصفراء فى جلد وقشور السحالى والثعابين والضفادع والأسماك ، كلها تنتج من الملنين وهو شائع فى الحيوانات اللاقارية أيضا .

ويوجد الملنين غالبا فى العين مهما تكن حقيقة تركيبها فى الحيوانات المختلفة . وهو يعمل كستار معتم يمنع الضوء من أن ينفذ فى الجسم فيما وراء العين . ويستطيع الملنين فى بعض المواضع أن يعطى تأثيراً أزرق اللون . ويرجع لون العيون

١ - طليعة تيروسين حامض الامنيا : انزيم التيروسيناز .

٢ - ما عدا للصبغ الاسود المبطن للتجويف البطنى فى بعض البرمائيات .

الزرقاء في الانسان الى وجود الملين خلف القرزية وهو الصبغ الموجود في عيون الأطفال الصغيرة ، وغالبا تختفي الزرقة تدريجيا بتكوين الملين أمام القرزية مما يجعل العين سمراء . وأحيانا قد تفسر زرقة العيون خطأ بأنها تنشأ عن عدم وجود الصبغ كلية .

وذرات الملين فيما وراء القرزية صغيرة للغاية بحيث توجد بحالة صمغية ، وهي صغيرة جدا لتعكس أمواجاً ضوئية ولكنها تبعثرها بدلا من ذلك . وأقصر أطوال الأمواج - الزرقاء - هي التي تبعثر بشدة قصوى ، وعلى ذلك فهي التي نلاحظها . ويشاهد نفس التأثير في حالة الدخان الأزرق أو الضباب . ويظن أن الملين الذي يتكون أمام القرزية يوزع في ذرات أكبر أو بكمية كافية تسمح بامتصاص كبير جدا حتى أن التبعر يكون عديم الأهمية نسبيا *

وينتج جسم الحيوان أثناء القيام بوظائفه المعقدة عددا من المواد الكيماوية التي هي منتجات مهمة قد تؤذيها إذا احتفظ بها ، وتستطيع بعض الحيوانات التخلص منها بسهولة بالطرق العادية ولكن قد تترسب في جلد البعض الآخر بشكل غير ضار وتساعد على تكوين الجسم . ومن الأمثلة المشهورة على ذلك وجود اللون الأبيض واللون الأصفر في أجنحة فراشات

* ورؤى أيضا أن الزرقة الظاهرة قد تكون لونا مكملا للملين (الذي يمكن أن يكون بلون أحمر خفيف) وقد يفسر هذا التأثير البصرى .

خاصة بالكرب كخطافى الذنب ، وهذا الصبغ وثيق الصلة بحامض اليوريا . وتظهر جوانب السمكة لامعة كمرآة جميلة لوجود صبغ الجونين الذى يوجد منه شكل آخر وهو الصبغ الأبيض (فى خلايا القزحية) فى جلد الضفادع والعلاجيم . وهذه الأصباغ الأخيرة من طبيعة المنتجات المهمة .

وحيث يمكن وصف أصباغ حيوانات كثيرة على ضوء تكوينها كمنتجات النشاط المختلف فى الجسم ، وينتج البعض من الامتصاص المباشر أو هضم الطعام - كأصباغ الكرتين فى الشعر وهى المشتقة من الغذاء النباتى والملين الذى ينتج عن هضم البروتين . وتنتج بعض الأصباغ بواسطة نشاط عضو كالطحال مثلا وتمرر الى الكبد الذى يفرزها على هيئة أصباغ الصفرة الناتجة عن تفتت كرات الدم الحمراء .

أصباغ حساسية الضوء

ان وجود مثل هذه الأصباغ قد يبرهن على أنها مفيدة جدا فى الاقتصاد الحيوانى . وهلم بنا نعود الى الكائنات الدقيقة أى الأوليات (البروتوزوا) التى تتكون أجسامها من بروتوبلازم عديم اللون . ففى الأميبا مثلا يجب أن يسمح البروتوبلازم لجميع أطوال الأمواج بأن تنفذ فيه بالتساوى . ومع أن الأميبا قادرة على التمييز بين الضوء اللامع والضوء المعتم فهى تستطيع أن تكون حساسة للضوء بطريقة عامة فقط . وتكون قوة الانتخاب ممكنة عند ما تكون كيمياء

الحيوان أو النبات الدنيا نقطة من الصبغ الأحمر . ونسمح
النقطة الحمراء في العين بتمييز الضوء الأخضر والأشياء
الخضراء ، وقد يكون لهذا أهمية في الحصول على الغذاء .
وتوجد الآن استجابة الضوء المنتخب ، والبيئة مهما كانت
صغيرة تبدأ لتنظم . وقد نذكر للمقارنة كيف تكون البيئة
مطموسة تماما في عيون الطفل حديث الولادة ولكن عند ما
يظهر بعض الصبغ في العينين فإنه يتمكن من تمييز الأشياء
الملونة . وتوجد النقطة الحمراء في عيون عدد من الكائنات
التي تعيش في الماء كالرتفرز أو الدوبيات ذوات العجلات
وأنواع عديدة سباحة من نباتات ذات خلية واحدة مثل يوجلينا
وكليدمناس وفي يرقات ديدان بحرية (كثيرة الأهداب)
وشوكية الجلد وحتى في الكائنات الكبيرة مثل نجم البحر، مع
أن النقط الحمراء في عين هذه الأخيرة أكبر من أن تكون مجرد
ذرة صغيرة من الصبغ . وتحتوى النقط الحمراء في العين غالبا
على الكرتين . والكرتين كما رأينا سابقا هو طليعة فيتامين «ا»
الذى له علاقة وثيقة بالأرجوان البصرى الحساس للضوء .
ويوجد الملين في العيون الأولية أيضا كما في الديدان الشريطية
والمدوزا والحيوانات القشرية .

وبالتالى فإن الضوء الذى ينتشر بالتساوى على سطح ما
يكون له تأثيرات مختلفة عن ضوء مركز في نقطة . كما بتضح
هذا من استعمال عدسة الاحتراق . والضوء المركز على نقطة
صبغ معناه الامتصاص النهائى لأكبر قوة عند تلك النقطة .

وفي حالة وجود نقطة الصبغ الحساسة للضوء يكون لدينا الاحتمال في نشأة العين . ويتوقف العمل الصحيح لكل شكل من العين جزئياً على الصبغ ، كما تظهر الاستجابة الحسية للضوء في الأصباغ المختلفة والخلايا الصبغية بواسطة تحركاتها أثناء ملائمة عيون الحيوانات المتعددة لكثافة الأضواء المختلفة، وسنعود الى هذا الموضوع في الباب الحادى عشر ، كما تظهر أيضا من الاستجابة المباشرة للضوء بواسطة الخلايا الصبغية في أكثر الحيوانات التى تغير ألوانها .

الحماية من الضوء الزائد

قد تكون الأصباغ الموجودة على سطح أى حيوان ذات فائدة عظيمة فى حمايته من ضوء شديد جدا . وكما أن الضوء نافع فقد يكون أيضا ضارا للأنسجة الدقيقة ان لم يكن مميتا . وتوجد ستائر الصبغ فى حيوانات مختلفة عديمة اللون ، وهى تسمح لهذه الحيوانات بأن تتعرض للضوء الذى قد يكون ضارا بدونها . فنجد مثلا أن الجمبرى بجسمه الشفاف وعضلاته الزجاجية له شبكة من الصبغ على الأعصاب التى تمر بسويقات العين ، وينتشر اللون فى الضوء اللامع انتشارا خفيفا فى الخلايا الصبغية على جميع أجزاء الجسم المعرضة لهذا الضوء . وتوجد زهور البحر العادية على صخور الشاطئ فى حالة الجزر وتظهر كأنها كتل هلامية حمراء أو سمراء وتستطيع جزئيا مقاومة التعرض للضوء اللامع وحرارة الشمس

وذلك بسبب صبغها الشديد . ونذكر ستار صبغ الملين انكثيف في جلد وشعر سكان المنطقة الاستوائية الذي يحميهم من تأثير أشعة الشمس التي تكون مميتة لهم بدونه . ويوجد أيضا اللون البرنزي الوقائي في جلود سكان المناطق المعتدلة اذا تعرضوا تدريجيا لضوء الشمس الساطع والتأثير الخطر لتعرضهم له فجائيا ولمدة طويلة . وتحدث الشمس لونا برنزيا في الجلد بتكوين الملين فيه .

امتصاص الدفء

تتوقف فوائد الأصباغ المعتمدة طبعا على الزمان والمكان . وقد يفيد الصبغ الأسود الذي يمتص جميع الموجات الضوئية كمنبع للدفء في الظروف الجوية الباردة ويكون الطرف الأحمر في طيف النور أكثر فائدة في هذه الحالة . ومن الأمثلة الواضحة على هذا الموضوع غطاء الصبغ الأسود فوق صعتر (بيض) الضفدعة . فالصبغ الأسود يمتص كل كمية من دفء ضوء الشمس في شهر مارس حينما يسقط على الصعتر وهو طاف على سطح الغدير . ويلاحظ أيضا أن كثيرا من الكائنات الصغيرة في جبال الألب سوداء اللون على عكس الطيور والثدييات الكبيرة ذوات الدم الدافئ فلونها أبيض غالبا وتتوافق مع الثلج .

وعلى ذلك قد تكون الألوان السطحية في الحيوانات ذات فوائد عديدة - فهي اما حساسة للضوء أو واقية منه أو ماصة للحرارة ، وقد تأخذ شكل رواسب للمنتجات المتخلفة الموضوعه

فى الجلد بطريقة مناسبة . ومن مثل هذه الأصباغ وفى مثل هذه الأحوال المهيفة تنتج المواد للخطط والنماذج اللونية التى تظهر كاستجابة تامة من الحيوانات لبيئاتها .

أصباغ تنفسية

ان أعظم فائدة تصحب انتاج الصبغ هى الآتية : توجد أصباغ خاصة لها قابلية الاتحاد مع الأكسجين وإطلاقه ثانية للخلايا الحية التى تحتاج إليه . والأكسجين ضرورى للحياة ويجب أن يكون الحصول عليه واستعماله مستمرا فى كل لحظة . وطالما يستطيع الكائن الحى أن يستعمل أكثر كمية من الأكسجين كلما تزيد شعله حياته تألقا ويزداد نشاطه الممكن .

وتمتص الكائنات الدقيقة التى تتكون من البروتوبلازم مثل الأميبا أكسجينها مباشرة من الهواء أو الماء خلال سطحها كله ولكن عند ما يصير الجسم كبيرا فان خلايا كثيرة منه لا تحصل بعد ذلك على الأكسجين بهذه الطريقة ولا بد من وجود وسائل أخرى لنقل الأكسجين إليها . وتصنع بعض الحيوانات كالاسفنج وبخاخات البحر ونجوم البحر تيارا بطيئا من ماء البحر أو الماء العذب ليمر فى أجسامها ومنه تستطيع امتصاص الأكسجين . ويبلغ التطور نهايته بنشأة جهاز « الدورة الدموية » المغلق الذى هو أحد ضروريات حيوانات البر والذى لا يفتح مباشرة الى الخارج ولكن يصل الى نقط معينة مقفلة قريبة من السطح الخارجى بطريقة تسمح للسائل الذى يحتوى عليه كى يمتص

الأكسجين . والحياشيم والرئات أمثلة من الأجهزة التي يصل فيها سائل الدورة الدموية قريبا جدا من الهواء أو الماء المحمل بالأكسجين ولا يفصلهما سوى غشاء رقيق جدا . والى هنا كل شيء حسن ، ولكن بأية وسيلة يمكن الحصول على أكبر كمية من الأكسجين في سائل الدورة الدموية ؟ هناك أصباغ معينة - أي أصباغ تنفسية كما تسمى - تتحد مع الأكسجين بسهولة وتطلقه بسهولة أيضا وأكثر هذه الأصباغ كفاءة هو الهيموجلبين بقاعدة من الحديد . ومع أن الهيموجلبين هو الصبغ التنفسي في الحيوانات ذوات العمود الفقري وحدها فانه يوجد صبغ مماثل له يحتوى على الحديد وينتج مستقلا في مجموعات من حيوانات كثيرة الاختلاف . وهناك نوع من قواقع الماء العذب (بلانوربس) بها دم أحمر كما يوجد في « ديدان الدم » وهى يرقات مائية لنوع من الناموس وفي ديدان الأرض والديدان البطيئة وديدان الأرض الصغيرة (تيوبفكس) التى تعيش فى الماء العذب .

وعمدنا الهيموجلبين بحالة مشهورة عن العلاقة الوثيقة بين فسيولوجيا أية مجموعة من الحيوانات وطبيعة أصباغها . وكل مجموعة من الحيوان لها نوع خاص من الهيموجلبين ويستطيع الاختصاصى أن يميز هيموجلبين الطيور عن هيموجلبين الأسماك مثلا بحسب شكل البلورات التى تظهر أثناء التحليل . وللأنواع المختلفة من الهيموجلبين قدرات متباينة على حمل الأكسجين . وهيموجلبين الطيور أكفاً حامل أكسجين معروف ، وهذا سبب واحد يفسر قدرة الطيور على الطيران بهمة ونشاط . ولون

الهيموجلبين أحمر عند ما يتحد مع الأكسجين (في الشرايين) وأزرق أو بنفسجي حينما يحمل القليل أو يكون خاليا منه (في الأوردة) ويمكن مشاهدة اختلاف اللون بوضوح في الأوعية الدموية في معصم الانسان .

ويوجد صبغ تنفسى آخر يسمى هيموسينين بقاعدة من النحاس في دم مجموعة الأصداف الكبيرة (الرخويات) وبراعيث البحر والحشرات ومجموعة العناكب (المفصليات) ، ولون الهيموسينين أزرق باهت عند ما يحمل الأكسجين ولا لون له أو أصفر باهت عند ما يكون خاليا منه . ولا يلون الهيموسينين السطح أو اللحم بنفس الطريقة التي يلون الهيموجلبين بها الشفاه واللسان والعضلات في الفقاريات . ولا بد من وجود النحاس عند تكوين الهيموجلبين ، والحديد عندما يتكون الهيموسينين . وهناك مجموعة صغيرة من الديدان البحرية تتميز بوجود صبغ تنفسى أخضر في دمها (وفي ملحق / ٢ جدول للأصباغ التنفسية) . وهكذا تظهر الأصباغ مرة ثانية لا كألوان فحسب بل كمنتجات تساعد في مقدرة مثل هذه الكفريات كالبصر والنشاط المتزايد ، وهي بعيدة تماما عن المحاسن والتعقيدات العديدة في اللون والهيئة الظاهرتين . وعثر الانسان أيضا على فوائد من الأصباغ غير معروفة في الطبيعة مثل صبغة الأرجوان القائمة التي استعملت في الصباغة بكثرة في وقت ما ويمكن الحصول عليها من قواقع مختلفة من نوع (الدج ولك) كالبريورا والمركس ، وتوجد في هذه القواقع غدة تفرز مادة لونها أخضر رمادى ووظيفتها غير

معروفة حتى الآن . ويتحول لون هذه المادة الى لون أرجواني قاتم اذا تعرضت للضوء . وتصنع الصبغة في أحواض مكشوفة في وجود ماء البحر .

ألوان سببها تركيب السطح

تنشأ الألوان التي وصفناها حتى الآن عن أصباغ مادية معينة ، ويمكن استخلاص مثل هذه الأصباغ من الأنسجة التي تحتوي عليها ويستعان في دراستها بالتحليل الكيماوي ووسائل الرقابة الطيفية . ولكن تنشأ ألوان حيوانية مختلفة عن تأثيرات الضوء الذي يسقط على سطوح لا تمتص أى شئ من الضوء على عكس الأصباغ ، ويطلق على مثل هذه الألوان ألوان بصرية أو تركيبية، وهذه لا يمكن بالطبع استخلاصها .

وينشأ اللون الأبيض في براغيث البحر والضفادع والأسماك عن صبغ أبيض ولكن اللون الأبيض في الفراء وفي الريش هو لون تركيبى ، وتوجد في مادتها فقائيع هوائية صغيرة جدا وهذه تعكس جميع أمواج الضوء وتكون المظهر الأبيض . ويتكون لون الزبد الأبيض بمثل هذه الطريقة . والهواء الذي تحتوى عليه عرضى - وماهى الا الانحناءات والخانات على سطوح الفقاعات التي تنتج التأثير بواسطة الطريقة التي تستقبل بها الضوء .

ولقد تعودنا على ألوان قوس قزح التي تنشأ عن سقوط ضوء على طبقة رقيقة لفقاعة صابون أو على طبقة من زيت فوق سطح أرض رطبة ، وهنا ترى ألوان مع عدم وجود أصباغ . ويمكن

مشاهدة مثل هذه التأثيرات اللونية على سطح أية مادة شفافة رقيقة - مثل لوحة رقيقة من الميكا ، وعرق اللؤلؤ مثل من أمثلة اللون التركيبي ونرى بريقه اللؤلؤي وتأثيرات لونه الظريفة في بطانة أصداف كثيرة ونشاهده في بعض الأحيان على سطوح أصداف بحرية فارغة عندما يبلى غطاؤها الخارجي من اصطدامها المستمر بالشاطئ . كذلك توضع أحيانا أصداف كبيرة في حمض لازالة الطبقة الخارجية واطهار الطبقة اللؤلؤية لاستعمالها في أغراض الزينة ، وينشأ البريق اللؤلؤي من ترسيب المعدن الكلسي (كربونات الكلسيوم) طبقة فوق طبقة ، وتنتج الألوان الظريفة من سقوط الضوء على البلورات المعدنية الدقيقة الموجودة على السطح وخلالها .

وترجع بعض الألوان البراقة في الطبيعة - ريش الطاووس والطيور الطينية وحرشيف الفراشات والخنافس - الى سقوط الضوء على سطوح معينة . فالريش له غطاء رقيق من مادة قرنية ، وحرشيف الحشرات لها طبقة رقيقة من مادة تعرف بالكيتين ، ومثل هذه الحرشيف تغطي أجنحة بعض الفراشات والبشاريات . وقد يكون هذا الغطاء رقيقا ومسطحا أو منحوتا ومخططا بطرق متعددة ، وقد يكون عديم اللون أو به لون خفيف ، وعلى ذلك تعرض الطبقة السطحية من المادة القرنية أو الكيتين إمكانيات عظيمة للتأثيرات البصرية . وتنطبق القاعدة نفسها على بعض الحالات مثل ما يستعمل في صنع « تموجات خاطفة » للحرير . والتلألؤ الذي يكون غالبا بريقا معدنيا على أجنحة فراشة مورفو

الزرقاء في أمريكا الجنوبية والمستعمل على نطاق واسع في الزينة مثل من أمثلة تركيب السطح الذي يحسن لون الصبغ من زاوية ويبدى عند مشاهدته لونه الأخضر البصرى من زاوية أخرى . وقد يكون اللون الأخضر بأسره لونا بصريا وقد ينتج في الطيور من تأثير السطح وحده ، وغالبا من تأثير السطح مختلطا مع اللون الأصفر والرمادى أو الصبغ الأسمر في الريش . فبغاء الأمازون أزرق الجبهة له ريش أخضر يتغير الى لون أسمر كئيب اذا كان الطائر مبتلا بالماء تماما ، فالسطح المبلل يفقد تأثيراته البصرية . ويلعب الزيت الطبيعى الذى يصفى الطير به ريشه - بلاشك - دورا هاما في بعض الأحيان . وينشأ اللون الأخضر اللامع في بعض الفراشات (أورثبرا سيدن) من صبغ أصفر مموه بلون تركيبى أزرق .

وتدين زواحف كثيرة بريقها أو تنوعات ألوانها الى اختلاط الصبغ مع التأثير البصرى . فالسحالى مثل الأجوانيد والحرباية لها جلد به طبقات من الأصباغ المختلفة مغطاة فى الغالب بمادة قرنية شفافة على هيئة حراشيف ، والأجوانيد بها خلايا صبغية متفرعة محتوية على الملنين فى قاعدة جلدها وعليها طبقة من خلايا صبغية تحتوى على قطرات زيتية صفراء ، وفوق هذه طبقة من خلايا صبغ محتوياتها عديمة اللون غالبا ولكن تعطى تأثيرا بصريا أزرق اللون تبعا للطريقة التى يتبعثر بها الضوء على هذه

المحتويات . ويستطيع الملين أن يجرى مرتفعا في فروع تتخلل الطبقات الصفراء والزرقاء أو ينتشر على قممها أو يتمكن من التراجع حتى يبدو للعيان أنه في قاع الجلد . وهكذا يستطيع الجلد أن يعرض اللون الأصفر والأخضر الزمردى والأخضر الأزرق والمعنى من العرض المشترك للصبغين والطبقة الملونة من الخلايا الخالية من الصبغ .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامة

الفصل الرابع

الاستخفاء في البحر

نستمد معلوماتنا عن المياه العميقة من وصف الغواص أو العالم الذي يضع على رأسه خوذة الغوص وينزل الى قاع البحر في ماء ضحل صاف ، أو من فنان يجد وسيلة للرسم تحت الماء ويسجل بذلك تأثيراته المباشرة . ويعبر كل هؤلاء المستكشفين ببعض الوسائل عن السحر ومميزات التركيب ونوع الضوء للحياة تحت الماء . وكتب روبرت جينجس عن تأثيراته الأولى عن الشعاب المرجانية بـرمودا « كانت كأنها في معبد ينار بزجاج أخضر باهت » .

ويمكن مشاهدة ومعرفة الكثير عن حياة الحيوان عند الشاطئ أو في المياه البعيدة عن الشاطئ . ويمكننا مراقبة الحيوانات في غدير صخري أو نلاحظها في أعماق كبيرة من جانب قارب . وقد قام أرسطو بعمل كثير من الدراسات العميقة عندما استقر في قارب ونظر الى البحر الصافي المتألق بالألوان حول جزائر اچيان . وكان من المحتمل وجود

مستكشفين أوائل لفحص أعماق البحار . وتوجد صورة قديمة تحمل شرحا لقصة الملك الفريد الذى كانت لديه غواصة على شكل برمبل أنزل فيها فى نهر التيمس .

وقد يعطى مربى أسماك حسن الاعداد صورة تقليدية لابأس بها عن الحيوانات والنباتات البحرية فى حالتها الطبيعية ، ولكن مع ذلك فما زلنا بعينين عن الصورة كلها وحتى اذا كنا فى الصورة فلا نرى بعيوننا الا القليل تحت الماء ما لم يكن هناك مران طويل كالذى يكتسبه غواصو اللآلىء والاسفنج .

والضوء من بين العوامل الطبيعية فى ماء البحر التى لها أهمية خاصة بموضوعنا . فكيف تتأثر الحياة فى البحر بكمية الضوء ونوعه ، ومن ثم الألوان والأشكال واستخفاء الحيوانات البحرية ؟ فهناك بين علامات المد والجزر وفى قاع البحر وفى المياه الضحلة عالم مضئ جيدا وغالبا ملون حيث يتبع الشكل واللون والمماثلة للبيئة الخطوط العامة المألوفة لنا على الأرض . ومن المتوقع وجود تأثيرات جديدة فى وسط المياه العلوية وكذلك أيضا فى المياه الأكثر عمقا التى لا ينفذ اليها الضوء أو ينفذ فيها قليلا .

الضوء فى البحر

يتوقف الضوء فى البحر على العمق ووقت النهار وفصل السنة والأحوال الجوية . وينفذ الضوء الى عمق أكبر فى الماء الصافى عنه فى الماء الذى يعكره الرمل أو الطمى .

ويستطيع ضوء الشمس أن ينفذ كله في سطح البحر الحقيقي في أحوال نادرة فقط ، وقد لا يحدث هذا الا عندما تكون الشمس عند سمة الرأس مباشرة والسكون شامل . ويعمل الجزء الأكبر من سطح البحر كحائل للأمواج الضوء التي يعكسها على مدى أوسع أو أصغر حسب الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس على السطح . ويمكن أن يكون الانعكاس على الأمواج غالبا مذهلا تماما لعيون الناظر اليها من عل .

ويعبر الضوء الذي ينفذ في البحر الى أسفل ويمتص ببطء . وحالات الضوء في بحر المانش بعيدا عن بليموث مثلا وعلى عمق عشر قامات (٦٠ قدما) مماثلة لما هي عليه في الجزء الأكثر ظلا في غابة من شجر الزان وقت الصيف ، ويصير الضوء أكثر وأكثر عتمة عند الأعماق الأكبر حتى يبهت تماما ويسود الظلام التام . ولا تتغير شدة الضوء فقط أثناء مروره من السطح الى أسفل بل وكميته أيضا ، ويمتص الطرف الأحمر من طيف النور بسرعة بالقرب من السطح ثم تمتص أطوال الأمواج الأخرى بترتيب البرتقالي فالأصفر فالأخضر وينفذ الضوء الأزرق والبنفسجي الى عمق أكبر . واكتشف الضوء البنفسجي في البحر الصافي في منطقة سرجاسو في المحيط الأطلسي - على عمق ٥٥٠ قامة (وينتج لون البحر الأزرق من الانعكاس العلوي للأمواج الضوء التي تسقط على الذرات الصغيرة في الماء . وتمتص أطوال الأمواج ما عدا الخضراء والزرقاء والبنفسجية خلال الماء في حالتى النزول والصعود ، وتستطيع

هذه فقط أن تظهر ثانية لتعطي البحر لونه . ويغير الضوء المنعكس من سطح البحر غالبا لون البحر كما هو الحال في يوم مشمس به سحب أو حين تنعكس أضواء شروق الشمس وغروبها على الأمواج) .

وبما أن الضوء بشيء من القوة ينفذ لأعماق بسيطة نسبيا فقط فمنطقة نمو النباتات على قاع البحر تكون محدودة بدقة . وتنمو الطحالب البحرية على شاطئ البحر وعلى عمق ١٥ أو ٢٠ قامة حينما توجد الصخور أو الأحجار التي تستطيع أن تثبت نفسها عليها . ولذلك يكون النمو أغنى على عمق في مستوى عشرة قامات ، ويكون الضوء قويا على الشاطئ بين علامات المد والجزر وهنا يكون اللون الأسمر هو اللون الأكثر شيوعا في الطحالب البحرية على الشاطئ . وتوجد كمية كبيرة من اليخضور مختبئة في الحشائش السمراء . ويعكس اليخضور الضوء في منطقة طيف النور تحت الحرارة الحارة ومن الواضح ان اللون الأسمر ذاته يعطي بعض الوقاية من الضوء الزائد . وتظهر الحشائش الحمراء بالقرب من علامة المد والجزر السفلية ، ويكون اللون الأحمر غالبا هو اللون المعتاد في هذا العمق من الماء ويظهر أن هذا راجع جزئيا الى حقيقة أن الحشائش الحمراء تمتص طبيعيا أمواج الضوء الخضراء زرقاء ، وهذه هي التي في متناولها ، وجزئيا لأن الحشائش الحمراء تنمو أفضل في الأحوال الظليلة ولا يمكنها تحمل الضوء اللامع على الشاطئ .

وتتخذ أنواع كثيرة من الحيوانات مساكنها في أماكن طبيعية في الصخور والحشائش ، ويستندن إليها الكثير لتثبت عليها وتحتمي فيها ويتغذى البعض بها مباشرة . فيوجد في هذه البيئة سرطان البحر ونجم البحر وقنفذ البحر والقواقع وزهور البحر والديدان البحرية وعدد كبير من الحيوانات غير الشائعة . وقد تقارن بطريقة عامة بالحيوانات البرية التي ترافق النباتات البرية . وتحدث تغييرات في حياة الحيوان تبعا للتغيرات في طبيعة قاع البحر سواء كان رملا أو حصى أو صخرا أو شعابا مرجانية وتبعا لعمقه وعوامل أخرى . وعلى ذلك يوجد توزيع جغرافي للنباتات والحيوانات على قاع البحر وبين علامات المد والجزر . وكما توجد على الأرض حشرات وطيور تستريح وتأكل وتختبئ بين النباتات وأيضا تطير في الهواء كوسيلة للرحيل وكموطن للصيد أحيانا توجد في البحر أسماك وحبارات وجمبريات وحيوانات أخرى تقضى جزءا من وقتها في قاع البحر وجزءا آخر في المياه العلوية . ولكن بينما لا تتظاهر الحشرات والطيور والوطاويط بالاختباء عند طيرانها فهي على العكس في كثير من الأنواع البحرية عند ما تتحرك في الوسط المائي .

ان دولة البحر لها عنصر هام في سكانها التي لا يوجد على الأرض ما يقارن بها كالكائنات التي تعوم وتطفو جيدا والتي تقضى كل حياتها في المياه العلوية وتغوص الى قاع البحر فقط عند ما تموت . وترافقها كائنات أخرى تقضى الأسابيع

أو الشهور الأولى من حياتها على مثل هذه الوتيرة ، ولكن إذا بلغت سنا مناسبة توجه نفسها لتعيش على الشاطئ أو على قاع البحر . وتوجد أيضا في هذه المنطقة السطحية أعواد كبيرة من الحشائش البحرية الميكروسكوبية التي لا حصر لها وهي الدسميد والدياتوم وتسمى توافقيا « المراعى البحرية » .
والحيوانات الصغيرة التي تعيش في أعماق البحر شفافة غالبا وغير ملونة الا من خلايا صبغ مبعثرة أو تقط عينية قائمة أو بقعة ملونة تظهر من عضو كالكبد أو الغدد التناسلية .
ولو أن هذه الحيوانات موجودة بعدد كبير الا أنها غير ظاهرة حتى أن وجودها في الماء يظل عادة غير متوقع* . والحيوانات الكبيرة التي تعيش في أعماق البحر معتمة ، ولكن لها تلوين خاص يمزجها ببيئتها المائية ، ولها لون خاص تبعا للعمق وحالات الضوء التي توجد فيها . ويحتوى الصيد الذى يستخرج بالقرب من سطح الماء في منطقة بحر السرجاس مثلا على السمك الطيار الأزرق وأسماك أخرى ذات منظر فضي ومخلوقات صغيرة طافية لها لون أزرق أو أخضر خفيف ، والأطوار المبكرة الشفافة لأسماك مختلفة . وتوجد على عمق ٣٠٠ متر أسماك

* تحت ظروف استثنائية قد تكون الكائنات التي تعيش على سطح الماء بأعداد كبيرة سببا في تلوين الماء تلوينا طفيفا لمساحة أميال . وقد يغير الحيوان الأولى « تكتولا » الماء الى لون حساء الطماطم الباهت . والكريبود « كلنسن » حيوان مجدافى مهم جدا كغذاء لأسماك الرنكة ويجعل الماء أحمر ويوصف بواسطة الصيادين « بالغذاء الأحمر » وتكون أنواع من الدياتوم مسئولة عن الماء الحمراء أو الصفراء أو الخضراء .

ظهرها أسمر وجوانبها فضية ، بينما الأسماك والجمبريات التي تصاد من عمق ٥٠٠ متر لها لون أسود أو أحمر . وتوزيع اللون لسكان هذه الأعماق المختلفة (توزيع عمودي) يجعل من الصعب وضع صفات عامة لها جميعا وكذلك تنوعها سواء كانت غير ضارة أو بدون أعضاء للدفاع أو مفترسة بطبعها . والألوان التي سبق ذكرها هي التي ترى في ضوء النهار طبعا بعد استحضار الأسماك الى السطح .

التظليل المعاكس في البيئة المائية

توجد في المنطقة الوسطى من الماء أسماك عديدة مشهورة تتحرك طليقة الى سطحه . فتوجد أنواع تعيش في أعماق البحر مثل سمك أمش وسمك التونى التي هي في حركة مستمرة . وتترك أسماك غيرها كسمك الهيك مثلا قاع البحر أثناء الليل وتسبح طليقة في المياه العلوية . وكل هذه وأنواع أخرى مألوفة مثل سمك الرنكة والبقلة والقرش وحيوان الدلفين تعرض قاعدة التظليل المعاكس بكل مظاهرها - ظهر داكن متدرج الى الباهت على البطن . ويتخذ التظليل المعاكس في أغلب الأسماك طريقة مدرجة من الداكن الى الباهت في الألوان الرمادية أو الرمادية مع الأخضر والأزرق ، ولكن في سمك أمش وسمك الدليل فلها نموذج معين يجعل سطح التظليل المعاكس كله .

وتقدم طريقة اللون هذه قدرا كبيرا من الاختباء سواء شوهد المكتنى بها من أعلى أو من أسفل أو من الجانب ، كما يفسر ذلك الباحث كت بجلاء . فاذا شوهدت السمكة من أسفل يبدى بطنها الأبيض لمعة فضية ويعرض سطحها المتألق بألوان قوس قزح مشابهة للسطح اللامع الذى يحيط بها من سماء وشريط سطح الماء . واذا شوهدت من أعلى يصعب تمييز الظهر لكونه مطموسا بلون المحيط الذى يظهر من أعلى رصاصيا أو أزرق داكنا ، وهذا هو الحال فى سمك الرنكة حيث يكون لون الظهر أسود أغبر بلمعة معدنية . وتصل الى نفس النتيجة فى السمك الطيار الذى يكون لون ظهره أزرق زاهيا فى مواجهة زرقة سطح الماء فى المناطق الاستوائية ومن الجانب يعرض التأثير غير الجوهري الذى يصاحب التظليل المعاكس دائما (مسطحا بدلا من ظهور ثلاثة مسطحات) .

وتوجد فى مناطق البحر العميقة كما هى الحال فى الطرق المائية المحصورة بالهضاب فى النرويج (فيورد) مراوح بحرية قرمزية لامعة وأحواض بحرية لونها أحمر وأصفر وأسمر وخيار بحرى ذو لون أحمر وأسمر . وتكون ألوان الكائنات فى المنطقة اللحية حيث يسود الظلام المطلق سوداء أو حمراء أو رمادية أو غبراء داكنة ، وكلها على نسق واحد فى اللون وليس لها أنموذج أو علامات من أى نوع . وفى مثل هذه المناطق قد لا يكون للون أهمية بصرية ولا تتوقع وجود أى

مثل للاستخفاء* . وتتغذى الحيوانات في أعماق البحار بذرات تتساقط عليها كالمطر من أعلى أو تتغذى الواحدة بالأخرى . وقد يساعدها على ذلك أحيانا ضوء الوميض الفوسفوري الذي تشعه أجسامها وسيشار الى ذلك فيما بعد .

الحيوانات المستخفاة على الشاطئ وفي قاع البحر

تعرض الحيوانات التي تعيش بالقرب من الشاطئ أو على قاع البحر الضحل حيث يكون الضوء ساطعا مماثلة عامة شديدة لبيئاتها الطبيعية في الشكل واللون وتعرض حيوانات أخرى مشابهة تفصيلية لأشياء خاصة .

ويعرف جامعو الحيوانات البحرية الشاطئية بأن الحاجة ماسة لعين متمرنة لمشاهدة الكثير منها بجانب الكائنات الواضحة كذوات الصدفة المخروطية وزهور البحر ذات العقيدات ونجم البحر وسرطان البحر والونكلز . وقد تكون كومة صغيرة منبسطة من الحصى وشظايا الأصداف مثلا زهور البحر نجمية الشكل حقيقة بأذرعها الحساسة منثنية الى الداخل ومستخفية بشظايا هذه المواد الملتصقة على جسمها كله . وتربض العناكب البحرية تحت الحجارة أو بين الطحالب بأرجلها الطويلة ملفوفة ببعضها وكأنها عقدة من الحشائش البحرية الدقيقة . وتمر

* رؤى أن التلوين الاحمر نتيجة لطعام خاص تأكله المخلوقات التي تعيش في أعماق البحر تحت ظروف الاضاءة المعتمة جدا . وقد تكون الاصباغ الناتجة في مناطق البحر حسنة الاضاءة صفراء أو بيضاء .

الديان المفلطحة الجميلة الشفافة الرفيعة كالورقة وهى فى مخبئها بين الصخور السائبة على أنها بقعة ذات فصيصات من بعض الحشائش المرجانية بقشرة سميكة أو على أنها جدلات بحرية . ويظهر سرطان البحر الخزفي كشدوذات تحت الصخور المفككة . وتوجد أنواع كثيرة من بزاقات البحر تشبه السطح الذى تستريح عليه . ويظهر لمون البحر (دورس) بلونه الأصفر الباهت وبما عليه من تقط كستنائية كأنه مجرد بقعة سميكة من الاسفنج الأصفر الباهت نامية فى مواجهة مستعمرات من بخاخات البحر المرقطة وبقع من حشائش البحر القرنفلية والحمرء ، وهناك نوع آخر من بزاقة الماء بلون أخضر ولا يوجد الا على الحشائش البحرية الخضراء .

ويتعلق الجمبرى الحربائى (هبوليت) فى سكون أثناء ساعات النهار بالطحالب التى يشابهها فى اللون سواء كانت خضراء أو حمراء أو سمراء ، وتتعلق الجمبريات بين الحشائش فى المستنقعات الصخرية العميقة دون أن ترى ما لم تنزعج وتضغط براغيث البحر منبسطة على القاع أو مدفونة حتى عينها فى مستنقع رملى ولا يمكن اكتشافها الا بالملاحظة الدقيقة أو قد تصنع خطوطا متموجة فى عرض المستنقع لتختفى ثانية فقط عند استقرارها .

ويعرض كثير من أسماك الشاطيء مزيجا عجيبا من النسق والأنموذج مطابقا للمكان الذى يجدها الانسان فيه ، ومن أمثلة ذلك أسماك صغيرة جدا من البلنى والبوجى ، وتستطيع هذه

وأنواع كثيرة من الأسماك وبراغيث البحر والجمبريات وما شاكلها أن تضبط شكلها ولونها بسرعة . وفي بعض الأحيان تضبط نماذجها أيضا مع شكل ولون وأعمودج بيئاتها . وترى كل هذه الكائنات سطوحها بطريقة ما - أي المنظر العام في مستوى عينيها أو فوقها بقليل - وهي تستجيب بدون وعى أو آليا بضبط أشكالها وألوانها لها . وهذه الميزة التي تعرف بتغيير اللون لها وصف تام في الفصول التالية .

والأسماك المسطحة التي توجد بعيدا عن الشاطئ تشتهر خاصة بالتغيرات الفاتكة في اللون والأعمودج ، وأحسن أمثلة في ذلك أسماك البريل والترس . فتتحرك هذه الأسماك أثناء نمو أطوارها باحثة عن غذائها حول قاع البحر . وتعيش الأسماك المسطحة الصغيرة على أراض رملية قريبة من الشاطئ ، تنسجم معها بنقطها البيضاء الواضحة وجلدها النموذجي ، وعند ما تهجر الى أراضى غذائها بعد بلوغها تأخذ لون القاع الموحد ذي اللون الأسمر الرمادي أو ألوان أخرى طبقا للمكان الذي توجد فيه .

ويزودنا أرنب البحر (ابليزيا) بقصة مشهورة في تغيير اللون . فهو من نفس طبيعة قوقع الحديقة الكبير ولكن ببقايا من صدفة مدفونة في صنمة على ظهره فقط . ويمثل أرنب البحر قطعة من طحلب فيها حياة عما هو حيوان رخوى عالى النشأة . وحينما تتوقع وجود رأس « وقرون » نجد خطما عليه فروع مجمدة تشبه حشائش البحر وفصوصا منحنية حول

صنمته . وهو يتعلق بالحشائش على هيئة حشائش البحر لمدة ساعات متتالية ويكون اللون وقتئذ متناسقا تماما ، ولون أرانب البحر البالغة أسمر داكن بلون أخضر أو بنفسجي أو زيتوني خفيف ومزركش بألوان باهتة هنا وهناك ويكون لامعا جدا . ولذا يكون من الصعب اكتشافها بين المنحنيات والخيالات البنفسجية في الحشائش المجدافية الداكنة أو على الحشائش المسننة .

وتعيش أرانب البحر تحت علامة الماء المنخفضة وترتفع الى الشاطئ في الربيع والصيف المبكر وتضع بيضها على الصخور أو الحشائش . وعند ما تفقس اليرقات من البيض تحمل الى البحر وتظهر ككائنات شفافة بين حيوانات سطح الماء المندفعة مع التيار (طافية) . وعندما تبلغ سنا خاصا تغطس في ماء البحر وتبدأ في تناول الغذاء وتحتمى بين الحشائش . وتبين عينات أرانب البحر التي تصاد من أعماقه المختلفة أن الصغير جدا منها يتغذى بحشائش حمراء وردية تشبهها في اللون تماما ، وبعد أن تبلغ سن شهر تقريبا ترى بعيدة عن الشاطئ وتشبه الحشائش السمراء حمراء وتتغذى بها ، وبعد ذلك تمر الى حشائش سمراء حمراء داكنة ، وأخيرا الى حشائش زيتونية اللون أو سمراء وطحالب مجدافية تحت علامة جزر البحر . واحتفظ الأستاذ جارستانج بأرانب البحر الصغيرة في جميع هذه الأطوار ووجد أنها عرضت الألوان المختلفة الطبيعية بأطوار نشوئها ولو أنها كانت موجودة بين طحالب من لون

واحد . وعلى ذلك يبحث الحيوان في الطبيعة عن الحشائش التي تنسجم مع ألوانه ويتغذى بها .

وتوجد بين السرطانات العنكبوتية حالات كثيرة كأنها تنكر وقائي متعمد . وهذه السرطانات مخلوقات بطيئة الحركة ولها أرجل نحيلة سهلة الكسر ، وتنكرها بلاشك يساعد على الأقل الأنواع الصغيرة لتعيش . وتوجد فوق ظهرها وعلى أرجلها أشواك وخطاطيف صغيرة تتعلق بها على المواد التي تناسب تنكرها . ويا له من منظر غريب مبدع إذ ترى أحد هذه السرطانات ، وملتصقا هنا وهناك على صدفته قطع صغيرة من الحشائش الحمراء والخضراء اللامعة ، ولا يمكن اكتشافه عند ما يستريح على حجر وسط مجموعة من الحشائش التي يأخذ تنكره منها إلا عن قرب وبعد تدقيق النظر فيها .

ودلت التجارب على أن السرطانات العنكبوتية تختار لنفسها استخفاء معيناً يناسب حالتها المباشرة . فقد جمع أحد أنواعها من منطقة حشائش البحر الحمراء التي تغطيه ووضع في اناء به حشائش بحرية خضراء فلم يلبث أن أزال الحشائش الحمراء من أشواكه وأخذ حشائش خضراء وضغطها بشدة مكانها بعد أن قطعها بواسطة مخلبه . وأخذت عينات أخرى من هذه السرطانات العنكبوتية كانت مغطاة بالحشائش وقت اكتشافها ووضعت بين مواد مختلفة تماماً مثل أصداف صغيرة وحصى أو حجارة تنمو عليها خصلات من شربين البحر ، فاخفت كلها تماماً في مكانها الجديد بعد أن اكتست بما يلائمها . وقامت

سرطانات أخرى بزراعة حدائق من الاسفنج والحشائش فوق ظهورها .

وبمقارنة الطموس الذاتى غيرالضار فى السرطانات العنكبوتية يوجد استخفاء ضار فى الأسماك الصنارية ينجم عنه اقتناص الصيد الصغير ، فترقد هذه السمكة فى تجويف من الظمى تصنعه لنفسها فى قاع البحر وتحفظ بسكونها التام وينسجم شكلها وأعمودجها تماما بما يحيط بها . وللسمكة رأس ضخيم يستدق طرفه الى جسم لا أهمية له لكون هيئته العامة غامضة بواسطة توصيلات من الجلد على طول الجوانب ، والشعاع الأمامى فى الزعنفة الظهرية طويل جدا وبطرفه شراية من الجلد ، وهذا هو « عمود الصيد » الذى تضعه السمكة الصنارية منبسطة على ظهرها ، وعند اقتراب سمكة صغيرة ترفعه فوق رأسها وتهزه الى الأمام والى الخلف ، بينما تتلوى الشراية كأنها مجموعة من الديدان الصغيرة فتقترب السمكة الصغيرة لتمتحن هذا الطعم ، وفى ثانية واحدة تفتح السمكة الصنارية فمها الواسع وتبتلعها (صورة ٨) .

وينتج تأثير بصرى مدبر بواسطة الاسكويد (من الحبارات) ، وهى حيوانات لها القدرة على تغيير لونها بسرعة فائقة ، وتعرض عند ما تسبح خطوطا أفقية داكنة وخفيفة توهم بأنها خطوط تموجية فى الماء ولكن تزول هذه الخطوط عند ما تستقر ويظهر بدلا عنها شرائط عمودية توغز بحشائش يتموج سطحها من تعاقب الضوء والظل عليها . ومن بين أسماك الشعاب المرجانية

يعرض سمك قبع الخنزير ذو الخطوط الزرقاء عند ما يسبح تغيرات من اللون الذهبى الى اللون الأسمر القاتم ، ولكن عندما يستريح تظهر على جوانبه شرائط عمودية داكنة .

فالأمثلة السابقة هى حالات خاصة للتشابه بين الحيوانات وبيئاتها فى قاع البحر . والكائنات التى تعيش على القاع هى فى العادة معتمة ولها نماذج وعلامات من نوع ما وغالبا تكون هيئتها العامة بارزة ، ويتم كل هذا مع الاحتفاظ بالتأثير العام للصخور والحصى والرمل الأرقط والحشائش الملونة ذات الأشكال غير المنتظمة والحركة المستمرة المتغيرة والظل بين الحشائش . ولا توجد الألوان المتناسقة سواء كانت باهتة أو براقية الا بين الاسفنج ونجوم البحر وزهور البحر ومثيلاتها مما لا يؤكل ، أو فى الرخويات ذات الأصداف السميقة الوقائية .

وتبدى الكائنات على قاع البحر ألوانا ذاتية وألوانا مائية ، ويرجع السر فى عدم رؤيتها فى مياه السطح جيدة الاضاءة الى الشفافية (كما فى الديدان السهمية والأطوار الصغيرة للسرطانات ونجوم البحر وغيرها) أو لمجرد لمحة من لون .

النوء منظم للعمق الحيوى

ذكر فيما سبق كثير جدا من الحالات أثناء ضوء النهار عندما تستطيع الحيوانات أن ترى وترى . وبخصوص « الرؤية » عند الحيوانات البحرية تطبق جميع الحالات المعروفة فى حياة الحيوانات فى البر على الكائنات فى البحر - الحساسية العامة للوء وشدة

الادراك الموضعي والحاد بواسطة النقط العينية والعيون الحقيقية في أصناف كثيرة . وسنبحث بدقة تامة في فصل آخر ما يمكن أن تراه عيون الأسماك . ويجب أن نفرق بين « الرؤية » و « الادراك » ويدخل ضمن ذلك تفسير ما يرى . واستيفاء للغرض الآن قد نقول ان الضوء هو أحد العوامل الهامة جدا التي تسيطر على سلوك الحيوانات البحرية الصغيرة طليقة الحركة . فالحيوانات القوية الكبيرة كالخيتان وأسماك خاصة قد تتجول بحريتها من العمق الى سطح الماء في أى وقت ، ولكن تكون الأغلبية مقيدة . وتوجد لكل نوع حالة من قوة الضوء أو ضعفه تكون أكثر ملاءمة لمصلحته ويستطيع الحياة في هذا النوع من الضوء بتركيبه الميكانيكى الداخلى . ويسبب الضوء حدوث تفاعلات ضوئية كيميائية في داخل الكائن الحى ، فاذا اتجه الحيوان الى أعلى ناحية منطقة ذات ضوء قوى جدا يزداد التفاعل ويعود الحيوان الى أسفل أو اذا تحرك ناحية منطقة ذات ضوء معتم جدا فالتفاعلات الضوئية الكيميائية تبدو كما لو كانت تقوده الى أعلى . وبالطريقة نفسها تضطر البشارة أن تطير ناحية منبع ضوء محصور «لضررها في هذه الحالة» ، ولكن الأحوال ليست طبيعية .

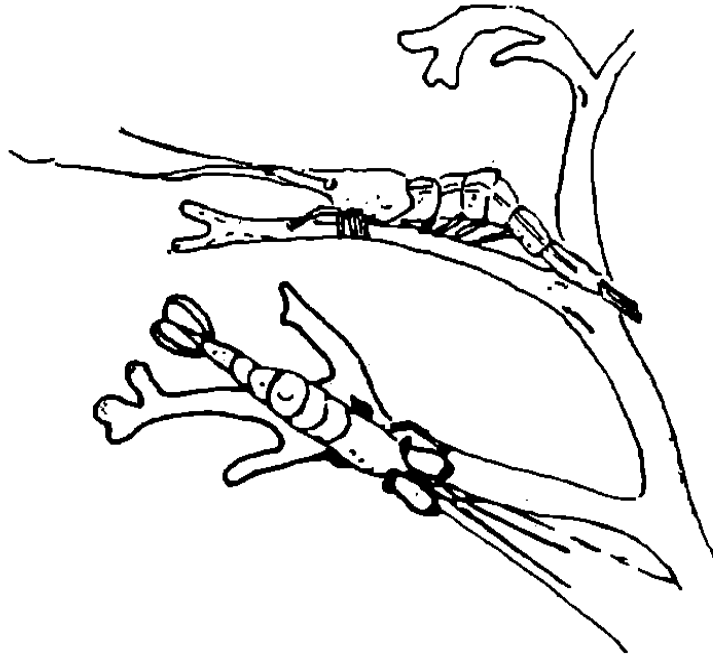
وحينئذ توجد الكائنات وشعوب النباتات الدقيقة أيضا على أعماق مختلفة تحت سطح الماء أثناء ساعات ضوء النهار ، وكل عند العمق الذى يسمح له بأحسن الأحوال الضوئية ، ويستطيع التقليل أن يتحمل الضوء الشديد على السطح نفسه . وعند ما

يهبط الغسق يهاجر الكثير الى أعلى متتبعا نوع الضوء الذى يناسبه ، ولذا يمكن القيام ببعض عمليات صيد السمك وقت الليل فقط وتتجه حينئذ أسماك الرنكة وأسماك غذائية أخرى الى سطح البحر مقتفية أثر ترحيلات الكائنات الأصغر منها التى تتغذى بها . وتنشط فى المياه العلوية أثناء الليل أسماك الهيك وأسماك مفلطحة وسمك السفن التى توجد فى وقت النهار عند قاع البحر أو بالقرب منه . ويظن أن الاختلاط يكون عاما فى المناطق الحيوانية أثناء ساعات الظلام لأنه عند ما يختفى مصدر الضوء تكون حرية الانتقال فى أى مستوى مكفولة لجميع الكائنات . ويتجه كل صنف الى العمق الذى يناسبه مرة أخرى عند ما يظهر الضوء ثانية فقط .*

ويمكن أن يكون الاستخفاء الذى يتوقف على اللون له تأثيره فقط أثناء ساعات ضوء النهار . ففي هذا الوقت مثلا يكون الجمبرى الحربائى معتما ومتناسقا فى اللون تماما مع الحشائش التى يتغلق بها ، وعندما يرخى الليل سدوله تسمى شفافة وتتلون

* ما أعظم الاختلاف فى شدة الضوء وكم له من أهمية للكائنات الشفافة مثل قنديل البحر . ويمكن جمع أهميتها من أرقام أعطيت بواسطة ف . س . رسل . فالمدوزة (من قناديل البحر) تكون أكثر غزارة فى وقت النهار على عمق ٢٥ مترا تقريبا ، وهنا كانت شدة الضوء فى ٣ سبتمبر سنة ١٩٢٥ ٤٧٠ متر شمعة على عمق ٢٧٢ مترا ولم تسجل شدة الضوء الحقيقية فى فصل الصيف ولكن قد يمكن تقديرها بما لا يزيد عن ٢٠٠٠ متر شمعة ، ويكون هذا فى الطبيعة أقصى شدة تحتلها قناديل البحر هذه . وقارن هذا بالضوء على السطح الذى قد يكون على الأقل ٨٠٠٠٠ متر شمعة

بلون أزرق ياقوتى خفيف ، وهذا عادة يبعث على الظن بأنه
قالب من التنكر الوقائى ، ولكن من المحتمل أن يبدو الجمبرى
الحربائى بثوب ليلى غير منظور ينشط فيه للحصول على غذائه .
ومن سوء الحظ لا تستطيع عيوننا أن ترى التأثير الطبيعى فى
ليل البحر .



شكل ٢ - جمبرى حربائى مستريحاً على طحلب
(ضعف الحجم الطبيعى)

ولا بد أن يقوم أى حيوان يصيد بالنظر العادى بعمله أثناء
ضوء النهار . ولهذا يتغذى سمك الرس فى النهار بسرطان البحر
وبراغيث البحر والأصداف ويرقد بالليل فى شقوق الصخر
و « ينام » . ويصيد سمك الشمس ذو اللون الأخضر الأزرق
الذى يعيش فى المياه الاستوائية بالنظر حقيقة ، ودلت التجارب
على أن السمك الصغير الذى يفترسه قادر على تكيف سطحه ،

وإذا وفق الى اللون الذي يناسبه يكون محتما لحد معين من سمك الشمس .

ولا يمكن أن يتم أى موضوع عن الاستخفاء فى البحر دون ذكر الحياة فى المياه الاستوائية والمعتدلة ، فتوجد فى بحر السرجاس بقع كبيرة من الحشائش طافية على سطحه ، وتعيش فيها حيوانات خاصة بها . وتأخذ الحشائش السرجاسية شكل الجذوع والأوراق المحزوزة بشمار لها سويقات ومنتشرة هنا وهناك . وتكون أصداف حيوانات قشرية مختلفة تقطأ باهتة على الحشائش ويغطى الكائنات المختلفة فى الحشائش رداء أصفر اللون وعليه علامات سمراء غير منتظمة ونقط بيضاء ، وتظل بعيدة عن الملاحظة ما لم تسقط من الحشائش باهتزازها . وعلاوة على تناسقها اللونى فكثير منها له التصاقات صغيرة أو حاشية جلدية أو عقد تختلط أشكالها مع أشكال الحشائش . والأسماك الأنبوية العديدة لها أجسام طويلة ضيقة تشبه قطعاً غليظة من جذوع الطحالب البحرية .

ويصف « روبرت جينجس » كيف هز من دلو مملوء بالطحالب ما لا يقل عن سنتين من الأسماك وعشرة أمثال هذا العدد من سرطان البحر وبرانغيت البحر والديدان . وسمكة السرجاسية نفسها معروضة فى « تقوشه الخشبية » ، وأمكن اكتشاف وجود سمكة السرجاسية بهز الطحالب فقط لأن شكل السمكة وعلاماتها اختلطت بما يحيط بها بدقة حتى أن الفاحص عن قرب عجز عن أن يجدها . والأسماك الضفدعية تشبه الأسماك الصنارية ، فهى توجد

في الحشائش البحرية أيضا ولكنها على العكس تتبع فريستها في ثبات وتقترب منها في تصميم وتتحرك على طول الحشائش على عواماتها وعندما تقترب من الفريسة تماما ترفع عمود الصيد وتهزه .

ووصف كثير من السائحين والعلماء والفنانين حياة الشعاب المرجانية . فالشعب المرجاني الحى عبارة عن حديقة بحرية تزخر بألوان ممتعة زاهية للمرجان ، المرجان اللين (السيوناريا) والطحالب التى تعيش بينها أنواع من الأسماك والأصداف وقنفذ الماء وغيرها ، والأسماك المرجانية من أكثر الألوان اختلافا وبهاء ولا بد أن تكون كذلك بحق لو اختلطت بمسرح قوس قزح الذى يتوقف عليه حياتها. وهناك نقطة أخرى جديرة بالاستيعاب وهى أن الحشائش البراقة ذات الألوان الكثيرة تلقى وراءها بأضواء وظلال أكثر بهاء وهى مساوية لوميض جوانب السمكة وبريقها تماما . ونقلنا عن روبرت جنجس « وبائنى عشر أو عشرين قدما من الماء فوقها تأخذ الألوان عذوبة الزخرفة القديمة عن فجاجة الزخرفة الحديثة ولا تكون الأسماك بعدئذ واضحة عن البط الخضارى وسط غابة أو فراشة مستريحة فى حديقة » .

ومن بين الأمثلة الغريبة يمكن اختيار القليل فتوجد فى البحر حول شعاب برمودا المرجانية سمكة الجراح العظيمة ، وسميت كذلك لوجود مخراز حاد فى زعنفتها الذيلية . ولاحظ لونغلى أثناء بحوثه تحت سطح الماء أن جميع أجزاء هذه السمكة

تكون غالبا سوداء اللون عندما تكون قريبة من قاع البحر ولكن عندما تسبح الى أعلى في الماء المكشوف بعيدة عن سطح الشعاب تظهر بلون رمادي أزرق خفيف يجعل من الصعب رؤيتها . ويكتب جنجس « ولأول وهلة يبدو من المستحيل أن سمكة خضراء زمردية تستطيع أن تجد سترا مناسباً لها بين بتلات المرجان القرنفلية ولكن اللون الأخضر الزمردى في هذه الحالة هو اللون الاضافى لذلك الظل القرنفلى بعينه ، وعلى ذلك تمتص السمكة في خيالاتها » .

ومن المحتمل أن تكون عين السمكة نقطة ظاهرة وقابلة للنقد وهى غالبا مستخفاة . فهناك بين شعاب تهايتى تعيش سمكة «الأربع عيون» ، وهذه السمكة لها عين حقيقية محتجة بواسطة خط داكن عمودى ، بينما توجد عين سوداء وبيضاء كبيرة ظاهرة على كل جانب بالقرب من قاعدة الذيل . فاذا ما ازعجت تسبح الى الخلف وتصل عادة الى مأواها فى أمان . وليس من السهل رؤية فرس البحر المعروف بين الحشائش المائية ولكن يوجد فى بعض مناطق الشعاب الأسترالية نوع منه « تنين البحر » ذو شكل عام غريب مبهما بواسطة نمو خارجى يشبه ورقة الشجر حتى أنه لا يمكن تمييزه من الحشائش التى يعيش بينها .

حيوانات مضيئة ذاتيا

تجتذبنا اعتبارات الضوء واللون في البحر الى الضوء الذي ينبعث بواسطة الحيوانات البحرية نفسها . فالضوء الفوسفوري - باستعمال أحسن مصطلح معروف لمثل هذا الضوء - منتشر بين الحيوانات البحرية والضوء الهادىء اللامع الذى ينبعث منها ولو أنه غير منظور فى ضوء النهار القوى جدا الا أنه يظهر بالليل مماثلا تماما للضوء الذى ينبعث من الفوسفور الأصفر والباريوم التجارى وسلفات الكلسيوم .

وقد يبدو أيضا أن الحيوانات الميتة تصدر ضوءا ، ولكن هذا ناشىء مع ذلك عن تأثير الحياة لأن الضوء ينتج عن فعل البكتريا التى تقوم بعملية التحلل . وتستطيع الأسماك الميتة الغنية بمادة الفوسفور أن تعرض منظرا غريبا مفرعا فى ليلة مظلمة وتظهر كأنها بقعة من ضوء فضى ليس له أصل حقيقي وتعطى مثل هذه المادة فيضانا مستمرا من الضوء كما تفعل فطريات خاصة حية وأسماك حية . ولكن هذا شاذ ، والضوء فى جميع الحيوانات المضيئة ذاتيا متقطع تقريبا ويحتاج الأمر الى مؤثر من نوع ما لينتجه وعندما يزول المؤثر يختفى الضوء . والمزارع فى بريطانيا له فرصتان لمشاهدة تأثير الحيوانات المضيئة فسيجد اما على سياج أو على هضبة خصوصا أثناء ليلة من ليالى الصيف الهادئة ديدانا متوهجة كأنها نجوم صغيرة هوت على الأرض وانتشرت هنا وهناك . وهذه الديدان هى

اناث خنافس السياج * المعتمة اللون . وفي النادر جدا تشاهد حشرة أم أربع وأربعين المضيئة عن قرب . وقد يرى في المناطق الاستوائية الذباب المضيء (فوتينس وفوتيرس) وهى خنافس لها أجنحة دقيقة تتراقص بها في الهواء . ويوجد في الولايات الجنوبية بالولايات المتحدة الأمريكية نوع من الذباب يطلق عليه بقعة السيارة لأنها تعطي في الليل ضوءا أبيض من مقدم رأسها وضوءا أحمر ياقوتيا من مؤخرتها .

وكان سكان المناطق المجاورة للبحر يرون غالبا في أوقات مختلفة ضوءا مشعا لامعا يلعب على سطح البحر بعيدا عن شواطئنا خصوصا في فصلى الصيف والخريف . وانها ذكرى لا تنسى اذ تستقل قاربا في ليلة حالكة وتنظر الى الذيل الفضى الذى يظهر خلف القارب والى رشاش الضوء الناتج عن رفع المجاديف من الماء والى الدرر المتألقة التى تتساقط منها فى البحر المظلم ، وبمثل هذا السطح « للبحر المشتعل » يجد الصيادون أحيانا وعلى الأخص فى البحر الأبيض المتوسط والمحيطات الدافئة أن المياه فى الليل تكون مضاءة لعمق ما بكرات من نار بيضاء تنمو وتتضاءل عند ما يطفو سرب من قناديل البحر عن قرب ، أو يشاهدون فجأة خطا من الضوء يظهر من اندفاع بعض الأسماك أو الأصداف المضيئة .

ان أفضل ما يسمى به إنتاج الضوء بواسطة الحيوانات

* لامبرس : للذكر نقطتان دقيقتان من الضوء فقط فى نهاية الجسم .

المضيئة الذي هو عملية خاصة بها « الانارة الحيوية » وهي نتيجة لصورة من صور التأكسد والاحتراق . ولكن بينما تكون العادة في مثل هذه العملية (التأكسد والاحتراق) أن القوة تطلق في صورة حرارة ، وكذلك في صورة ضوء (شمعة ، نار ، نور كهربائي وكلها أضواء « دافئة ») فعندما ينبعث الضوء في الحيوانات تطلق جميع القوة كضوء دون أن يتلف منها شيء في صورة حرارة . وعلى ذلك تسمى « ضوءا باردا » وتسمى المادة المنتجة للضوء التي توجد في الحيوانات (لوسفرين) وينتج الضوء عندما يتحد اللوسفرين بالاكسجين ، ويسمى الانزيم أو العامل المساعد الذي يحدث هذا التأكسد في اللوسفرين لوسفراز . وتختلف الطبيعة المضبوطة للانزيم من نوع واحد من الكائنات لآخر كما هي الحال في الصفة الحقيقية للضوء الذي ينبعث من كل . وتظهر أغلب أنواع الضوء لعين الانسان بلون فضي أو أخضر باهت أو بنفسجي باهت .

ويوجد اللوسفرين عادة على هيئة حبيبات وهذه تنتشر في جميع مادة حيوانات دقيقة خاصة ، وبذلك يضاء كل جسمها كما في الحيوان الأولى نكتكولا (ضوء الليل) وهذا الحيوان الأولى يرى بالكاد بدون مجهر ويظهر في أعداد لا تحصى في منطقة سطح الماء أثناء شهور الصيف . وينتج الكثير من ضوء سطح الماء المشع بواسطة ازدياد أو تضائل هذه النقط الدقيقة من الضوء . وينتج على جسم حيوانات عديدة مادة مخاطية

مضيئة تتأكسد في وجود ماء البحر ، وهذه المادة تنتجها بعض الرخويات الدنيئة عند نقط مخصوصة فقط بينما تلقى بها أخريات على الجسم كله كستار مضيء . ويذكر الكثيرون من الناس الجحور الاسطوانية التي يحفرها في الطمي الحزفي أو في الصخور الرملية حيوان البدوك (فولاس) وهو رخوى ذو صمامين وينتج البدوك ضوءا لامعا تماما بلون أخضر أزرق على خمسة مواضع من جلده ، وتضيء كائنات أخرى من جسدها كله كما تفعل الدودة البحرية الكبيرة كيتوبتريس التي تعيش مختبئة في أنبوبة كالرق مدفونة في الطمي أو في حظيرة البحر التي توجد في الماء العميق الصافي بعيدا عن شاطئ اسكتلندا . وتجمع أنابيب الكيتوبتريس للدراسة في معمل الأحياء المائية بليموث سوند . وإذا أخذت الديدان في حجرة مظلمة ونزعت من أنابيبها ولطمت بخفة بواسطة فرشاة رسم تمر على الجسم أمواج بلون بنفسجي باهت أو أخضر . وتتجه الى سطح الماء بالليل في فصل التفريخ دودة بحرية أخرى (هتيرونيرس) وهي سباحة قوية ، وعند ما ينظر شخص في بحر مظلم من جانب قارب بمجاديف تظهر من الأعماق فجأة كضوء مترنح وتنطلق على السطح بسرعة كوميض أبيض وبنفس السرعة تغوص الى أسفل .

وتوجد بجانب هذه الأسماك التي تنتج الضوء هنا وهناك على الجسم أو من سطح الجسم كله حيوانات أخرى لها « أعضاء ضوء » معينة أو قناديل مضيئة ذاتيا يتركز إنتاج الضوء فيها

ويقوى ، كما توجد أعضاء الضوء في كائنات سريعة السباحة لها بصر عيني قوى مثل الاسكويد والسبيدج والأسماك والجمبريات والكرل شبيه الجمبرى أو يوفزويد . وبعض أنواع الاسكويد لها أعضاء غاية في الدقة بها حوالي عشرين مصباحا وكذلك الحالة في أنواع خاصة من السبيدج . وواحدة منها لها مصباحان بلون أزرق سماوى بالقرب من عينيها ومصاييح بيضاء على كل من جانبيها ومصباحان حمراوان عند مؤخرتها. وجهاز الضوء الصناعى فى الكرل على الأخص مشهور للصيادين لأن هذه الكائنات العديدة التى تبلغ بوصة ونصف بوصة فى الطول موجودة بعشرات الآلاف على سطح المياه فى البحار الشمالية ولها أهمية كبرى كطعام للأسماك الغذائية . وحيوانات الكرك شفافة فيما عدا عيونها الكبيرة السوداء ونقط صبغية دقيقة حمراء ، وتوجد على طول جوانب الجسم وتحت الذيل مصاييح عديدة تضىء أو تطفأ تبعا لباعث عصبى من الحيوان . ويقول رسل انه من الممكن قراءة صحيفة على ضوء نصف دستة فقط من الكرل موضوعة فى آنية بها ماء البحر .

وقد يمكن مقارنة هذا الانبعاث الارادى للضوء بالتفريغ الفولتى من الأعضاء الكهربائية فى سمك الرعاد البحرى وسمك السفن الكهربائى التى لها مولد ميكانيكى عصبى . والدراسة العميقة لكل من هاتين الظاهرتين لها أهميتها لأنها قد تلقى ضياء على طبيعة وعمل « نشاطنا العصبى » الذاتى .

وأعضاء الضوء في جميع هذه الكائنات متشابهة في الموضع تقريبا وينتج الضوء في طبقة من الخلايا المنيرة ، وتوجد عدسة أمامية مغطاة بجلد شفاف واق تستخدم لتقوية الضوء وارساله، ويساعد هذه الخلايا المنيرة عاكس يمنع الضوء من أن يتسرب خلف العضو بواسطة طبقة من صبغ معتم ، ويحمل الأكسجين الضروري لانتاج الضوء بواسطة مجرى الدم .

وهنا كيف نعلل هذا الانتاج لضوء الحيوان ؟ ان الضوء كما هو واضح لا يستخدم في أى غرض نافع في كثير من الأحوال - البدوك في جحره ودودة الكيتوبتريس في أنبوبتها في الطمي ، والسبيدج الذى يتجنب بالنسبة لعادته في اللسع ، والنكتوكولا التى تبتلع دفعة واحدة . وقد يكون انتاج الضوء له منفعه في أحوال أخرى . فاذا علق مصباح على جانب قارب فانه يجتذب اليه دون شك كائنات بحرية مختلفة . والسمكة الصنارية التى تعيش في أعماق البحر لها طعم مضىء . ولاختبار كفايته أنزل الأستاذ هرمان شبكتين الى قاع البحر لمدة نصف ساعة بالليل ، ووضع في احدهما مصباحا عند مدخلها وكانت الأخرى بدون مصباح فحصل على كمية كبيرة من الصيد في الشبكة المضاءة ، ولم يجد شيئا في الأخرى تقريبا .

ويغلب على الظن أن جمبريات وأسماك خاصة تستفيد من ضوئها الصناعى في المياه ذات الضوء المعتم لأنها تحمل معها مصاييح أثناء البحث عن طعامها . ومن جهة أخرى قد يساعد

اطلاق ضوء مفاجيء على ابعاد أى حيوان يتعقبها .
وكتب الكثير عن أعماق البحر بما يعيش فيه من الأسماك
الغريبة وعن بريق ضوئها الفوسفورى وسط الظلام ، ومع
ذلك ليست الأسماك المضيئة شائعة على الأخص فى البحار
العميقة بل تخص غالباً عمقا سطحيا يبلغ ٥٠٠ متر فى البحار
الدايفة ، وربما يكون الضغط فى الأعماق العظيمة مما لا يمكن
فيه حدوث تأكسد كاف لانتاج الضوء .

وينتج الضوء فى الذباب المنير والديدان المتوهجة وبعض
أنواع الديدان والأسماك غالبا فى فصل التفريخ ان لم يكن
كلية ، وتوعز هذه الحقيقة بأن الضوء قد يستخدم كعلامة
للتمييز ، وعلى كل حال فهو يلزم الحالة الفسيولوجية الخاصة
بالحيوان فى هذه المدة .

ويبدو من المحتمل أن انتاج الاضاءة هو جزء من النشاط
الكيمائى المتعدد الذى يرافق عملية الحياة ويأخذ هيئة انبعاث
الاشعاعات . ويحدث ان الاشعاعات المغنطيسية الكهربائية
المختصة تكون مرئية لعين الانسان وتصوريا لعيون الحيوانات ،
وهذه الحقيقة قد لا يكون لها أى مغزى خاص الا من الجائز
فى كائنات صار انتاج الضوء فيها من اختصاص أعضاء ضوئية .
فمثلا طيف النور الذى ينبعث من السبردينيا (نوع من
القشريات الدنيئة) هو عبارة عن شريط عريض يبلغ على الأكثر
حوالى ٤٨٠٠ آوهو فى حدود تلائم ابصار الانسان ، وأمواج
مغنطيسية كهربائية أخرى - أشعة جروتش الميتوجينية -

تنبعث عند ما تنقسم الخلايا النباتية وتكون من طول موجة تبلغ ٢٠٠٠ ١ وهى لا ترى بعين الانسان .

وبهذه المناسبة قد يلاحظ أن عين الانسان يمكن تنشيطها لتصير حساسة لأطوال أمواج فوق وتحت طيف النور العادى . فاذا نظر خلال ستار من ثنائى السيانين بواسطة ضوء النهار المنتشر فان العين تصير نشطة بدرجة تسمح لها بتسجيل أطوال أمواج لا ترى عاديا . ويبقى تفسير مثل هذه النتائج التى لاحظها كثير من المراقبين موضوعا مشكوكا فيه حتى الآن .

وسنوضح بسرعة بتجربة بسيطة كيف يمكن تنشيط العين لتصير حساسة لألوان خاصة فتظهر لها أكثر بهاء . فمثلا اذا وضع سائل صاف بلون أزرق فى زجاجة وتمسك بالزجاجة قبالة الضوء وينظر الشخص اليها لمدة دقيقة أو ما يقرب من ذلك ، ثم ينظر الى المنظر العام حوله تظهر له الألوان الصفراء والحمراء أكثر بهاء عن المعتاد .

طريقة بسيطة لعمل مادة منيرة *

سخن قليلا من أصداق الجندفلى فى النار حتى تصير بيضاء ثم سخنها لدرجة الاحمرار فى علبة قديمة ومعها ضعف وزنها من زهر الكبريت لمدة ساعات قليلة وبعد أن تعرضها لضوء شديد سيصير المركب الناتج منيرا .

* الميكانيكا العملية لنيونز . يناير سنة ١٩٢٧ .

الفصل الخامس

استخفاء الحشرات والعناكب

المائة

تصنع أغلب الحشرات مساكنها بين النباتات وتتغذى بتناول بعض أجزاء جسم النبات ، ويقتصر كثير من الحشرات على نوع واحد من الغذاء النباتي فقط . فمثلا لا تقتات ديدان بشارة البوصير الا بأوراق البوصير ، وكل نوع من زهور الفاكهة تهاجمه غالبا أنواع من السوس خاصة به . ويبدو أن التماثل العام بين الحشرات والنباتات التي تزودها بالغذاء أو الملجأ أو بهما معا طبيعي تماما ، بل وهي الحالة العادية جدا . ولكن يوجد استخفاء محجب مفصل ويكون مثاليا أيضا في كثير من الحشرات ويشمل اللون والشكل والمسلك .

الجنادب (النطاط)

ان الجنادب كانت ومازالت سيدة الموقف في فن الاستخفاء . ومن الصعب جدا التعرف على المكان الذي تستقر فيه بعد

أن تقفز . والجنادب مغطاة بصفائح رقيقة كثيرة ، بعضها ناعم ويلقى بأضواء قوية تجزىء الهيئة العامة هنا وهناك ، وتوجد في مواضع أخرى على الجسم بروزات تعمل على تشويه السطح الأملس وتظهر غالباً على هيئة عروق على الورقة أو ضلوع على الساق ، ويبدو الجندب وهو مستريح على نصل الحشائش بشكل زاوى أصم ، ومع ذلك ينغمس بواسطة تحايلات كثيرة في اللون والشكل وسط الخضرة ويظهر كأنه شقة رفيعة منها . والسطح العلوى لأحد الجنادب العادية البريطانية ذو لون أخضر لامع وله بروز وسطى داكن يمنع انعكاس ضوء لا داعى له ، وتحتجز غطاءيات الجناح المقوسة قليلاً ذات اللون الأخضر الأسمر الضوء ، ولكونها نصف معتمة تبدو كأنها حراشيف ورقة ساقطة أو توعز بأنها الجزء الباهت الذى يتصل عنده نصل الحشيش بالساق . و «الوجه» المنحدر للجندب والأجزاء البطنية فيه لونها أخضر أصفر وتتبع خطة التظليل المعاكس المعتادة ، أى أنها بلون أدكن من أعلى وأبهت من أسفل . ولا ينتهى البطن الأخضر باقتضاب ولكن - وبطريقة غير محسوسة غالباً - بمجموعة من نقط مستدقة الطرف لونها أسمر ترابى وتظهر بقع سوداء على اللون الأخضر السائد ، وعلى ذلك يظهر للشخص أنه ينظر الى عدد من أطوال عمودية قصيرة من نصل الحشائش وبينها ظلال داكنة . والأفخاذ لها سطح علوى أخضر يتغير الى لون أسمر كستنى على السطح الأسفل ويعطى البروز القوى على طول قمة الفخذ تأثيراً كأنه عرق ورقة بارز ،

في حين أن السطح الخارجي العريض به علامات مشددة كعظم سمك الرنكه تمنعه من أن يظهر كمنطقة بيضاوية واحدة . ومن المعتاد دائما في الجنادب لكي تبدو هيئتها مثيرة أن يكون الجسم والأفخاذ على وتيرة واحدة دون وجود أى تقاطيع واضحة بها ، وهذه خطة يقصد بها صرف الاتباه عن شكل هذه التراكيب الكبيرة .

وتشاهد الجنادب على أرض الحقل الجافة السمراء كأنها قطع من الأوراق أو العصون الميتة تماما . فلونها أسمر ترابي وعليها علامات صفراء أو سمراء نحاسية وتشبه بالضبط قطعا من القش في الشكل واللون وتعطى الحروف البارزة حول الركبة تأثيرا عقديا ، وتكون جوانب الجسم مرقطة باللون الرمادي والأبيض والكستنائي . وقد لا يظن الشخص أن هذه القطع من الأتقاض هي حشرات حية تستطيع أن تقفز لمسافة قدمين أو ثلاثة أقدام في لحظة واحدة .

وتفقس الجنادب البريطانية من البيض في الصيف المبكر وقد تشاهد في الحشائش على جوانب الطرق أو في المراعى أو على سفح تل أو بالقرب من مستنقع . ومعظم الأنواع لها تتاجان في السنة ، وتموت في أواخر فصل الخريف بعد أن تترك بيضها مدفونا في الأرض . وتنمو صغار التتاج الأول في بيئة بها أوراق خضراء زاهية ، وهذا اللون الأخضر هو لونها السائد . ويكون لون البيئة من وقت حصاد الدريس وبعده هو الأخضر الباهت والأصفر الفاتح وتأخذ الجنادب نفس اللون في هذه

المدة . وثمة أنواع كثيرة لونها ترابي في الأماكن التي يكون فيها التراب ظاهرا . وتوجد في المروج والمستنقعات حيث تمارس طريقة حرق الادغال مساحات شاسعة من الأرض السوداء عليها جذور محترقة وبقايا رمادية اللون ، وهنا تكون الجنادب سوداء وعليها علامات رمادية بيضاء .

وتسمى الجنادب ببطء نوعا ، والأشكال غير اليافعة هي التي تقاوم اشعاعات من بيتها . وتكتب السيدة هـ . هـ . برندلي في وصف جنذب في سهول روسيا « وفي شهر يونيو عند ما تكون الحشائش خضراء يافعة يكسو جنادب التركسليد لون أخضر ويظهر على قرون الاستشعار وحافات الأجنحة طلاء فضي مشرب بظلال أرجوانية ، فلا تميز من بين أنصال الأوراق والأطراف الأرجوانية للحشائش ، وتظل الجنادب تأكل في البقعة نفسها في شهر أغسطس عند ما تصير الأعشاب جافة وصفراء اللون ولكن تكون في هذا الوقت سمراء اللون وتبدو بمنظر مشوط وفي مشابهة تامة لقطع القش » .

والجنادب التي تعيش تحت ظروف صحراوية لها حيلها الخاصة في الاستخفاء ، ويلقى الضوء الساطع الساقط عليها بخيالات واضحة خصوصا عند اتصال الفخذ بالجسم . وقد يوجد في صحراء حجرية بالجزائر جنذب له مظهر يماثل في النسيج واللون والهيئة العامة الحصى العاري المضيء بأشعة الشمس الذي يجثو بينه ، وله أهداب من الشعر تمنع حدوث ظل بين الفخذ والجسم لو وجد يفضح أمره . ويتشابه جنذب استرالي بالغصن فيأخذ

وضعا عجيبا ، فيطأطىء رأسه على فرع الشجرة ويمدد أقدامه وأرجله وجسمه على سطح الفرع ويرفع غطاءيات الجناح المصنبة المرتكزة على الفرع بزاوية تشبه الغصن بالضبط .

الفراشات والبشارات

ان أمثلة الاستخفاء التي تقدمها الفراشات والبشارات سواء في وقت بلوغها أو في أطوار حياتها لا حصر لها . ويوجد في بريطانيا نبات الأشنة (اسينا برباتا) المعروف بلونه الأخضر الرمادي ، وينمو في حضلات على الأشجار في غرب المملكة وأماكن أخرى . ويستعمل هذا النبات كمسكن وطعام لدودة بشارة « برسل لاس » وتمتزع هذه الدودة تماما مع نبات الأشنة ولا تكتشف مطلقا الا بمحض الصدفة . و « أعجوبة النهار » بشارة فاتنة اللون وشكلها غير منتظم ولونها أخضر باهت ورمادي وعلى جسمها بقع داكنة كأنها ظلال . وهي تستريح أثناء النهار على نبات الأشنة الذي هو من نفس هذه الأشكال والألوان تماما وبذا يكون من المستحيل التعرف عليها غالبا .

وثمة بشارات تمتزع أطوار حياتها الثلاثة المختلفة - اليرقة والشرقة والحورية المجنحة - مع أماكنها الطبيعية تماما فبصعب رؤيتها . وتستريح بشارة البلوط الجميلة أثناء النهار ناشرة أجنحتها على جذع شجرة البلوط ، وقشرة هذه الشجرة لها نسيج ولون وشكل خاصة ، وتوجد على أجنحة البشارة مساحات تبدو متماثلة مع القشرة وتنغمس فيها تماما ، كما توجد مساحات

أخرى تتباين بشدة وتبرز واضحة ، وبذلك تشوه المنظر العام للأجنحة المنشورة . وشرقة بشارة البلوط الجميلة لها من الألوان مثل ما للأرض التي تحتوى فيها . أما اليرقة فتشبه غصون البلوط التي تتغذى بأوراقها ، فلون جسمها أسمر باهت وعلى جلدها خطوط وطيّات تتشابه مع مثيلاتها على الغصون ، والرأس له منظر عقدي غير منتظم . وتقضى اليرقة معظم وقت النهار ساكنة متوترة ، وهي تقبض على ساق النبات بأقدامها الخلفية ، كما أن جسمها بارز الى الخارج على طريقة العنصر ، ولا تكتشف مثل هذه اليرقات الا اذا تحركت أو لمسها الشخص عفا فبل أن يدرك وجودها .

وتقدم أجنحة الفراشات فرصا عظيمة لفن الاستخفاء . فالسطوح العليا للجناحين براقه اللون غالبا ، في حين أن سطوحها السفلى لها مسلك لوني محجب . وعندما تستقر الفراشة تطوى أجنحتها اليسرى على الأجنحة اليمنى بشكل عمودي على ظهرها وبذا لا تشاهد الا السطوح السفلى وحدها . وهنا ترى ألوان مرقشة بظلال من اللون الأسمر والرمادى وتوعز بأنها قشرة الشجر أو الأوراق الميتة أو الحجارة . وحافة الجناحين التي تقع في دائرة الظل تميل لأن تكون هي الجزء المحدود الواضح ، وهي عادة اما منقوشة أو محزمة بنوع من العلامات التي توحى بوجود بروز له ثلاثة أبعاد كما هي الحال في حافة القشرة المتموجة ، وتنمحي الهيئة المميزة لحافة الجناحين غالبا بأشكال ملفتة للنظر، وتظهر على عرض الجناح العلوى والسفلى في جانب واحد .

وبوجد على كل من جانبي بشارة عرق الدم خط أحمر رأسى
يقسم مساحات الجناح بدقة فتبدو للشخص بمثابة قطع من الأوراق
الباهتة متناثرة على بساط من الأوراق الساقطة .

والمثال التقليدى لفراشة الورقة الميتة كليما التى تستوطن
الهند وسيلان هى حالة متقنة للاستخفاء بداعى اللون والشكل
والوضع . فالفراشة كبيرة الحجم ، والسطح العلوى لأجنحتها
لونه أرجوانى ثابت ويمر بعرضه شريط برتقالى . فاذا طارت تلفت
النظر ، واذا ما استقرت فجأة على أيكة يتعذر رؤيتها . والأجنحة
المطوية تشبه فى الشكل ورقة بطرف مدبب ، وعند قاعدتها بروز
يشبه العنق ، وطرف هذا البروز (العنق) مرتكز على غصن ،
وبذلك يكتمل الشكل الذى يوحى بأنها ورقة ميتة ما زالت
متصلة بفرعها . والسطح السفلى للأجنحة لونه أسمر داكن وعليه
نقط سوداء متناثرة هنا وهناك كأنها نقط متآكلة ويجرى وسط
هذا السطح خط داكن كأنه العرق الأوسط للورقة .

وثمة فراشات عديدة لها عادة مثيرة للدهشة فى استقرارها على
مثل هذا الوضع الذى تلقى فيه أجنحتها بأقل ما يمكن من الظل .
والسطح العريض لأجنحتها المطوية قائم على الجسم كأنه شراع
قارب وقد يلقى بخيال واضح مالم توجه الفراشة نفسها فى وضع
مواز لاتجاه الشمس . وقد لا يوجد فى مثل هذا الوضع أى
خيال مطلقا أو على الأكثر خط رفيع أسود لا يأخذه الطائر
العابر على أنه فراشة مستريحة .

وتستريح الفراشة الشهباء الفضية (ستبرس سملى) غالبا على أرض عارية بأجنحتها مطوية ، ومن عاداتها أنها تميل بأجنحتها الى أحد الجانبين ، وينتج عن ذلك نسق محجب تماما . فالظلال التي تلقيها عروق الجناح البارزة تقسم سطح الجناح المضاء الى عدد من المساحات الصغيرة .

ويحدث انتاج هام من الألوان المتناسقة مرة واحدة في تاريخ حياة فراشات مختلفة وبالأخص في المرحلة الهامة التي تتحدد فيها ألوان الشرقة أو العذراء . وتنظم فراشة الكرب البيضاء لونها وهيئتها ومنظرها بدقة لكي تتماثل مع قشرة الشجر أو الجدار أو السور الذي تستقر عليه أو تأخذ اللون الأخضر للنبات الذي تتغذى به كما هي الحالة في التناج الأول غالبا . ويرجع تنظيم اللون هذا الى الحساسية عالية النشأة في عيون الدودة للضوء المنعكس من السطح الذي توجد فيه قبل أن يحدث التشرنق مباشرة . وتمتد مدة الراحة في الشرقة الى أربعة أيام غالبا (كما قرر د . مور) . وتثبت التجارب التي أجريت على الدودة بعد تغطية عيونها بأصباغ شفافة من ألوان مختلفة أن العيون هي المستقبلات المختصة للضوء وليس الجلد كله . وفراشة صدفة السلحفاة الصغيرة وفراشة الطاووس لها أيضا شرائق تعرض تناسقا مميزا مع لون الأشياء المحيطة بها . ويتأثر لون الشرقة أيضا بدرجة الحرارة التي يحدث فيها التغير الهام .

وهناك ديدان يتحدد لونها تبعا للوسط المحيط بها . وقد تكون الديدان في عائلات مختلفة من البشرات بلون أخضر أو

أسمر تبعا للظروف . وتستطيع يرقات البشارة الهدية أن تنظم ألوانها وهيئتها وهي صغيرة ، كما تستطيع بشارة الكرب (ممسترا برسيكا) أن تنتج يرقات من ضروب عديدة الألوان . وبعض الديدان لها عادة مدهشة بأن تظهر في « قناع » مخيف اذا أزعجت أو أذرت بالخطر . وبشارة « بص » شهيرة بمثل هذا المسلك ، ويصفها اسحاق ولتون بدقة فيما يلي : « ان الألوان الحقيقية للديدان كما شاهدها الانسان رشيقة أخاذة ، وسأصف واحدة منها كمثل لبقية المجموعة . وسنشاهدها في وقت ما بعد شهر وهي تتغذى على شجرة الصفصاف ، وستجدها حينئذ مطابقة لهذا الوصف الدقيق . فلون الشفتين والفم أصفر نوعا والعيون سوداء كالكهرمان الأسود ، وجبهتها أرجوانية اللون والأقدام والأجزاء الخلفية خضراء وذيلها ذو شعبتين سوداوين وكل الجسم مصبوغ بنوع من النقط الحمراء التي تظهر على طول الرقبة والكتف بشكل الصليب أو شكل X فيبدو مصلبا ، ويمر خط أبيض على الظهر والذيل ويضفي كل هذا جمالا باهرا على الجسم كله » .

وإذا أزعجت دودة بشارة بص تسحب رأسها قليلا وتسفر عن أجزاء من الجسم تكون عادة مخفية . ويعطى الترנגهام وصفا أخاذا لما يحدث « . . . » . ويظهر وجهه مخيف أحمر وثائر وتحملق عينان سوداوان كالفحم في الدخيل ، بينما يرتفع الذيل المتشعب استعدادا للمعركة ، فينطلق من أطرافه خيطان قرمزيان لهما منظر خبيث ويتلويان ويرعصان كالديدان السامة »

وما القناع المخيف الا خداع فقط . غير أن الأسواط الخيطية الشكل يمكن أن تعرض أهميتها العظيمة. اذا هوجمت الدودة بواسطة ذبابة النمس المتطفلة ، وهذه تنهزم غالبا بعد أن تصاب أجنتها بالتلف أثناء المعركة .

ويرقات بشارة الصقر الأجنبية لها مسلك فذ . وواحدة منها تستوطن « بارا » تماثل حين تكون مستريحة غصنا مكسورا . فهي تقبض على فرع الشجرة بواسطة زوجين من أرجل كالمشبك ويكون جسمها الملون كقشرة الشجر والمغطى بنبات الأشنة بارزا في جمود على هيئة زاوية وتتحول البيرقة اذا أزعجت الى هيئة أخرى . فتظهر أجزاءها البطنية وتنفخ أشدافها الصدرية وتبدو كأنها رأس ورقبة ثعبان مخيف ولو أنه صغير ، بحراشيف صفراء ذات أطراف سوداء ، وكذلك عيون سوداء ويمر على طول أجزاءه البطنية شريط عريض أبيض اللون . ومما يزيد في تأثير هذا المنظر المخيف حركات ترنجية من جانب الى جانب تفتن وترعب الحيوان الذي يشهد العرض .

السرعوف الناسك (فرس النبي)

يعطى السرعوف الناسك مثلا مرعبا للاستخفاء بقصد الاعتداء . ويستمد هذا الناسك اسمه من الوضع الذي يتخذه في حالة استعداده للقبض على فريسته . ويمكنه استعمال المفصل الطويل القوي في نهاية الساق الأمامية كنصل المطواة الذي يترك نصف مفتوح ثم ينقبض بسرعة قبالة غمده على الحشرة

التي تقع في الفخ بين شقى الرحا . وينتظر السرعوف في وضع « التنسك » في سكون تام بساقيه الأماميتين مرفوعتين وأنصالهما نصف مفتوحة ، ولا يستطيع أن يقوم بضربته ما لم تكن الفريسة قريبة منه حقا ، ويظل وجوده غير ملحوظ لمماثلته بالورقة أو الزهرة .

وتمكث أنواع كثيرة من السرايعف بجانب زهرة تكون بتلاتها مماثلة لها في الشكل واللون . فيوجد مثلا السرعوف الهندي الذي يتخذ لنفسه صورة مطابقة لأحد الزهور التي تدر رحيقا ويتغذى بالحشرات التي تحط عليها في طلب هذا الرحيق . وتوجد السرايعف عادة في المناطق الشرقية والجنوبية من الولايات المتحدة الأمريكية . وهي تبيد حشرات كثيرة ضارة بالزهور وكذلك عددا محدودا من النحل . وهناك سرايعف أخرى تشبه العصون والأوراق . وشاهد كنجستن سرعوف الورقة معلقا بقشرة الشجرة وظل في سكون تام معظم الوقت ، ولكن كان من حين لآخر يأتي بحركات مختلفة غير منتظمة كما هو الحال في الورقة التي ترفرف اذا هب عليها نسيم مفاجيء .

يرقات قادس

تمدنا يرقات قادس التي تعيش في البرك ومجارى المياه البطيئة بدراسة مبسطة ولكن خداعية في الاستخفاء . فهذه الحشرات اللينة الأجسام الصالحة للأكل تنسج لنفسها أنبوبة من الحرير وتلصق بها قطعا من العصون والأوراق والأصداف الصغيرة

جدا وقطعا من الحصى الدقيق وما شابه ذلك من المواد التي
تجمعها من قاع البركة . وقد تقضم قطعاً من الأوراق الحية
لنباتات الماء بأشكال ملائمة وتلحمها في هيئة أنبوبة مرنة بواسطة
حرير تغزله بأفواهها . وتزحف يرقات قاذس وهي مظلة بأطراف
رءوسها فقط وتنسحب في أمان عند اقتراب الخطر داخل بيوتها
المتنقلة . ويحقق لنا مثل واحد كيف تكون هذه الأنايب
خداعية . فبالوقوف على حافة بركة صناعية وبالنظر الى جوانبها
المنحدرة المتحجرة شوهدت قطع من العصون متناثرة هنا
وهناك على المنحدر أو طافية على سطح الماء . وكانت المياه
ساكنة تماما - ومع ذلك شوهدت بعض العصون تتحرك ببطء
ولم تكن هذه العصون المتحركة سوى يرقات قاذس ترعى في
مواد دقيقة خضراء على الجوانب الحجرية .

الحشرات العسوية

يروى زائر لجنوب فرنسا كيف استصحب الى أجمة من
الورد وعرض عليه فيها عدد من الحشرات العسوية متعلقة بين
الأوراق ، وكانت أجسامها تشبه تماما سويقات ناعمة خضراء في
أجمة الورد أو أوراقا دب العفن في بعض أجزاءها عند ما
شوهدت من زوايا مختلفة ، وكانت أرجلها رفيعة جدا بدرجة
أنها تفلت من الملاحظة أو تؤخذ على أنها عرق بارز في ورقة
معرضة للضوء ، وكان من المستحيل اكتشاف الحشرات على

بعد ياردة واحدة حتى بعد تمييزها عن قرب وظلت طول الوقت في سكون تام .

ويعرف كل شخص يحتفظ بالحشرات العسوية لأوة مرة التجربة المدهشة بعد أن يعلق عليها القفص ليلا وهي معلقة على غصينات الأشعة المورقة ، ثم عند فتح القفص في صباح اليوم التالي يظن أنها هربت عن آخرها ، ولكن بعد هذه الصدمة الأولى وبعد أن يفحص القفص بدقة يقع نظره على واحدة ثم أخرى وهكذا حتى يدل عددها على أنها موجودة كلها في القفص . فالحشرات كانت تتغذى وتنتقل أثناء الليل ، ثم انها « تتجمد » في أوضاع نهائية تختلف عما تركت عليها في الليلة السابقة . وتبدأ العين من جديد لتفحص خلال هذا الإيهام . فجسم الحشرة هو الغصن الظاهر وتكمل الرأس هيئة غير منتظمة من طرف واحد وتظهر الأرجل الطويلة الزاوية كأنها أوراق لا ترى سوى حافاتها أو كأنها عروق الورقة نفسها . وتبقى الحشرة العسوية أثناء ساعات ضوء النهار بلا حراك وفي حالة تشبه الانعماء ما لم تنزعج بشدة . وقد تتحرك الأرجل الطويلة من آن لآخر وبذلك يتأرجح الجسم من جانب الى جانب كورقة هب عليها تيار هوائى عفوا . وتنتقل الحشرة وتأكل في الليل وقد تقطع مسافات كبيرة على أرجلها الطويلة .

والحشرات العسوية غير مزودة بما تدافع به عن نفسها كلية ، وتجدها الحيوانات غداء طيبا لها ، ويساعدها في أغلب الأحيان

شكلها ولونها وتناسقها وثباتها على الفرار من آكلات الحشرات وعلى الأخص أعدائها الرئيسية من الطيور والسحالي. وتوجد أشكال لون عديدة : أخضر وأسمر وظلال وسطية بينهما . وجميع الأشكال بها أصباغ متعددة موجودة كحبيبات في خلايا الجلد ، وهذه عبارة عن أصباغ دهنية برتقالية وصفراء وملنين أسمر وصبغ أحمر وأخضر . وتبعا للنسق اللوني في الأيكة أو السياج أو الشجرة التي تتخذ منها الحشرات مساكنها تزداد كميات الأصباغ المختلفة أو تقل في حدود وقت قصير حتى يكتمل تنظيم اللون (تغيير اللون الشكلى) . وفي نفس الوقت يختلف كل شكل لوني فيما عدا الأخضر في عمق ونوع لونه تبعا للظروف الجارية : ولون الحشرات باهت بالنهار وداكن في الليل وتصير في الهواء الرطب أدكن في مدة أقل من ساعة ، بينما تصير في الهواء الجاف أبهت في مدة تتراوح من ساعة الى ساعتين ، وتعمل جدران الأنايب القصبية حاملة الهواء كمستقبلات للرطوبة التي يحتوى عليها الهواء وينتقل منها المؤثر الى الجهاز العصبى وتؤثر درجة الحرارة والاكسجين التي يحتوى عليهما الهواء أيضا على النسق اللوني .

وتستجيب الحشرات العسوية للسطح الباهت (أبيض أو أصفر باهت) بأن تصير باهتة وللسطح الداكن (أسود أو أحمر) بأن تصير أدكن لونا . وبينت انزلر أن الجزء الأسفل من عين الحشرة الذى يستقبل ضوءا منعكسا من السطح هو

المسئول عن تنظيم لون الجسم ليماثل لون السطح ، كما بينت أن التنظيمات السريعة المؤقتة (تغيير اللون الفسيولوجى) بالنسبة للنهار والليل والرطوبة ومكان الراحة المؤقت وهكذا - تغييرات ناشئة عن انتشار أو تجمع الأصباغ السمرء أو البرتقالية - والتغييرات الأبطأ والأكثر استدامة الناتجة عن صنع أو استرداد أصباغ مختلفة (تغييرات اللون الشكلية) كلاهما ينظم بواسطة هرمون تطلقه غدة فى رأس الحشرة وينشط فى المخ . والعيون هى المستقبلات لكل من الضوء المباشر والمنعكس . وتختص قرون الاستشعار غالباً باستقبال مؤثرات درجة الحرارة كما تختص القصبة الهوائية باستقبال مؤثرات الرطوبة .

ويعتبر الأستاذ جبرزبرج الذى أجرى البحث تحت إشرافه أن هذين النوعين من تغيير اللون أى الشكلى والفسيولوجى هما صورتان لعملية واحدة وينتج عن التنبيه المستمر لمركز تغيير اللون فى المخ زيادة محتويات الهرمون فى الدم مما يؤدى الى تكوين أصباغ اضافية .

العناكب

يصنع نوعان من العناكب مساكنهما فى الزهور . وقد يكون أحد أنواع عناكب الزهور (مسيو مينا كليسينا) أبيض اللون أو أصفر كناريا ، ويستطيع أن يتغير من لون لآخر فى أقل من أسبوع . وتتخذ هذه العناكب من زهور النباتات

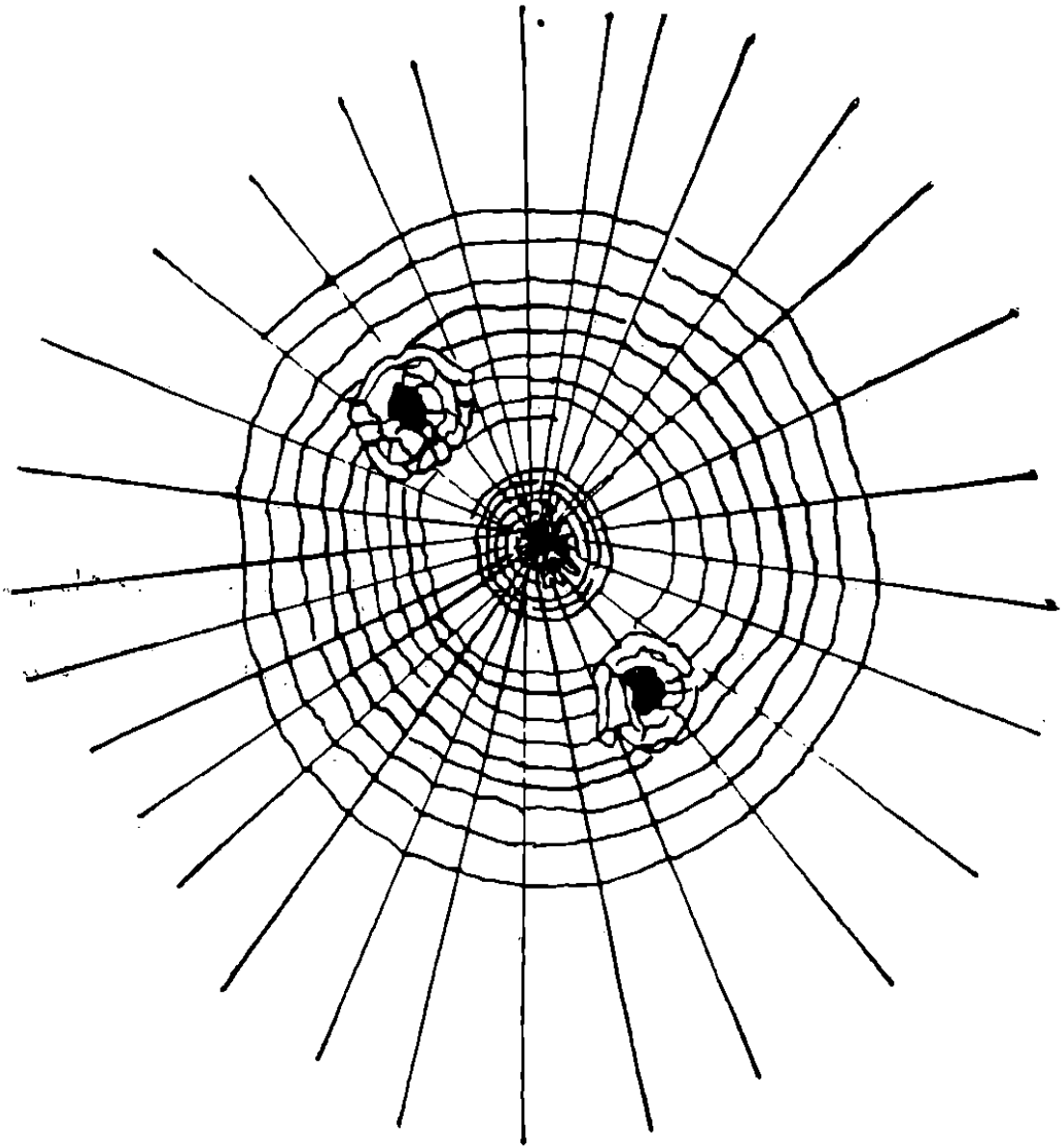
البقلية مأوى محبوبا لها ولا يكتشفها الانسان الا بمحض الصدفة فقط كما يحدث مثلا عند ما ينزل عنكبوت كئارى اللون من شجرة اللبرنم المزهرة ليقتنص فريسة على نبات أخضر من الأعشاب تحتها ، أو بعد استحضار باقة من زهور الروض الى المنزل ويظهر أحد البراعم الزهرية لبرهة أنه صار حيا ويجرى فوق المائدة معلنا وجود العنكبوت .

ووجد أن نوعا آخر (مسيومينا ثاتيا) من هذه العناكب يغير لونه أثناء فصل الصيف تبعا للزهور التى يختارها للتردد عليها . ووجدت هذه العناكب فى شهرى يونيو ويوليو فى زهور الأقحوان المعروفة بزهور عين النور حيث كانت كلها بيضاء اللون . ووجدت غالبا فى أواخر شهر يوليو وأوائل شهر أغسطس فى زهور القضيبي الذهبى ، وصار بعضها بلون أصفر بينما صارت كلها فى منتصف شهر أغسطس وشهر سبتمبر اما صفراء باهتة أو داكنة .

وهناك جنس آخر (توميس انستس) من عناكب الزهور لون أفراده قرنفلى ، وتوجد عادة بين زهور نبات الخلنج وتستطيع أن تغير لونها بقدر محدود . ويوجد عنكبوت الحديقة الظريف (أرنيا رميورى) بلونه الأخضر اللامع بين الحشائش ويستطيع أن يأخذ لون قشرة الشجر السمراء فى ثمانى وأربعين ساعة .

وتتخذ بعض العناكب النساجة استخفاء يمنع جسمها المعتم من أن يظهر واضحا على النسيج المغاير لها لأن النسيج أو

الفخ يكون غالبا غير منظور ، ولكن يمكن رؤية العنكبوت بوضوح ويكون في هذه الحالة معرضا للهجوم عليه من طائر عابر . ويبنى نوع واحد من العناكب (نوع من السيكلوزا) على نسيجه محورا أو محورين كاذبين من الحرير ويضع في وسط كل منهما حزمة من الأتقاض في حجم جسمه . ويزين عنكبوت



شكل ٣ - استخفاء نسيج العنكبوت : العنكبوت الاسيوى (سيكلوزا - ملينستر) الذي يصنع محاور كاذبة من الحرير على نسيجه ويضع في وسطها حزما من الاتقاض في مثل حجم العنكبوت نفسه . ومن المحتمل أن يلتقط الطائر واحدا منها تاركا العنكبوت دون ابداء .

آخر نسيجه بحرير أبيض سميك على شكل حلزوني أو متعرج يجذب النظر اليه ويصرف الانتباه عن العنكبوت نفسه .
ويصنع أحد العناكب (ازليا) التي تستوطن غيانا البريطانية على نسيجه بقايا من قشر الشجر والاشنة التي يقطعها من الشجر في حجم ولون جسمه تماما . ومن الحيل الماكرة جدا اقامة غصن صناعي من قطع من الاقفاص في عرض النسيج بعد أن تترك مسافة بين جزئي هذا الغصن تلائم بالضبط جسم العنكبوت ، فاذا ما أزعج يستطيع أن يندفع في هذه المسافة ويزول كأنه كائن مختلف .

ذكرنا فيما سبق العناكب التي تظهر مستخفية على هيئة التمل وتحظى بالنجاة لهذا السبب . وتوجد عناكب تمر على أنها حشرات أبو العيد لما لها من أجسام بيضاوية محدبة بنقط سوداء على سطح أحمر أو برتقالي ، وخنفس أبو العيد تتجنبها الطيور لأن طعمها تعافه النفس ، والعناكب « المتماتنة » تترك وشأنها وهي تنجو أيضا من الزناير المفترسة ومن الطفيليات النمسية .

الماتنة

الماتنة شكل خاص من الاستخفاء الشائع بين الحشرات . والمقصود بالماتنة هو تقليد أشكال حية بواسطة أشكال حية أخرى . ورأى « باتس » عالم الطبيعة الرحالة أثناء اقامته

لمدة أحد عشر عاما في وادي الأمازون أن المماتنة تحدث على مدى واسع بين الفراشات . واهتمت الأوساط العلمية بذلك في عام ١٨٦١ . ومما أدهش باتس تناسق العينات التي جمعت من كل بقعة في اللون والشكل وكذلك الحقيقة أنها « تغيرت كما كانت تبدو أثناء العبور من بقعة الى أخرى كما لو مستها عصا ساحر » .

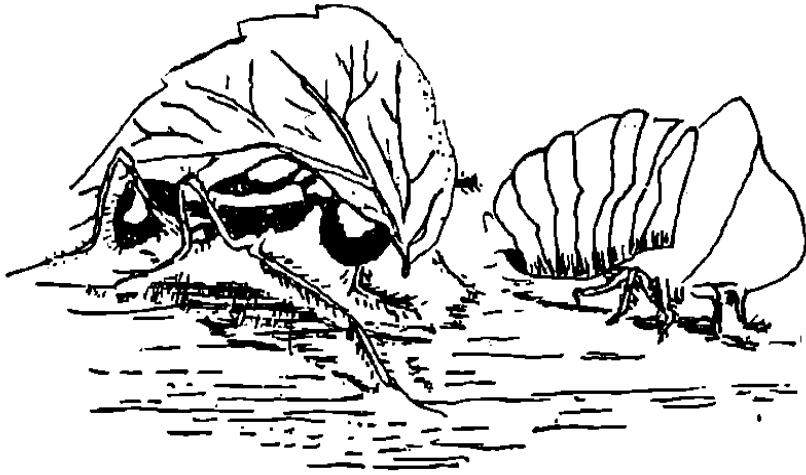
وهناك حالة شهيرة تختفى بها عائلة الفراشات الحلزونية . فهذه الفراشات لها أجنحة طويلة بيضاوية الشكل بلون أسود وأصفر وتطير في مجموعات كبيرة ببطء ورزانة ، ولا تصلح كغذاء للسحالي والطيور بالنسبة الى أنها تفرز سائلا ذا رائحة مؤذية اذا هوجمت . وعندما فحصت مجموعة كبيرة من هذه الفراشات الحلزونية وجد أن بينها أنواعا تتبع جنسين من فراشات عائلة أخرى (بيريدى) تظهر بين أفرادها اختلافات تامة في اللون وشكل الجناح . وفراشات البيريدى صالحة للأكل ولكن بالنسبة الى أن فراشات الجنسين تشبه الفراشات الحلزونية الرديئة فهي تنجو من الهجوم عليها .

وهذا مثال واضح ، ولكن قام باتس أيضا باكتشاف محير وهو أن أنواعا تتبع عائلة فراشات غير شهية (اينوميدي) ولها طريقة لون تحذيري مختلفة وخاصة بها شوهدت في كسوة الفراشات الحلزونية ذات اللون الأسود والأصفر . ووجه ف . مولر العالم الطبيعي المستوطن في البرازيل الكثير من عنايته لموضوع مماتنة الفراشات وتعرف نظريته في تفسير مثل

هذه الحالات باسم « ممانة مولر » . وتتلخص النظرية في أن الأعداء التي تأكل الحشرات وقد تعلمت كيف تميز النوع الرديء بلونه ، قد تهاجم مع ذلك أنواعا أخرى رديئة ولكن بألوان مختلفة . وقد تستفيد هذه الأنواع الأخيرة اذا اتخذت لنفسها طريقة اللون نفسها . ويوضح الأستاذ بولتن ذلك « تشبه ممانة مولر الاجراء الذي تتخذه مجموعة من المصانع القوية التي يكون لها شهرة أعظم بتخفيض القيمة عن طريق الاعلان المشترك » .

وحالة فراشات الدنياس التي تتبع جنسا في افريقيا هي مثال حقيقى من الحالات المعقدة في ممانة الفراش . وفي هذا الجنس ثلاثة أنواع لاتستسيغ الطيور طعمها . والثلاثة الأنواع كلها تقلدها اناث فراشة خطافية الذنب (بابليوسينا) في حين تبقى ذكور هذه الفراشة على شكلها ولونها العاديين ، وقد تنفس كل أشكال الاناث الثلاثة من فراشة خطافية الذنب (التي قلدت الثلاثة الأنواع من فراشات الدنياس) وكذلك الذكور من بيض وضعته أنثى واحدة ، وهي حالة يفسرها قانون مندل للوراثة ، ولكن ليس في أصلها ما يستغرب . وبينت تجارب التربية أن حالات البيئة قد تنتج أشكالا مختلفة من الاناث من مجموعة بيض واحدة . ووجد الدكتور فان سمرن أنه كنتيجة لفرع القفص الذى كانت اليرقات تتشرب فيه أظهرت الفراشات الناتجة صفات متحدة من الذكور والاناث في اللون والشكل . وتوعز مثل هذه الحالات بشدة لملاءمة

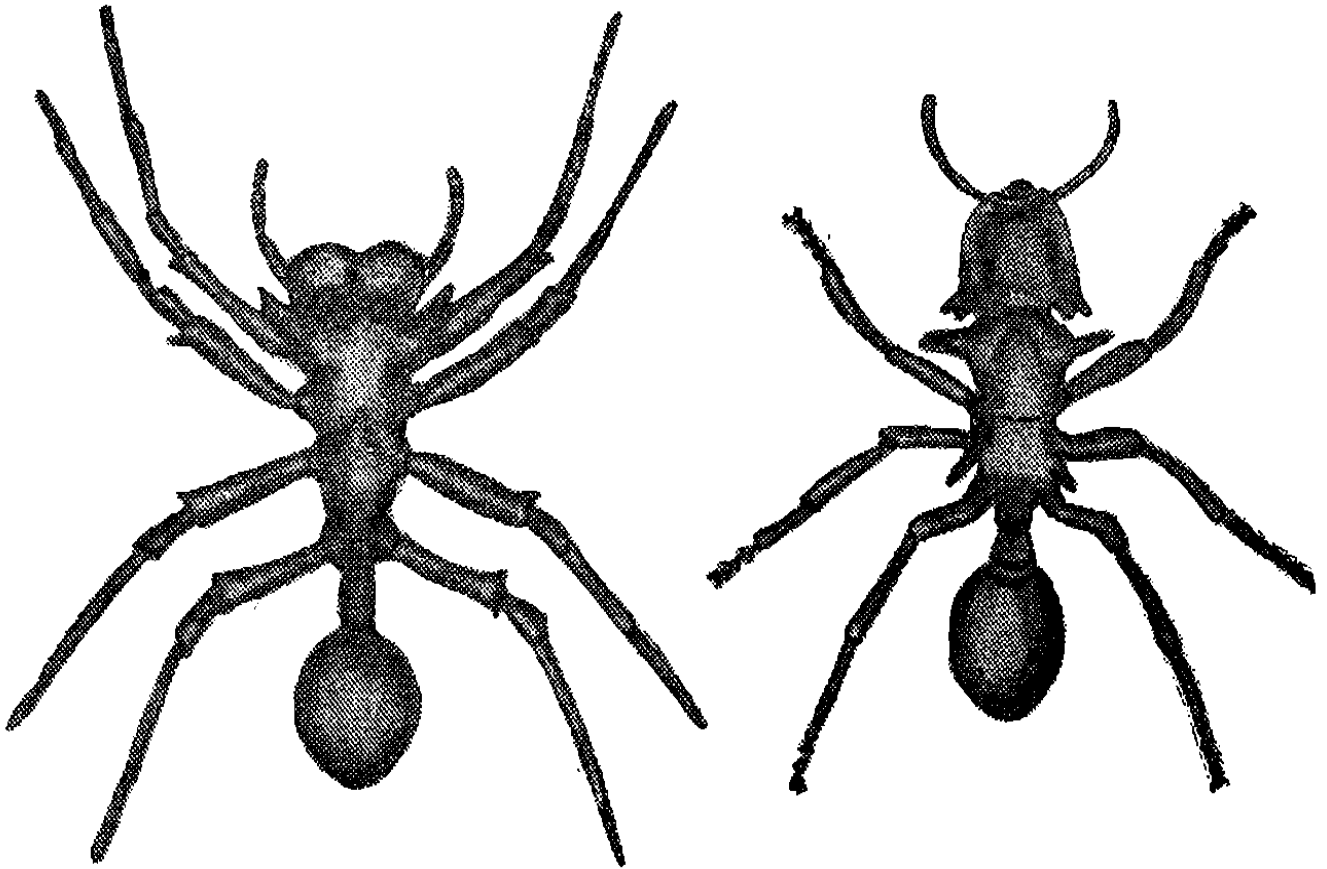
اشكال خاصة لمؤثرات البيئة ، وحقا يبدو من المعقول الظن بأن حالات طبيعية وكيماوية خاصة في أماكن خاصة لها فعل مباشر في إنتاج طرق لون براق في أنواع تستجيب لها سواء كانت تؤكل أو لا تؤكل .



شكل ٤ - مكبر ثلاث مرات الحجم الطبيعي. الى اليمين بقعة المبرسيد (رنكوتا همبتر) من غينا البريطانية وهي تشبه النملة، مع الورقة التي تحملها وهي الى اليسار. وهذه النملة هي اكدوما سفالوتس من نفس المكان.

ويستخدم النمل الذي يميز بسهولة ولا يؤكل نسبيا كمثال لكائنات أخرى مختلفة . ويستوطن في غيانا عنكبوت يحمل على ظهره نملة ميتة . ويختفي العنكبوت ويحتمى بواسطة حملته الذي هو أكبر منه كثيرا ، ويمر على أنه عضو من جماعة النمل حاملة الأفراد الميتة . وقد يشاهد في غيانا نمل كوشى أو قاطع الورق في مجموعة كأنها موكب ، وتحمل كل حشرة منها قطعة مشرشرة من ورق الشجر على هيئة شراع المركب فوق ظهرها وقد توجد بينها مصادقة بقعة المبرسيد مشتركة في الموكب وتحمل أيضا جزءا من ورقة فوق ظهرها ولا تميز الا بالملاحظة

الدقيقة ، ولكن الورقة التي تحملها صناعية صنعت من بروز أخضر رقيق من جسم الحشرة نفسها .
 وبعض الكائنات التي لا يسمح لها شكلها الطبيعي مطلقا بأن تمر كمنملة تستنبت لنفسها تنكرا بطرق شتى. وهناك نوعان مختلفان من العناكب يتخذ كل منهما شكلا مشابها لشكل النملة ، فيبدي أحدهما « وسطا » رفيعا في منطقة الرأس صدرية من جسمه بينما يبديه الثاني في المنطقة البطنية .
 ويوجد في السودان جنذب له وسط مستدق وبطن مستديرة كما في النملة وملون بالأسود على سطح باهت . كما توجد على الأقل أربع حشرات لا صلة بينها ولها طريقة لوز واحدة



شكل ٥ و ٦ - نملة من جنوب أمريكا (كريتوسيرس اترانس)
 وعنكبوت (افتتوكيلس رجرسى) يمانتها

تعطيها مماثلة ظاهرية للنمل. وتصف السيدة «بكهام» عنكبوتا يعيش في أمريكا الشمالية ويتخذ لنفسه مماننة قريبة جدا للنمل في حركاته « والعنكبوت يشبه نملة عندما يقتنص فريسته فيسير دائما متعرجا من جانب الى جانب ويرفع الزوج الثاني من أرجله الأمامية في مقدم رأسه متداعيا بأنهما قرنا استشعار ، وبدلا من أن يقف ساكنا كما هي عادة أغلب العناكب فإنه يحتفظ بتثنية بطنه باستمرار ويجذب فريسته في اتجاهات مختلفة ويضربها في الوقت نفسه بأرجله الأمامية مقلدا بذلك الحركات القلقة التي تعرضها النملة حين تزاول مثل هذا العمل » .

وتتجنب أكثر الحيوانات آكلات الحشرات الزنابير والدبابير وبعض أنواع النحل الكثيرة ، وتنحصر العلامات المميزة للكسوة التحذيرية التي ترتديها هذه الحشرات « العشائية الجناح » في ألوان سوداء وسمرء نحاسية وأجنحة شفافة ضيقة . وقد يشاهد عدد من الحشرات غير الضارة والصالحة للأكل طائفة في الجو بألوان كاذبة من هذا النوع . فبشارة الدبور صافية الجناح وبشارة الدبور القمزية لهما جسم نحيل ناعم وجناح نموذجي للدبور المخيف . وبشارة صقر النحل لها جسم زغبى قصير وجناح نموذجي للنحلة المتواضعة ، وتتردد كل هذه البشارات على الزهور في صحبة الزنابير والنحل الحقيقية . ويوجد بانجلترا ستة عشر نوعا من الحشرات الحرشفية (لييد ترا) بأتمودج « صافية الجناح » وطريقتها في

الطيران أو هيئتها تجعلها غير مميزة من الحشرات الغشائية الجناح (هيمبترا) اللاسعة .

وتشبه بعض الأنواع من « الذباب الحوام » أو السرفيد في بريطانيا الزناير وبعض النحل . واذا راقب شخص حشدا منها متجمعا حول باقة من زهور الأقحوان الميكائيلي يصعب عليه البت في أمر أيهما يكون النحلة أو الذبابة الحوامة . فاذا وقع نظره على زوج من قرون الاستشعار الطويلة أمكنه أن يسميها حقيقة نحلة . ومن عادة « ذبابة النحل » أن تدخل أعشاش نحل وزناير مخصوصة وتضع فيها بيضها وتتغذى اليرقات الناتجة على النفايات وتستخدم كحملة القمامة .

ويذكر «كت» أن يعسوب الغابة اذا أمسك تظاهر بأنه يهم باللسع ، فتحنى هذه اليعاسيب بطنها وتحك طرفها قبالة الاصبع المسك بها بحالة فيها عزم وتهديد . وهناك بشارة وخنفسة لكل منهما حقيقة ابرة كاذبة تدخلها وتخرجها اذا قبض عليها ، كما توجد في غيانا البريطانية ذبابة تشبه بدقة الزنبار النمسي ، وهذا الزنبار له قرون استشعار بيضاء الطرف في حركة اهتزازية مستمرة ، كما أن الذبابة لها أقدام بيضاء أمامية ترفعها وتحركها الى الأمام والى الخلف بتموجات خفيفة .

ان المماتنة عملية غريبة وتثير أسئلة لا ينتظر أن يكون لها تفسير علمي مقنع . ويبحث هذا الموضوع في فصل تال من هذا الكتاب . ومن الممكن رؤية المماتنة بادراك تام فقط اذا اعتبرت بالنسبة الى مجال المشابهة الوقائية كله وتعودنا على حقيقة

الحشرات التي تماثل قشر الشجر والعصون والحجارة ... الخ ، كما توجد في جميع أنحاء العالم أنواع مختلفة من حشرات تشبه الأوراق الميتة . ومع ذلك فمماثلة الحشرة لورقة الشجر (مماثلة محجة) هي غير طبيعية تماما كـمماثلة العنكبوت للنملة (مماثلة بالماتنة) .

ولنفترض الآن أن الحشرات تدرك نسق ولون وهيئة الأشياء التي تحيط بها مباشرة أو الأوراق والزهور التي تتمايل إذا هبت عليها الرياح ، فلم لا تدرك أيضا الحياة الواضحة سريعة الحركة التي هي حقا جزء من بيئتها ؟ ومن الأنسب لحشرة ذات عادات بطيئة تعيش بين الأشنة أن تتخذ لنفسها هيئة الأشنة وتحى بالبقاء ساكنة الجزء الأكبر من ساعات ضوء النهار . فالأشنة لا تتحرك ويجب ألا تتحرك حشراتنا أيضا . والحشرات التي تسكن أوراق الشجر هي أيضا كائنات لها القدرة على البقاء ساكنة لمدد طويلة أو تقوم من آن لآخر بحركات اهتزازية كالأوراق . ولكن ماذا يناسب الحشرات ذات العادات النشيطة أكثر من أن تماثل أعمودجا ما واضحا وسريع الحركة في البيئة نفسها ، وبالأخص أعمودجا يزور المكان نفسه للطعام ؟ وقد لا يناسب الحشرة المجنحة أن تشبه بورقة الشجر أثناء طيرانها ، كما لا يناسب آكلات الأشنة المسالمة أن تتنكر في زي الزنبار .

الفصل السادس

تغيير اللون فى الحبار والجمبريات وما يماثلها

ان سرطانات البحر وبراعيث البحر والجمبريات هى اول ما تحضر الذهن عند ذكر حيوانات شاطىء البحر . وتفى سرطانات البحر نفس اغراض الهواية التى يزاولها الأولاد فى صيد أسماك المينو الصغيرة وأفراخ الضفادع فى مستنقع أو مجرى ماء . كما أن صيد براغيث البحر هواية مرغوب فيها فى كل العصور .

وتدخل كل هذه الحيوانات تحت قسم القشريات الذى يضم مجموعة طبيعية من أصناف وأعداد لا تحصى . ويفرز الجلد الحى فى القشريات غطاء وقائى من مادة شفافة ثابتة تعرف بالكيتين . ويكسو هذا الغطاء سطح الجلد كله وكذلك العيون ، وبه توصيلات ومفاصل تسمح للحيوان بالحركة المطلقة ، ويخلع الهيكل الخارجى من الكيتين الذى لا لزوم له من آن لآخر . والحيوان « يغير ثوبه » ، ويحدث نمو سريع فى جسمه قبل أن يتجمد الغطاء الجديد . ويبقى الكيتين شفافا فى براغيث البحر والجمبريات وسرطانات الشاطىء الدقيقة وفى جموع من القشريات الصغيرة التى يجرفها التيار وتسبح فى البحر ، وتظهر ألوانها

وأشكالها خلال الكيتين الشفاف كالصورة التي تظهر خلال الاطار الذي هي فيه . وفي قشريات أخرى خصوصا الأنواع الكبيرة بطيئة الحركة كالسرطانات وجراد البحر البالغ يزداد تشبع الكيتين بأملاح الجير وهي صغيرة في كل مرة يحدث فيها تغير الثوب حتى تتكون الصدفة المشهورة . ومن الطبيعي لا يمكن مشاهدة تغير اللون الا في أنواع لها هيكل خارجي شفاف .

السرطانات الناسكة

شاهد أحد الكتاب أبسط وأهم مثل في تغير اللون في معمل بليموث حيث صيد من ماء متوسط العمق نوعان كبيران من السرطانات الناسكة (يوباجيورس برنهاردس ، ويوباجيورس بردكسي) التي تشاهد دائما في مربى الأسماك . والسرطانات الناسكة معروفة بعادتها في أن تعيش داخل أصداف البحر الفارغة . وستكون لديك فكرة ما عن السرطان الناسك اذا تخيلت جرادة بحر دقيقة بدون صدفة على الجزء الخلفي من جسمها ، وهذا الجزء ملتو حول نفسه مثل نهاية ذيل البوق ، ويتدحرج السرطان الناسك حاملا مسكنه الصدفي فوق ظهره أو كما هي العادة يستريح على باب هذا المسكن في انتظار غذاء يأتي في متناوله . ولابد أن يكون السرطان حذرا من الأسماك التي تتشوق لتنهش أي جزء ظاهر من جسمه ، وأي حركة سريعة تجعله يتسرب داخل الصدفة من غير أن يتحرك

أى جزء مرئى منه سوى مخالب صلبة مطوية بدقة مكونة نوعا من الغطاء فى منتصف الصدفة. ويحتوى كل من نوعى السرطانات التى سبق ذكرهما من الهجوم عليه لحد ما بواقع الأمر اذ أن كلا منهما يحمل على صدفته أحد زهور البحر الكبيرة ، وزهور البحر تلسع .

والسرطانات الناسكة الدقيقة التى تستوطن المستنقعات الصخرية أو التى يمكن أن توجد غالبا فى أى نوع من صدف البوق الفارغ ليست لها زهور بحر مرافقة ، ولكى ترى واحدا منها انتظر فى هدوء بجانب مستنقع ضحل حتى تلاحظ صدفة قوقع تتحرك بسرعة غير طبيعية ، فاذا التقطتها سترى بالكاد مخالب السرطان حول انحناء الصدفة . واذا وضعت الصدفة فى المستنقع وفتحتها الى أعلى يبرز السرطان فى الحال ويصلح نفسه ويتحرك بعيدا .

وأثبت السرطان الناسك وزهور البحر المبرنسة على صدفته (يوباجيورس بردكسى) أنه أنسب حيوان لمشاهدات تغيير اللون ، فلو ترك دون ازعاج فى وعاء ضحل به ماء بحر فانه يخرج من صدفته ويعرض الجزء الأمامى من جسمه ، كما يسمح بلمحة من طرفه الخلفى وتبقى الأرجل والمخالب وطرف الرأس مغطاة بالصدفة الصلبة ، وفيما عدا ذلك يكون الكيتين شفافا بدرجة كافية لرؤية ألوان الجلد واضحة خصوصا على الذيل والبطن الناعمين المختلفين .

ويصير لون السرطانات الناسكة قرنفليا ورديا لامعا عندما

توضع في اناء مدهون من الداخل بلون أسود داكن ، وتأخذ في الاناء الأبيض لونا أزرق رماديا باهتا ، ومع ذلك يتوقف ظل اللون القرنفلى أو الأبهت على كمية الضوء الموحودة . ولون الحيوانات الموضوعة في الاناء الأسود قرمزي باهت في الضوء المعتم وقرمزي براق في الضوء اللامع ، وتصير كلها باهتة في الليل بصرف النظر عن السطح الذي توجد فيه . والتتائج على ذلك مفصلة في الجدول صفحة (١٣٦) .

وتنتشر على جلد السرطان الناسك خلايا صبغية أو حاملات لون محتوية على صبغ أحمر من نوع الكرتين ، واذا اتقبض الصبغ في وسط حاملة اللون يظهر كذرة يصعب على العين رؤيتها غالبا بدون مساعدة ، واذا انتشر الصبغ كله في فروع حاملة اللون المتشعبة أمكن رؤية بقعة حمراء معينة ، ومن هذا يكون اللون الباهت أو اللون الوردى للجلد . وتوجد حاملات لون أخرى قليلة تحتوى على صبغ غير شفاف ذى لون أبيض أو أصفر ، وهذه لاتساعد في تأثير اللون العام الا قليلا ولا تدخل ضمن ما يتبع ذلك من تأثيرات ، وهذا الصبغ كيماويا عبارة عن حمض أمينى .

ويحدث تغير اللون في الحيوانات القشرية بطريقتين واضحتين ففي احدهما تستجيب حاملات اللون للضوء مباشرة ، ويعمل الضوء على تمدها ، وتتناسب كمية التمدد على وجه التقريب بقوة الضوء وتنقبض في عدم وجود الضوء ، ويعرف هذا المسلك لكونه تصوريا من نوع بسيط وأساسى باسم الاستجابة

طبيعة استجابة اللون

تأثير اللون المنظور	حاملات اللون في الذيل	تأثير اللون المنظور	حاملات اللون في الرأس	بيئة السرطانات	
نهاية كبرى للأصفر غالبا	تمدد خفيف انقباض	قرمزي لامع	تمدد تمدد	سطح أسود ضوء لامع	تأثير ثانوي تأثير ابتدائي
»	»	قرمزي باهت	تمدد انقباض خفيف	سطح أسود ضوء خافت	تأثير ثانوي تأثير ابتدائي
نهاية كبرى للاصفرار	انقباض انقباض	قرمزي باهت جدا	انقباض تمدد خفيف	سطح أبيض ضوء لامع	تأثير ثانوي تأثير ابتدائي
»	»	رمادي أزرق باهت	انقباض انقباض	سطح أبيض ضوء خافت	تأثير ثانوي تأثير ابتدائي
»	»	نهاية كبرى للاصفرار	»	ظلام	

تأثير
البيئة

ملاحظة - من المناسب أن نشير الى تمدد وانقباض حاملات اللون ، ولكن في الحيوانات القشرية لا يتحرك نفس حامل اللون ، فهو محاط بغشاء نضاح مرن لا يتغير شكله ولكن تحدث في داخله هجرة حبيبات الصبغ بواسطة الجريان البروتوبلازمي ، ويتأثر معدل الهجرة بواسطة الضغط الرشحي (الأزموزي) في داخل حامل اللون ، وقد تعمل الهرمونات بواسطة تغيير النضج في غشاء حامل اللون .

الابتدائية أو التأثير الابتدائي . أما الطريقة الأخرى التي يحدث فيها تغير اللون هي أقل مباشرة وتعرف بالاستجابة الثانوية . وعندما يسقط الضوء على عيون الحيوان يمر مؤثر الى الجهاز العصبى ويسبب اطلاق مواد كيماوية أو هرمونات فى الدم وتمدد حاملات اللون أو تنقبض تبعاً للمؤثر والهرمونات التي يطلقها .

ولا تستقبل خلايا الصبغ أو العيون فى السرطانات الناسكة مؤثر الضوء العادى عندما تكون فى الظلام وتنقبض حاملات اللون ويظهر الحيوان باهتا ، وتتنبه العيون بطريقة خاصة اذا كانت الحيوانات على سطح داكن فى النهار ، أى من النوع الذى يمتص أشعة الضوء ، وينطلق هرمون يسبب تمدد حاملات الصبغ ويصير لون الحيوان داكنا ، وسيطلق على هذا الهرمون توافقيا « ب » أى الهرمون الذى يطلق استجابة للسطح الأسود (تسمية هجين) . واذا كانت الحيوانات فى ضوء النهار على سطح باهت أى سطح ذى ضوء مبهر تتنبه العيون بطريقة مختلفة وينطلق هرمون ثان ، وهذا هو هرمون « و » أى الهرمون الذى يطلق استجابة للسطح الأبيض . والسطوح السوداء والبيضاء التي تستعمل فى تجارب المعمل هي حالات نهائية للسطوح الباهتة والداكنة التي تحتاج اليها الحيوانات لتنظم أنفسها تحت ظروف طبيعية .

ان لون السرطانات الناسكة الوردى على سطح أسود ولونها الباهت على سطح أبيض هما غالبا تأثيران ثانويان . ولكننا نرى

أن صفة اللون الباهت أو اللون الوردى تتغير تبعا لشدة الضوء وهذا على ما يظهر ناشئ عن تأثيرات ابتدائية وثنائية تعمل سويا أحيانا أو متضادة أحيانا أخرى . هذا كاف من جهة تغيير اللون في الجزء الأمامى من جسم السرطان الناسك ، ولكن ماهى حالة الذيل وهو منثن داخل الصدفة ولا يستقبل عند طرفه أو حتى عن قرب من مدخل الصدفة أى ضوء ؟ فلربما تكون حاملات اللون غير موجودة أو ضعيفة من عدم الاستعمال ، وحقيقة الأمر أنها حسنة التكوين وحساسة للغاية ومسلكها يعطى دليلا اضافيا هاما كما لمسلك حاملات اللون في الجزء الأمامى من الجسم .

وعند ما يستريح السرطان الناسك في وضعه الطبيعى ورأسه وجسمه (الرأس صدرى) خارج الصدفة وذيله (البطن) داخلها ، فهذا يعنى أن الرأس في الضوء والذيل في نصف ظلام أو في ظلام تام . فلا بد والحالة هذه أن يرى التأثير الابتدائى للضوء واضحا وتكون الحالة كالاتى : ضع سرطانا ناسكا في اناء أسود تحت ضوء شديد وبذلك يصير طرف الرأس قرمزيا لامعا ، فاذا بزعته من صدفته بسرعة تشاهد أن الذيل باهت تماما ، ولكن عندما ترقبه فانه يينع بلون وردى لطيف ويكون في غضون عشر دقائق قرمزيا كلون الرأس ، ويسبب كل من الضوء ومؤثر الهرمون تمدد حاملات اللون في الذيل . فحينما كان الذيل في الظلام استقبل هرمون « ب » مع بقية الجسم ، ولكن لم يكن هذا الهرمون بقوة كافية ليتبارى بنجاح مع تأثير

الضوء الابتدائي (عدم وجود الضوء حقيقة) الذي كان سائدا ،
وأرغم حاملات اللون لتبقى منقبضة .

ولنأخذ مثلا آخر : اذا كانت السرطانات على سطح أبيض في
ضوء خافت تجد أن كلا من حاملات اللون المكشوفة والمختفية
انقبضت ، وهذا ناشئ أصلا عن تأثير ثانوي مع تأثير ابتدائي
معاون له . فاذا تحركت السرطانات بعد ذلك الى ضوء لامع فان
التأثير الابتدائي يسبب تمردا جزئيا لحاملات اللون المكشوفة ،
بينما تبقى الحاملات المختفية منقبضة .

وعلى ذلك يمكن الاستنتاج بأنه فيما يختص بالجزء الأمامي
للسرطان الناسك يستطيع تأثير الضوء المباشر أن يحسن ملاءمة
السطح التي حدثت خلال العيون أو قد ينقصها ولكن بدرجة
لا تكفي لاتلاف قيمتها . أما بخصوص طرف الذيل في السرطان
فان تأثير الضوء المباشر يتعالى على استجابة السطح التي تسببها
الهرمونات، ولكن بما أن الذيل مختلف فلا يكون لذلك أى اختلاف
لتناسق السطح للحيوان . ويبدو من المعقول الظن بأن حاملات
اللون المختفية تكون أكثر حساسية للضوء من حاملات اللون
المكشوفة .

السرطانات بدون أصداف

اذا نزعت السرطانات الناسكة من صدقاتها فبعد يوم أو بعض
يوم تحدث الملاءمة للسطح بدرجة واحدة فوق الجسم كله .
وليست عملية نزع السرطان أمرا هينا . فالحيوان يتعلق بشدة

داخل صدفته بواسطة ماسكات على الأرجل الدقيقة في طرف ذيله ، وجذب الحيوان يتلفه دون أن يخرج ، ويجب أن تفتح الصدفة بعناية وحذر بآلة قوية كجفت العظم مثلا ، ولا يمكن عمليا كسر الصدفة بسرعة كافية للتأكد من مشاهدة حالة خلايا الصبغ قبل أن يؤثر الضوء عليها . ولهذا جهزت صدقات صناعية يمكن نزع الحيوان منها في ثوان قليلة وهي عبارة عن أنابيب زجاجية واسعة الفم من وزن خفيف جدا ومحاطة بأكياس من طبقات من المطاط السميك وتثبت في مكانها على الحيوان بواسطة طوق سهل الفصل ، كما تستطيع السرطانات أن تتحرك بهذه الصدقات بسهولة .

وثمة حيوانات قشرية أخرى مختلفة - مثل بعض أنواع جراد البحر المقرفص (جلاتيا) - تشبه السرطان الناسك الكبير في أن لها جهازا بسيطا لحاملات اللون بأصباغ حمراء وصفراء ، ويختلف لونها من قرمزي باهت على سطح باهت الى أحمر خفيف على سطح داكن وتصير كلها في الليل باهتة ونصف شفافة.

تغيير اللون في الجمبري

ان كل حامل لون في السرطان الناسك يحتوى على صبغ واحد فقط ، وهذا حقيقى بالنسبة الى بعض خلايا الصبغ المتناثرة في الجمبرى ، ولكن أغلب الخلايا وهي المسئولة عن تأثيرات اختلاف اللون العظيمة تحتوى على صبغين اثنين ، وتوجد في براغيث البحر ثلاثة أو أربعة أصباغ معا . والجمبرى له حاملات لون

أصفر صغيرة متناثرة على سطح جسمه عموماً وحاملات لون أحمر أخرى صغيرة على صفائح ذيله أو الطرف البطنى وبه حاملات لون كبيرة محتوية على كل من الصبغين الأحمر والأصفر منتظمة فى شرائط وتجمعات على مواضع مختلفة على الجسم وتصنع نسقا محدودا ، وتوجد هنا وهناك فى مواضع متناسقة حاملات لون كبيرة أخرى محتوية على أصباغ بيضاء أو صفراء معتمدة مع نقطة مركزية من صبغ أحمر ، وسيشار إليها كحاملات لون أبيض (صورة ١١ - ١٢) .

والجمبرى الحى شىء جميل حقا اذا فحص عن قرب ، وتظهر عضلاته التى تكون الكثير من الجسم خلال غطاء الكيتين الشفاف الذى يشبه زجاجا خفيف العتمة ، وعلى هذا السطح يوجد الصفوف والنقط من خلايا الصبغ الملونة فى الجلد الشفاف . ولا يمكن رؤية الجمبريات الموجودة فى مستنقع رملى أو فى ضوء ما لم تتحرك لأن نسق ألوانها يكون متقنا مع الرمال الممتدة حولها . وتبين عدسة يدوية قوية أن حاملات اللون الكبيرة فى أعمود الشرائط لها صبغ أحمر مترکز فى ذرات من لون ، ولكن صبغها الأصفر وصبغ حاملات اللون الأصفر الموجودة على السطح العام تنتشر على اتساع مناسب ، وينتشر الصبغ فى حاملات اللون الأبيض تماما ويصنع كل منها نقطة بيضاء واضحة . وحينئذ فالجمبرى له نقط بيضاء وصفراء باهتة على جسمه نصف الشفاف مع آثار من اللون الأسود تعاونت فيه العيون والصبغ الداكن الذى يبين طريق امتداد الحبل العصبى

– ويتم التأثير للانغماس مع الرمل الباهت الأرقط تماما .
ومع ذلك اذا وضعنا شبكة خلال مجموعات كثيفة من
الحشائش المائية الداكنة مدلاة من صخور سائبة في الماء أو في
مستنقع صخري مغطى ببساط من الحشائش فالجمبريات التي
تجمع منها تعرض شرائطا لامعة على أرجلها وجسمها ولونا
أحمر عام ، وتظهر كلها أكثر صلابة وتلوينا من الجمبريات التي
تجمع من الأراضي الرملية ، وتنتشر الأصباغ الحمراء والصفراء
جيّدا وتكون حاملات اللون الأبيض أقل وضوحا .
(صورة ١٠) .

وإذا وضع بعض هذه الجمبريات الداكنة في اناء كبير أبيض
وبقاعه رمل وروقت يظهر تغير تمثيلي كامل . فتبدأ بقعة زرقاء
رائقة بأن تحيط بكل خلية صبغ محتوية على لون أحمر ، وفي
حدود هذه البقعة الزرقاء تقصر التفرعات الحمراء وتغلظ حتى
تتجمع كلها في عقدة مركزية وينسحب الصبغ الأصفر أيضا
ولكن ليس بدرجة كاملة كالصبغ الأحمر ، وتصير حاملات
اللون الأبيض واضحة وينتشر الأزرق تدريجيا أكثر فأكثر
وتتلاشى في مدة تتراوح من ساعة ونصف الى ساعتين ، ويكون
الجمبرى الآن متناسقا مع سطحه الرملى . وطبيعة هذا الصبغ
الأزرق المؤقت الذي يصاحب انقباض (وتمدد بدرجة أقل)
حاملات اللون الأحمر ووظيفته غير مفهومين تماما حتى الآن .
وتبدأ ملاءمة الجمبرى اذا تقل من سطح داكن الى سطح
باهت بسرعة فائقة ويكون الصبغ الأزرق واضحا في حدود

دقيقة الى دقيقتين ، وبأخذ الانقباض الاساسى فى الاصباغ الحمراء والصفراء مدة تتراوح من اثنتى عشرة دقيقة الى خمس عشرة دقيقة . ويبدو أن التأثير يتم فى ثلاثين الى أربعين دقيقة بعد عملية نقل الجبرى ، ومع ذلك يتأخر التعادل التام مع السطح حتى اليوم التالى عادة . والنقل العكسى للجبرى من سطح باهت الى سطح داكن يبدأ أكثر بطئا ويأخذ وقتا أطول لكى يتم ، وتمر ثلاث أو أربع دقائق قبل أن تبدى الأصباغ أى علامة للتحرك . ويأخذ التمديد الاساسى فى الأصباغ الحمراء والصفراء حوالى عشرين دقيقة ، وتتم الملاءمة المتقنة فى مدة تتراوح من أربعين الى ستين دقيقة ، وتتم تفاصيل الضبط النهائى فى غضون اليوم التالى . ويظن الشخص لأول وهلة أن ضبط السطح يتم فى ساعة واحدة ، ولكن اذا وضعت مجموعة من مثل هذه الجبريات فى اناء أسود كانت به جبريات أخرى قبل ذلك بثمان وأربعين ساعة أمكن تمييز المجموعتين بنظرة واحدة .

وتنتج غالبا عمليات الضبط لحالات السطح فى الجبرى من مؤثرات على العين وتكون حينئذ من طبيعة الاستجابة الثانوية ، وتكون الاستجابة الابتدائية للضوء قوية أيضا كما هى فى السرطان الناسك تماما . ولا تستطيع الجبريات الموضوعية فى اناء باهت أن تعيش بدون لون كلية اذا كانت فى ضوء ساطع . ولكن اذا نقل الاناء فى الظل فانها تتم ملاءمتها . والتأثير الابتدائى له أهميته لأنه اذا تمت المشاهدات

عنى تغيير اللون فى ضوء النهار فىجب فى نفس الوقت عمل تسجيل لشدة الضوء التى تكون متغيرة جدا عما يتصور الانسان بواسطة خلية كهربائية ضوئية ، ويكون العكس اذا تم العمل فى حجرة مظلمة فى وجود مصدر ضوء صناعى لا يتغير. وتظهر الاستجابة الابتدائية للضوء تحت هذه الظروف . والجمبريات التى تتلاءم مع سطح أبيض فى الضوء ثم تنقل الى ظلام تبقى باهتة . والآن اذا نقلت فى الضوء وهى فى الاناء الابيض تبدأ جميع الأصباغ فى التمدد بسرعة حتى تكون الجمبريات قرمزية تماما ، على أنها تبتهت ثانية فى الحال وتتم التناسق للسطح . ويسبب الضوء تمدا سريعا لجميع الأصباغ ولا تستطيع الأصباغ الحمراء والصفراء أن تنقبض حتى اذا انطلق هرمون السطح الباهت وبكمية كافية فى الدورة الدموية (نتيجة للاستجابة الثانوية خلال العيون) وبذلك يتغلب تأثير الضوء .

ويمكن القيام بعملية ضبط مفيدة على مدى تأثير الضوء الابتدائى وذلك بواسطة حجب عيون الحيوانات . فتدهن العيون بمخلوط متيس من هبوب المصباح والكلودين الذى يكون فى التغطية لا ينفذ الضوء منه ولا يضر العيون ، ويمكن ازالته بسهولة ، وتعرض الحيوانات أيضا بعد تغطية عيونها انتشارا أو تجمعا قليلا للأصباغ تبعا لشدة الضوء الذى تستقبله . ويجب أن يذكر أن حاملات اللون الأبيض فى نوع من الجمبرى (لياندر سراتس) يكون أغلبها خاليا من

ضابط الهرمون ان لم يكن جميعها ولكنها حساسة جدا للضوء . ومن المحتمل أن تكون حاملات اللون الأبيض في جمبرى المياه الآسنة (بليومنيثس قريانز) خاضعة لسيطرة هرمون ولكن من مصدر مختلف عن سيطرة الهرمونات التي تنظم حاملات اللون الأحمر والأصفر .

وبرهنت حالة اللون في الحيوانات أثناء الظلام على أنها غالبا محيرة بعض الشيء . فمعظم الحيوانات التي تكون حاملات اللون فيها خاضعة لسيطرة من الهرمونات تتخذ حالة وسطا من لون باهت نوعا في الظلام . وهناك حالة مختلفة تماما تعرضها الجمبريات التي صارت ملائمة لسطح معتم في ضوء النهار ، وتبقى على هذا السطح عند ما يبدأ الظلام ، وتصير في الظلام أشد احمرارا وتعمل على تمديد الصبغ الأحمر الذي لا يرى مطلقا وقت النهار . ويبدو أن الظلام يهيبء مؤثرا له صفة فريدة ويظهر أن هذه الحالة نشأت عن الحقيقة بأن الحيوانات التي تتلاءم مع سطح أبيض في الضوء تأخذ أحيانا لونا أحمر جزئيا أو كليا اذا جن الظلام عليها فجأة .

والعمل الذي يقوم به الظلام كمؤثر موضوع يستحق كل استحسان . وقد ذكر فيما سبق أن الحيوانات التي بها حاملات لون خاضعة لسيطرة هرمونية تمر في طور باهت أثناء الظلام وهذه حالة وسط في مسلكها تقريبا . ويهيبء الظلام دون شك حالة أو مؤثرا مختلفا تماما عما يشاهد أثناء حالات ضوء النهار، ويظهر أن هذا حقيقى في الانسان . ويقرر الأستاذ ف . الن

الذي قام بأبحاث واسعة عن ابصار اللون في عين الانسان أنه حين تتأثر شبكية عين واحدة بضوء من لون طيفي صاف (كالأحمر مثلا) فوق شدة خاصة تتحسن حينئذ حساسية العين الأخرى لاحساسات اللون الأحمر والأخضر والبنفسجي وخصوصا لما يكون منها مكملا للون التأثيرى . ولكن اذا نزل مؤثر الضوء تحت شدة خاصة تقدر بحوالى ٢٥ر٠ مترشمعة للضوء الأبيض يكون التأثير على الشبكية في هذه الحالة مضادا في مسلكه ، فهو يوقف أو يخمد الحساسية لاحساسات اللون الثلاثة جميعها ، وبذلك تصير صعوبة الابصار في الضوء المعتم مزدوجة : جزئيا لأن الضوء يكون ضعيفا ، وجزئيا لأن الضوء المعتم يقلل من حساسية الشبكية ، ويضيف أنه في حالات مرضية خاصة تستريح العيون من الاجهاد نوعا في الضوء المعتم عنه في الظلام ، وهذا ما يستعمل دائما طبيا في حجرة المريض بواسطة الممرضات والأطباء .

وصادف جميعنا دون شك تأثير نور الغسق المريح المناسب على العيون . والظلام مختلف جدا - فتحاول العيون أن تسبر غوره ويبدو الظلام مخيما عليها . واذا أغلقنا عيوننا وحجبنا الظلام عنها يزول هذا الشعور البسيط بالاجهاد . وقد يكون لمثل هذه الأشعة التي توجد في الظلام تأثير قوى ، وتكون العيون على الأخص حساسة لها لكونها المؤثر الوحيد الموجود . وحقيقة ما كتب عن ابصار اللون بواسطة الأستاذ الن لا تمنع مقارنة عين الانسان بعيون الحيوانات المختلفة ، ولا شك في أن براغيث البحر والجمبريات لها حاسة لون .

ضبط تغيير اللون بواسطة الهرمونات

اكتشف بركنز الهرمون الذي يقبض حاملات اللون أثناء الأبحاث التي أجراها على جمبرى الماء الآسن (باليومنيتس) فى أمريكا . وليس هناك ما يحقق كيفية حدوث تغيير اللون ، ولو أن أطوار هذا التغيير درست جميعها من قبل بواسطة باحثين مختلفين . وكانت الفكرة السائدة أن حاملات اللون يسيطر عليها الجهاز العصبى ، ومع أن تأثير الهرمونات فى الحيوانات الفقارية كان معروفا جيدا فوجودها فى الحيوانات البديئة بدىء فقط فى اكتشافه .

ولم يستطع بركنز أن يجد دليلا على أن حاملات اللون فى الجمبرى خاضعة لسيطرة عصبية ولكنه وجد دليلا واضحا على أنه يسيطر عليها شىء ما يجرى فى الدم . فاخترع طريقة منظمة لوقف الدورة الدموية عن طرف الذيل فى الجمبرى واطلاقها ثانية حسب ارادته من غير أن يصيب الحيوان بأى أذى . فأخذ واحدة من الجمبريات وحاملات اللون فيها متمددة وأوقف الشريان الرئيسى الى الذيل ، ثم وضع الجمبرى على سطح أبيض ، فوجد أن حاملات اللون فى الجزء الأمامى من الجسم منقبضة ، ولكن حاملات اللون فيما وراء الشريان المغلق بقيت متمددة ، وعند ما أطلق الشريان انقبضت حاملات اللون الموجودة فى طرف الذيل أيضا . ويبدو أن هرمونا جهاز فى الجزء الأمامى من الجسم ووزع فى كل مكان بواسطة الدورة

الدموية . وحدد بركنز موضع الغدة التي تجهز هذا الهرمون في سويقة العين ولم يتمكن من اكتشاف الهرمون الذي سبب تمدد حاملات اللون .

وكان كلر في ألمانيا يعمل في نفس الوقت على سيطرة تغيير اللون في أحد أنواع براغيث البحر (كرانجن) ، فبحث عن المسيطر وحدد موضع الغدة المسئولة عن تجهيز الهرمون الذي يسبب تمدد حاملات اللون . وتوجد الغدة التي تجهز هذا الهرمون في براغيث البحر والجمبريات عند قاعدة الشوكة البارزة من طرف الرأس تماما وتعرف بالغدة الخطمية . ومن السهل الحصول عليها وإثبات وجود الهرمون « و » القابض والعمل الذي يقوم به ، ولا يمكن قول مثل هذا عن هرمون « ب » الذي يسبب التمدد . وقد تعطى الغدة الخطمية أحيانا مادة تسبب دون أن تخطيء مقاومة للسطح الداكن وقد لا تأتي بأية نتيجة مطلقا في أغلب الأحيان. ويبدو أن القصة لم تستكمل حلقاتها بعد .

وطرق الأستاذ هجين ومساعدوه هذا الموضوع ثانية بطريقة وجدت ناجحة للغاية في حالة الفقاريات ، وتقوم هذه الطريقة على أساس وضع رسم بياني للوقت في أطوار تغيير اللون المختلفة . وأجرى ه . ج . اسميث هذه الطريقة على الليجيا وأثبت أن هناك هرمونين لهما أهميتهما في تغيير اللون في هذا الحيوان (صورة ٩) وطريقة تفسير افتراض الهرمونين لهذا الحيوان مبينة في (ملحق ٣) .

كيف تنظم العيون إنتاج الهرمون

ان دراسة العيون في حيوان الليجيا تبين بوضوح كيف أن المؤثرات المختلفة للضوء المباشر والمنعكس تستدعى الهرمونات التي تحقق استجابة اللون الصحيحة . وعرف فيما سبق أن وحدات العين أو العينات في بعض الحيوانات ذوات العيون المركبة ليست جميعها متشابهة من خصوص طريقتها في استقبال الاشعاعات مما ساعد على اضافة دليل آخر .

وليست العيون في الليجيا ذات سويقات كما هي الحال أيضا في السرطانات والجمبريات ولكنها موضوعة على جانبي الرأس . وزيادة في الايضاح فهي تشبه أنصاف حبوب الفاصوليا ، وكل نصف موضوع على أحد جانبي الرأس وسطحه المستدير الى الخارج . وأيدت التجارب التي لا يتسع المقام لوصفها هنا أن كل عين تحتوى على منطقتين ، ولكل منطقة وظيفة مختلفة عن الأخرى ، منطقة علوية « د » وتستقبل ضوءا يسقط عليها مباشرة من أعلى ومنطقة سفلية جانبية « ل ف » وتستقبل ضوءا يسقط عليها من الجوانب ومن أسفل . وتتأثر المنطقة العلوية « د » بالضوء على سطح أسود ، ولكن المنطقة السفلية الجانبية « ل ف » لا تستقبل أى مؤثر ضوئى لأن الضوء في هذه الحالة الأخيرة يمتصه السطح الأسود . وتتأثر المنطقة العلوية « د » بالضوء المباشر على سطح أبيض ، وفي نفس الوقت تستقبل المنطقة « ل ف » ضوءا

متناثرا بواسطة السطح الباهت، ويمكن حدوث حالات متنوعة كثيرة على هذا النمط ولكن النتيجة الفسيولوجية هي كالآتي :
عندما تتأثر المنطقة «د» يوجد انتاج من الهرمون «ب» وعندما تتأثر «ل ف» أو «ل» أو «ف» فقط يوجد انتاج من الهرمون « و » . ونستطيع الآن أن تصل الى رأى أكثر وضوحا عن آلية الهرمون لأى طور من أطوار تغيير اللون .

فلنعبر أن الحيوانات الباهتة تنقل الى الظلام . فعند ما تكون على سطح أبيض تتأثر جميع وحدات العين وينطلق كل من هرمون « ب » وهرمون « و » ولكن يكون الهرمون « و » بكمية زائدة تحجب الهرمون « ب » ، وعندما يوضع الحيوان فى الظلام تستقبل جميع أجزاء العين مؤثرا جديدا ويبدأ انطلاق كل من هرمون « ب » وهرمون « و » فى النقصان ويتوصل الى ضبط متبادل فى الحالة التى سبق اعتبارها .

وتأيدت آلية الهرمونين لبراغيث البحر الآن منذ تاريخ ظهور أبحاث كير . ويوجد كل احتمال على أن هذه الطريقة يمكن تطبيقها أيضا فى حالة الجمبريات ، والجزء الأسفل من العين هو المسئول عن ملاءمة السطح فيها .

تغيير اللون فى السرطانات الشاطئية الصغيرة

ان المستنقعات الصخرية الضحلة والأجزاء العليا من الشاطيء هى مربى السرطانات الشاطئية الصغيرة ، وتعرض هذه

الكائنات التي يبلغ عرضها ٢ الى ٤ سنتيمترات اختلافات كثيرة في اللون والشكل ، وقد تكون ذات لون رملي أو أخضر باهت أو مرقطة كالبقعة الرقطاء ، وتعرض كلها تغييرات اللون العادية استجابة للسطح والظلام ، ولكن يعرض النوع الباهت والنوع الأرقط تغييرات أكثر وضوحا .

ويمكن مشاهدة حاملات اللون على أرجل هذه الحيوانات بسهولة جدا ، لأن الكيتين فوقها شفاف للغاية . وتوجد مجموعات من حاملات الملين ومعها بقع من حاملات اللون الأبيض ويظهر على الجسم صبغ أحمر مع ملين في نفس حامله الملون ويكون اللون الأبيض غزيرا خصوصا في مناطق الخياشيم . وتعرض هذه الأفراد صغيرة السن ملاءمتها للسطح في حدود ثلاثين دقيقة وتزول منها هذه المقدرة تدريجيا عند ما تكبر ، حتى اذا بلغ عرضها بوصة ونصف بوصة تحتاج الى يوم أو يومين لاتمام الملاءمة . ولا تعرض السرطانات ذات الصبغ الداكن أى تغيير بالمرّة ، ولو أنه يمكن ملاحظة هذا أيضا في السرطانات الكبيرة ذات اللون الأخضر الأصفر الباهت . وما الحالة العادية في السرطانات المسنة الا لكي تكون حاملات اللون كلها متمددة على الدوام . وبينت التجارب أن السرطانات المسنة تنتج كمية كبيرة من هرمون « ب » وقليل ان كان هناك شيء من هرمون « و » ، وتكون لهذا الهرمون الأخير غالبا علاقة حقيقية يترسب الكالسيوم أو الجير في صدفه براغيث البحر وما على شاكلتها . ومن المرجح أن تكون قلة الهرمون « و » أو عدم وجوده

مرتبطة بالترسيب الثقيل للكليسيوم في الصدفة السمكية .
ومما يثير الاهتمام حقا أن الهرمون « و » يجب أن توجد
له وظيفة أخرى بالاضافة الى عمله في تنظيم تغيير اللون .
وربما سيوجد أن الهرمون «ب» له بعض الخواص الفسيولوجية
الأخرى ، ويبدو أن وجود هرمونين مستديمين في الجسم بدون
أن يكون لهما مغزى فسيولوجى عام بجانب عملهما على
حاملات اللون أمر مشكوك فيه . والغدة النخامية التي تحكم
تغيير اللون في الفقاريات الدنيئة لها وظائف أخرى متعددة .

جمبرى عيسوب أو جمبرى حربائى « هبوليت »

ان أطوار اللون في الجمبرى الحربائى الدقيق أكثر وضوحا
منها في الجمبرى العادى وتظهر تحت ظروف مختلفة نوعا .
وهذا الجمبرى الصغير الذى لا يزيد طوله بأى حال عن
بوصة واحدة شائع بكثرة لا بأس بها فى المستنقعات الصخرية ،
ولكن بالنسبة الى صعوبة رؤيته لا يكتشف الا نادرا ، وهذا
راجع جزئيا الى أنه يتناسق بدقة مع طحالب البحر التى يعيش
عليها ، وجزئيا لأنه يتعلق بالحشائش أثناء ساعات ضوء النهار
من غير أن يتحرك . وأحسن طريقة للعثور عليه هى بتمرير
شبكة عدة مرات بين تجمعات الطحالب فى المستنقعات وأن
تنقل محتوياتها فى وعاء مسطح ، وتتساقط هذه الحيوانات
أحيانا اذا اهتزت مجموعة من الطحالب بشدة فوق وعاء به ماء
البحر .

ويكون لون الجمبري الحربائي أخضر عند ما يستريح فوق الطحالب الخضراء ، ويأخذ ثانية لون الوسط الذي يحيط به تماما على الظلال المختلفة للطحالب السمراء والحمراء . ولكن اذا فرض أن هذا الكائن سقط من مكانه وحمل بعيدا - وهو سباح ضعيف - وقد لا يستطيع أن يجد طحلبا باللون الصحيح الذي يتمكن من الاختباء فيه ، لذلك يتخذ الحيوان لنفسه لون مسكنه الجديد بكل ما يمكنه من سرعة ، وتتم هذه العملية خلال أسبوع واحد ، وتكون هذه الجمبريات عادة بلون واحد على الجسم كله. ويعمل الحجم والشكل والوضع على اظهارها كفرع الطحلب الذي تتعلق به تماما ، وهذا مثل للمشابهة الخاصة لشيء معين بخلاف المشابهة العامة التي يعرضها الجمبري العادي بدرجة كبيرة من تأثير السطح .

ويدبر الجمبري الحربائي جميع تأثيراته اللونية بأصباغ حمراء وصفراء وزرقاء ويعرض اللون الأصفر والأزرق مخفيا اللون الأحمر عند ما يكون على طحلب أخضر ، وينتج ألوانا أخرى بتنظيمات أخرى مناسبة . ويحتوى كل حامل لون على الثلاثة الألوان كلها .

ويقضى الجمبري الحربائي الأسابيع الأولى من حياته مندفعا في الماء السطحي بعيدا عن الشاطئ ، ويحمل الى جانب الشاطئ ككائن شفاف دقيق ويستقر على أول طحلب يجده مصادفة ، وتظهر حاملات اللون في الحال ويأخذ الحيوان لون مسكنه . ومع أن هذه الكائنات الصغيرة ساكنة ولها منظر أصم في وقت

النهار ، فهي تتعرض لتغيير شبيه بالسحر أثناء ساعات الظلام وتصير أجسامها بلون أزرق نصف شفاف لطيف وتندفع هنا وهناك لتتغذى بالطحالب البحرية الرفيعة والحيوانات الحية الدقيقة التي توجد بينها . وانها لذكرى لا تنسى اذا نقلت مجموعة من هذه الأشباح المائية الدقيقة من غرفة مظلمة الى دائرة من الضوء ولمدة بضع ثوان للتمتع بمنظرها الفتان ، وبعد ذلك - كقصة الشبح الذهبى القديمة التي تحول فيها الشبح فجأة الى قبضة من أوراق الأشجار الميتة - تصير الحيوانات بلون سنجابي أسمر كئيب أى أن اللون الأزرق يتخلى عن مكانه للظلال الهادئة السابقة .

تغير اللون في الحبار (سيبيا) وأقاربها

ربما تعرض مثل هذه الكائنات الغريبة كالحبار والأخطبوط والأسكويد وسمك الشيطان (الرخويات - قسم الرأس قدمية) أكثر استعراضات اللون اعجابا .

ويعيش الأخطبوط مختلفيا في شقوق بين الصخور أو يسبح قريبا من القاع الصخري ، وقد يتدرج لونه من قرمزي كئيب الى رمادى بشع تشابها بما يحيط به . ويتغذى الأخطبوط أساسيا بانسרטانات ويظل يرقبها بامعان وهو قابع في شقه ، وعندما يأتى سرطان على مقربة منه يدفع بأذرعه القوية المرصعة بالملصقات ويمسك بفريسته . ويعثر على الأخطبوط غالبا في وعاء صيد

السرطان (نوع من الشباك) الذى قد يدخله لياكل السرطانات التى أسرت فيه .

ويبقى الحبار وهو سباح نشيط قريبا من قاع البحر ، وقد يخفى نفسه فى الرمل ، وقد يندفع وراء فريسته أو يبقى فى مكانه .
وله جعبتان تخرج منهما زوجا من اللوامس الطويلة التى لها تأثيرها على الفريسة .

والاسكويد كائن سريع الحركة وله جسم طويل مستدق الطرف ويعيش عادة فى المياه السطحية ويتغذى بالأسماك ، وتشاهد جموعه متعقبة أسراب الأسماك . وتعيش فى المياه السطحية أيضا أنواع دقيقة من الحبار لها أجسام بيضاء لؤلؤية .

ولا يقيم اللون فى عالم الحيوان أى اعتبار للأشخاص ، وتستطيع هذه الكائنات ذات المنظر الغريب بعيونها الكبيرة المستديرة وبمناقيرها التى تشبه مناقير الببغاوات ولوامسها المشؤومة أن تقبض على مراقب مفتون باستعراضات ألوانها الاحتيالية الجميلة . وشاهدت مرة حبارا صغيرا استحضر للتو فى شبكة وكان ملقى على سطح قارب الصيد وظهر الجلد فوقه مثل الالبستر منتشر عليه موجات منظومة بلون وردى ، وهذه أخذت تدبل ولكن ظهرت تقط من اللون دقيقة وضاءة كاللآلىء بألوان حمراء وذهبية ، ثم اختفت بعد برهة صغيرة ، ثم انتهى الاستعراض لأن الحيوان مات . ويحتفظ بالأسكويد أحيانا فى أحواض مربى الأسماك ، وهنا يمكن مراقبة سرب منه وهو يسبح هنا وهناك وعلى جلدها أمواج رفيعة بلون برتقالى ذهبى وبأصباغ حمراء

دافئة متألقة تظهر وتختفى كأنها حمرة الخجل - وتعرض سمكة الشيطان منوعات لا نهاية لها من الأصباغ الاحتيالية ولو أنها تختلف في اللون من الرمادي الترابي الى الأسود فقط .

آلية اللون

كل صبغ سواء كان أحمر أو أصفر أو أسمر أو أسود تحويه كرة صغيرة جدا يزداد حجمها أو ينقص بواسطة مجموعة مشعة من خيوط عصبية ، وكل خيط منها مزود بعصب خاص . فمثلا ترى كرة الصبغ الأسود عند ما تكون في أصغر حجم كذرة رمادية فقط ، في حين أنها تظهر في أكبر حجم كرأس دبوس صغير أسود ، وهي تأخذ ثلثي ثانية لتتغير من حالة الى أخرى . وعلى ذلك تستطيع سمكة الشيطان أن تتغير من اللون الرمادي الأبهت الى اللون الأسود بسرعة البرق ، ويكون للكرات السوداء تأثيرها غالبا عند ما تكون أشد دكنة ، ويسيطر على استعراض اللون جهاز عصبى عالى النشأة يعمل على مؤثرات تستقبل خلال العيون .

الحركة واللون

كل هذه الكائنات النشيطة المفترسة مجهزة بقوى ابصار عظيمة وعيونها حقيقة دقيقة التكوين كعيوننا وهي مسلحة بمناقير وممصيات ، ولكن أجسامها لينة وصالحة للأكل ، وتنتظر الأسماك وغيرها من السباحات القوية أية فرصة للقبض عليها ، وتحدث

استعراضات اللون عند ما تستفز اما بالازعاج أو المطاردة أو برؤية غذائها الخاص بها وملاحظته . ولا يمكن التعرف على الأخطبوط المتعلق كالخفاش في مشكاته الصخرية بحوض مربى الأسماك في الضوء المتوسط لأن ظلاله الرمادية السمراء تختلط مع الجدران الصخرية ، ولكن اذا قرع بشدة على الزجاج الذى أمامه بالضبط تمر فوق جسمه أمواج بلون قرمزي عميق ويبدأ في أن يلوى لوامسه ويرفع جسمه ويخفضه وكأنه شيطان الصخور الأحمر الداكن عن أى شىء آخر في العالم ، وقد يصير أيضا مخضبا باللون عند ما يقع نظره على الطعام بالنسبة الى الحقيقة بأن لعبه « يبدأ في أن يسيل » . ويصير لون الحبار داكنا عندما يأكل ، اذ حينما تنشط غدده اللعابية ينطلق هرمون كالأدرنالين يؤثر على عقد عصبية لها علاقة بتغيير اللون .

وتنشأ هذه الحمرة « حمرة الجبل » كلية عن أصباغ في الجلد ولا تتسبب عن دم أحمر يندفع على السطح كما في الانسان ، اذ أن دم الحبار لا لون له تقريبا أو له لون أزرق باهت جدا .

ويظهر أن استعراضات اللون هذه ليست لها قيمة تذكر للحيوان في الحصول على طعامه ، ويبدو لأول وهلة أن تأثيرها قد يكون للاعلان عن موضع الحيوان ، ومع ذلك عند ما يصيد الحبار سرطانا فإنه يحتاج الى القيام بمناورة في وضع مناسب لينقض على فريسته وتمر على جسمه في الوقت نفسه أمواج من اللون تعطى تأثيرا تموجيا قد يستخدم لصرف انتباه السرطان حتى تحين لحظة ضربه . وعند ما يأتى دور الحبار ليصاد فكم تبلغ

حيرة الصياد عند ما تظهر فريسته بشكل واحد لمدة ثانيتين فقط في مرة واحدة . وعند ما ينزعج الحبار تماما تظهر على ظهره نقطتان كبيرتان سوداوان تجحطان على سطح أبيض لامع ويمتد انسانا العينين السوداوين كما أن الهلال الأسود البادي تحت كل منهما يجعل التأثير أكثر روعة ، وتصير أطراف الزعانف في الوقت نفسه محاطة باللون الأسود ، ثم يختفى انسان العين كالبرق وتظهر على طول الظهر خطوط سوداء لتخفق وتختفى فقط . فمن عيون سوداء على سطح أبيض الى لون أسود عام ، كل هذه الاستعراضات تتغير الواحدة بعد الأخرى بسرعة ويجد الصياد نفسه في موقف يفضل فيه الانصراف عن المجازفة بصيد في مثل هذه الكمية الغير المعروفة (صورة - ٥) .

وتصاحب استعراضات اللون المختلفة الحساسة هذه أبة حالة من الاثارة وتعلن عنها مهما تكن قيمتها في بقاء الحيوان أو مساعدته في الحصول على طعامه . ويتوافق الجهاز العصبى حسن النشأة والحواس في هذه الحيوانات مع هذه الاشارات الملونة السطحية لحالاتها الوقتية . وعندما تستريح الحيوانات تكون ألوانها هادئة ولا تجتذب الانتباه ، وعندما تستفز ينتج استعراض مختلف الشدة ، ويمكن وضع تفسيرات اختيارية عنه ، وربما يكون الاستعراض شكلا من التغيير الشخصى ، ويمكن الظن بأن ليس له تفسير آخر فى الاسكويد والحبار الدقيق الذى يعيش فى المياه السطحية حيث لا يستخدم كل تعميق فى

اللون الا ليجعل صاحبه أكثر ظهورا للاعتداء أو للفريسة .
ويستطيع الحبار والاسكويد أن يلعبا بورقتهما الرابعة عند
الضرورة ، اذ يحمل كل منهما معه جعبة مملوءة بصبغ داكن ،
وتصير المياه المحيطة به سوداء كالحبر في اللحظة التي يفرز فيها
هذا الصبغ وبذلك يكون القبض عليه مستحيلا .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

الفصل السابع

الحرباية والضفدعة

الحرباء نوع من العظايا (السحالي) يوجد في أجزاء مختلفة من القارة الافريقية ، وهي تعيش في الأشجار والأحراش ويمكن مشاهدتها أحيانا على السياج ونباتات الحدائق . ووصف أرسطو (عام ٣٨٤ - ٣٢٢ ق . م) الحربى وظل السائحون في شمال افريقيا خلال القرون المتعاقبة يخدعون بهذا الحيوان الغريب المنظر وأطوار ألوانه السريعة ، وأصبح مسلك الحرباية مضرب الأمثال واشتهرت أخيرا بكفايات فوق طاقتها الطبيعية الهامة .

والحرباء لها منظر شاذ (صورة - ٧) ، وتبدو رأسها مغطاة بخوذة صلبة ناتئة عند الظهر وربما يكون هذا هو السبب الذى أوعز باسمها الافرنجى الذى يعنى (أسد قزم) * ويجوز أن تكون المشابهة من أجل معرفة الأسد خصوصا عندما كانت

* Ehamaleon — Dwarfllion.

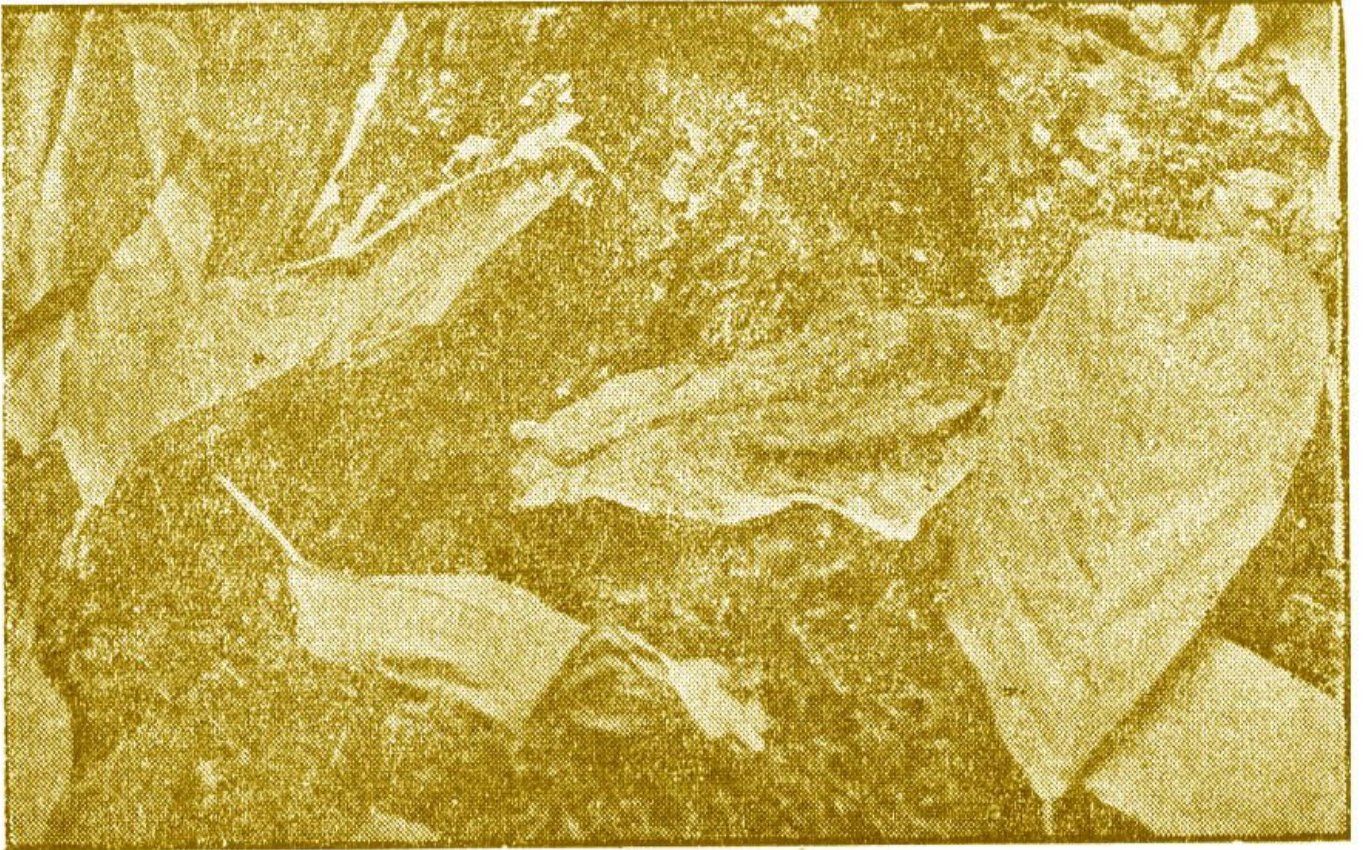
(١)



صورة ١
ابو نباح . الفريق الشرقية البرتغالية



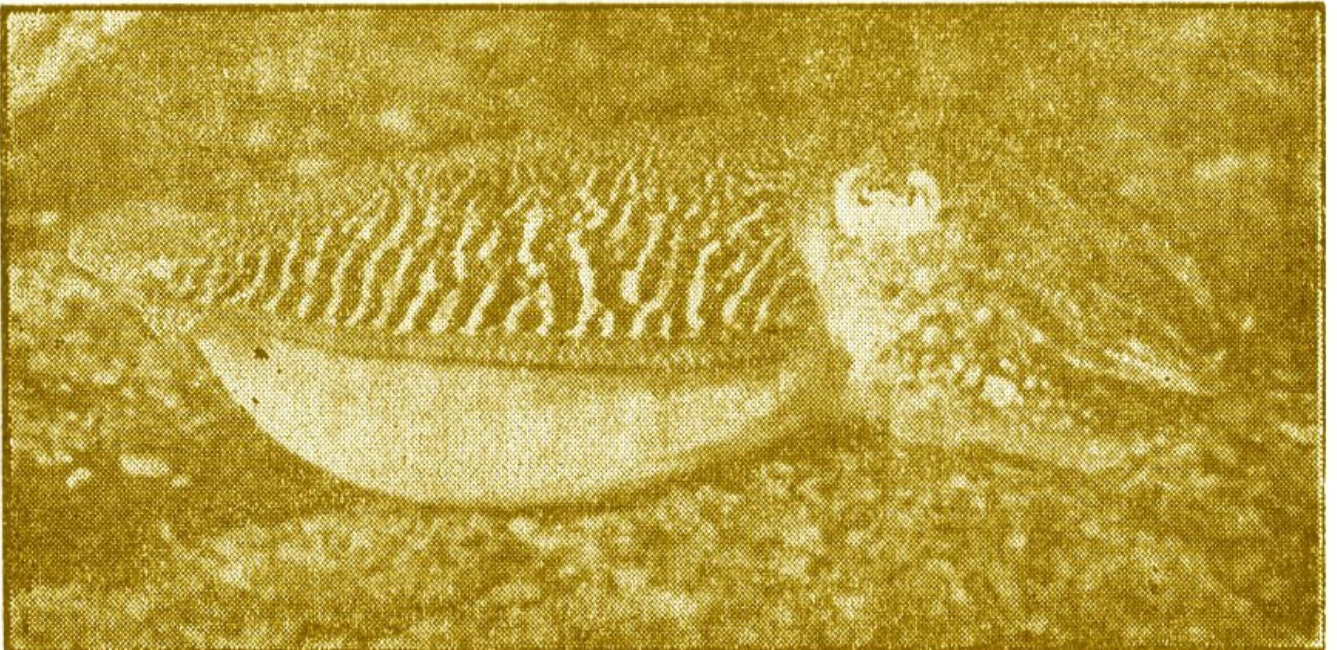
صورة ٢ فرخ ديك الغابة حديث الفقس على أرض غابة



صورة ٣ علجوم من افريقيا الجنوبية (بوفو سوبر سليارز)



صورة ٤ ارانب البحر (ايليزيا بنكتانا)



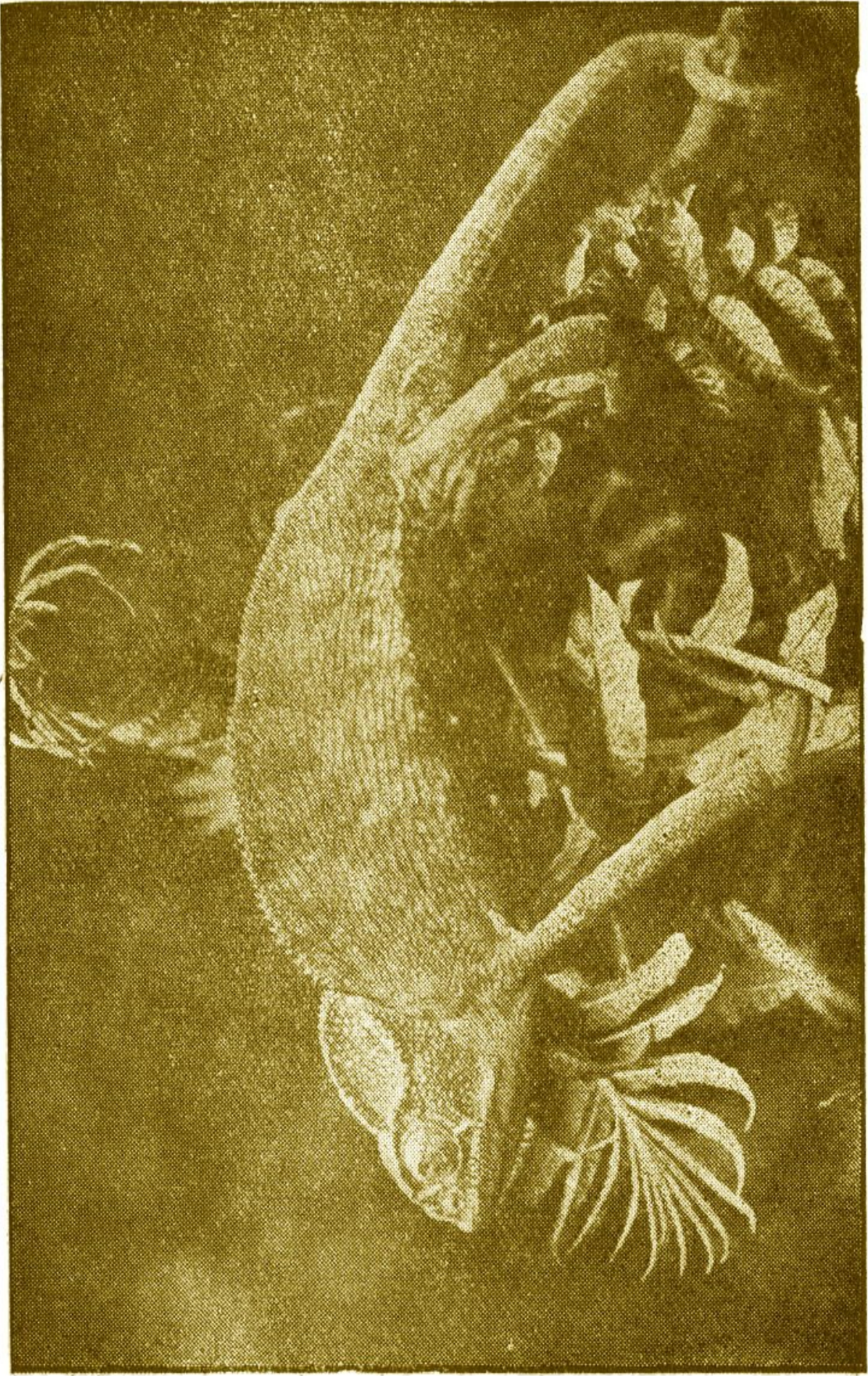
صورة ٥ الحبار مبينا خطوط « حمار الزرد »



(٢)

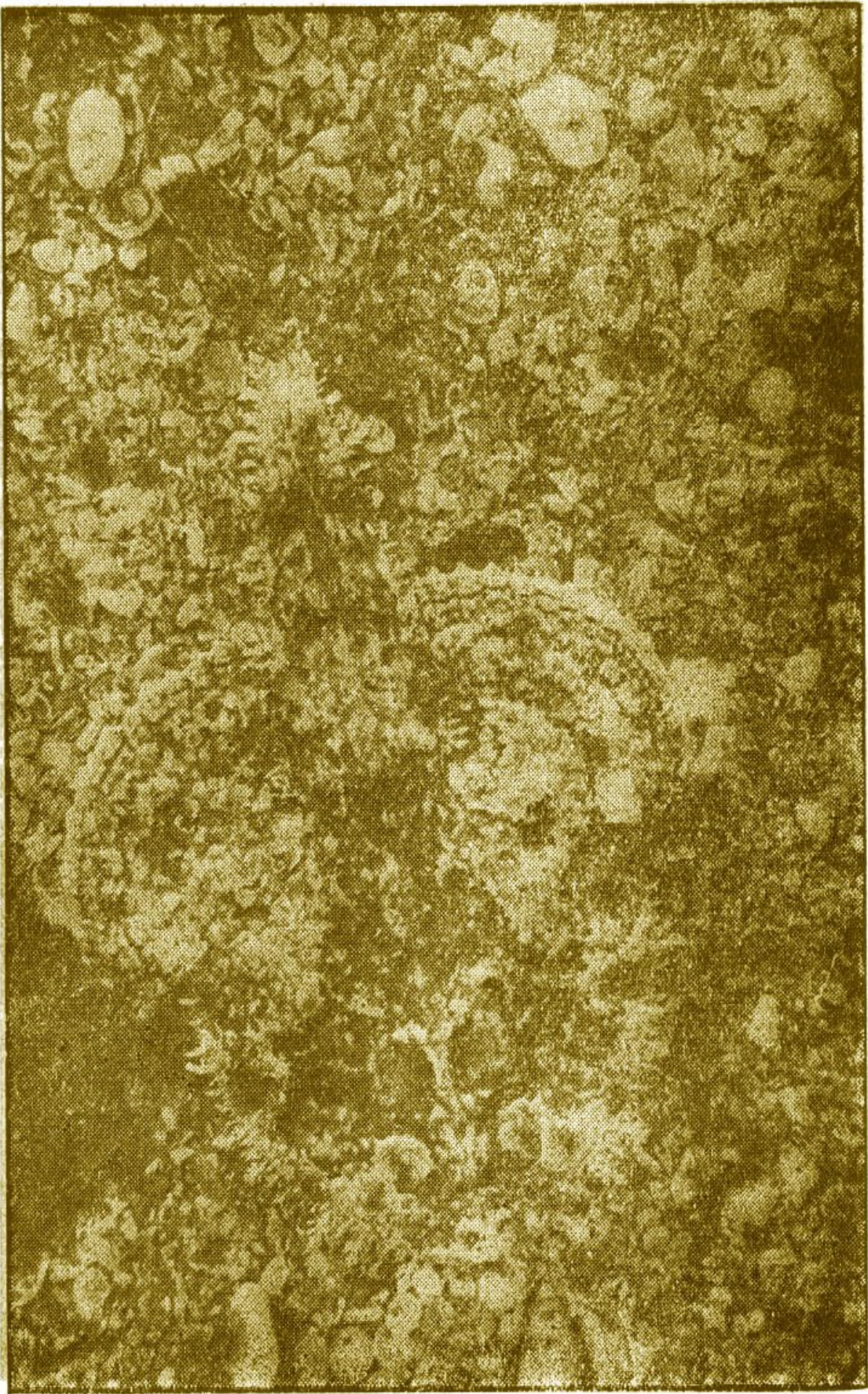
صورة ١

الحال تبين الهيئات الحسية :
 في الصورة اليسرى من كل مجموعة
 يمكن رؤية شكل الحيوان بسهولة
 ويتباين مع هيئة السطح . وبضال
 في الصور الوسطى الوردج خدامي
 في ابيض واسود او اسود وابيض
 وتبقى هيئة الالوردج في كل حالة
 التباين النهلي للسطح الاسود .
 وفي المسور اليمنى يظهر المنظر
 الطبيعي للسطح الذي يتمسم
 تابع الاستطاه اى يعرف اتباه
 المنظر عن هيئة الحيوان .



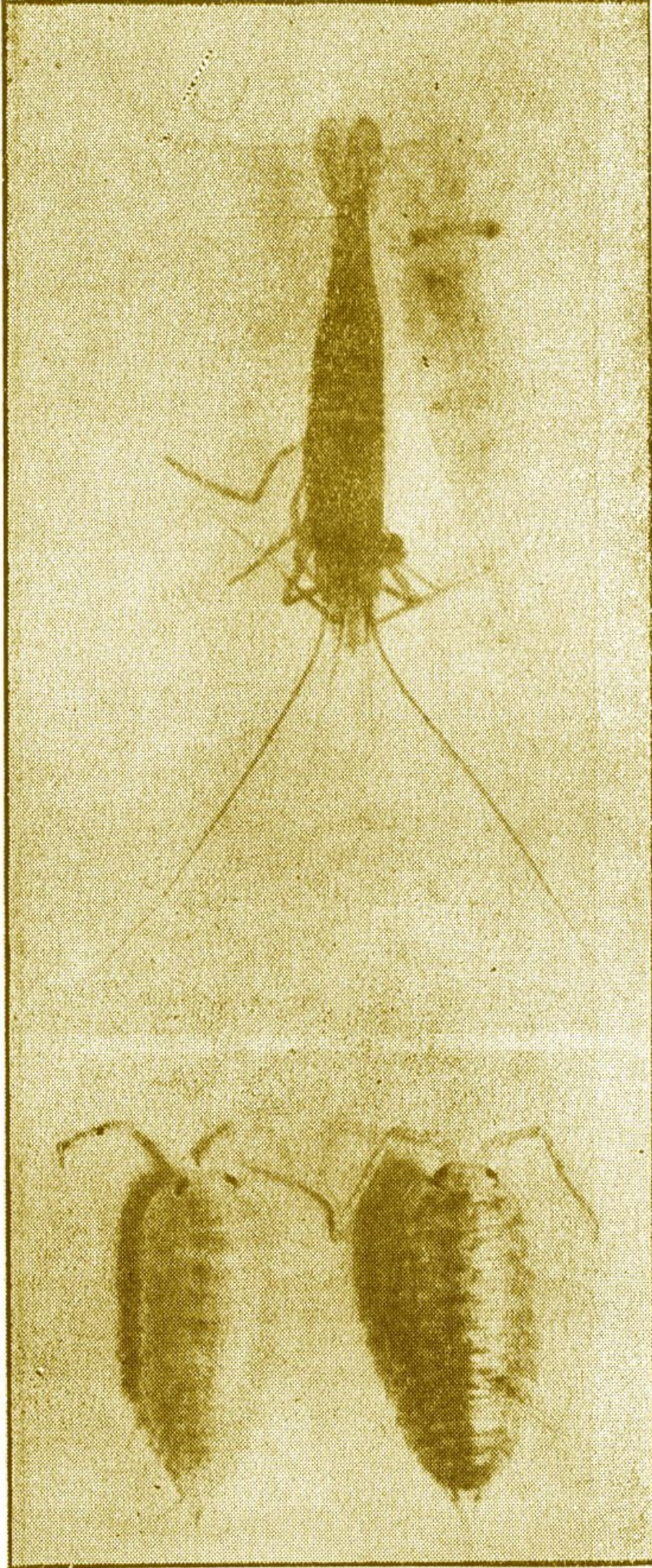
صويرة ٨
خززانة مهملازة

(۵)



www.ibtesamh.com/vb

(٣)

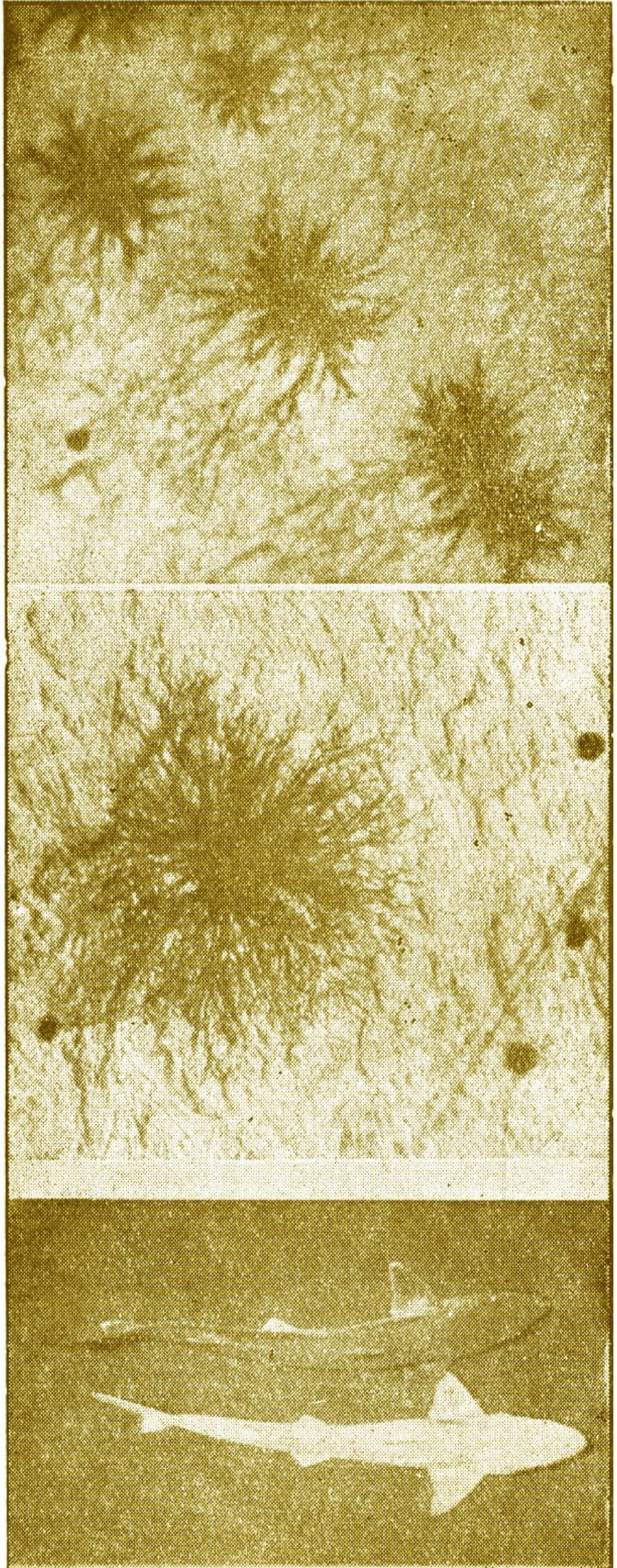


صورة ٩ ليچيا
اجدهما من سطح داكن والاخر من سطح باهت
صورة ١٠ جميرى

صورة ١١ و ١٢
حاملات اللون في
الجمبري تظهر
بعض حاملات اللون
الأحمر الكبيرة في
مجموعة نموذجية
بفروع صفراء على
كل جانب والنان
من حاملات اللون
الأحمر الصغيرة
متناثرة على السطح
العام منقطة وتظهر
كبقع صفراء .
ويتلامم الحيوان
جزئياً مع السطح
الداكن .

وحاملة لون أبيض
واحدة تامة التمدد
وقليل من حاملات
اللون الأحمر الصغيرة
تامة الانقباض
ويتلامم الحيوان مع
السطح الباهت

صورة ١٣
تغير لون طبيعي
في كلب البحر
المهازي .



السحلية بلون أسمر نحاسي وتحتفظ عينان مستديرتان كبيرتان في محجرين على جانبي الرأس ، ولها كسوة قرنية تبدو كأنها درع مصنوع من سلاسل دقيقة تنتهي على الظهر بتأثير نجيل وتقضى الحرباء معظم حياتها متنقلة أو مستريحة بين السيقان والفروع ، ولها أقدام غريبة تناسب بدقة مثل هذا النوع الذي تركز عليه ، والأصابع منقسمة الى مجموعتين ، وعلى ذلك فالحيوان له نوع من القدم المشقوقة التي تقبض على الساق كقصاج (زردية) مرن ويلتف ذيلها الطويل المستدق الطرف حول غصن على هيئة مرشاة فعالة

وتقضى الحرباء أغلب وقتها دون حركة ويحتوى طعامها الأساسى على الحشرات التي تلتهمها غالبا بغتة بحالة مفزعة ، ولا ينم اللون أو الحركة عن الحرباء وعندما تأتي حشرة على بعد بوصات قليلة منها ينطلق لسان رفيع طويل له طرف منبسط لزج وتقع الحشرة فى الفخ وحينما تتحرك الحرباء فانها تفعل ذلك ببطء ورزانة ، فتضع قدما وترفع أخرى كمنظر سينمائي يتشكل فى حركة بطيئة ، وتستطيع أن تتسلل وتقبض على قريستها بواسطة هذه الجركات التلصصية ، وهناك ميزة أخرى اذ يمثل هذه الحركة البطيئة تكون لدى الحرباء فرصة للنجاة من ملاحظة أعدائها ويجد الكثير من الطيور والثعابين والسحالي أن الحرابى طعام لذيذ لها لاسيما وأنها كائنات عاجزة عن الدفاع عن نفسها ، ومع أن جلدها به تخثرات قرنية على شكل عقد فان ذلك يعطيها وقاية بسيطة ضد المناقير والأسنان الحادة ، وتنحصر فرصتها

الوحيدة في النجاة في الاختباء ، ويتعاون السكون وتناسق اللون مع الوضع الورقي لبلوغ هذه النتيجة .

ويوجد نوع من الحرابي شائع في كينيا ولها أيضا وسائل أخرى تمكنها من التخلص من أعدائها . وطائر « أبو قرن » أحد أعدائها الرئيسية . ويصف أحد الكتاب أنه عندما كان يسير تحت الأشجار حالة وجود هذا الطائر فوقها أمكنه أن يسمع أصواتا عديدة صادرة من سقوط الحرابي على الأرض لتتجنب الوقوع فريسة في فم هذا الطائر .

وقد تعرض الحرباء خلال الأربع والعشرين ساعة كساء مختلفا للغاية ويكون لونها أسمر أصفر باهتا ببقع صفراء في الليل وتمر في طور أدكن ويكون اللون أخضر رماديا وقت الغسق أو الفجر ، وتتخذ ظلالات بلون أخضر تبعا لوضعها وتظهر عليها نقط وبقع سوداء وسمرء باهتة أثناء ساعات ضوء النهار وإذا ما أثيرت تعرض تقطا برتقالية وبقعا قرمزية سمرء ويكون جسمها داكنا جدا إذا وقفت على غصن في ضوء الشمس ولكن إذا سقط خيال على الجلد يكون مكان سقوطه باهتا . وإذا وضعت الحرباء الداكنة بين أوراق خضراء زاهية تصير خضراء في مدة خمس عشرة دقيقة تقريبا .

وقد تؤخذ الحرباء القزم (لوفوسورا بيوميل) في الكاب كمثل لمسلك اللون في الحرابي عموما ، وهي تصير سوداء على الجسم كله في أدكن أطوارها وبلون أخضر الى الصفرة وزاه وعلامات سمرء الى الصفرة باهتة أو رمادية في أبهت أطوارها .

وتخص هذه العلامات أنموذجا معيناً على جوانب الجسم يتكون بواسطة بقع وخطوط ملونة ، وعلى ذلك فتغيرات اللون تعنى جزئياً الجسم العام وجزئياً المناطق النموذجية على الجانبين ، وفي حالة العتمة يحجب صبغ الملين الأسود إلى السمرة كل ما عداه من ألوان على الجسم والجانبين .

ويتدرج لون الجسم خلال الظلام من الأسود والأخضر المتوسط والباهت إلى الأصفر وتكون المنطقة النموذجية شديدة التلوين . وفي الحالة المتوسطة يكون لون المحيط أزرق لامعا ويتدرج لون الجزء الأوسط من البرتقالي إلى الأسمر وبه بقع مدخلية بلون أزرق داكن أو رمادي ، وفي هذه الحالة يكون لون الأتمودج ظاهراً عن لون الجسم الأخضر . وفي الحالة الباهتة تكون المنطقة النموذجية محاطة بلون رمادي باهت أو أزرق ووسطها أسمر أصفر باهت والبقع المدخلية رمادية باهتة وكلها تظهر عن لون الجسم الأخضر الأصفر ، وتكون مثل هذه التغيرات كافية حقيقة لتبعث الحيرة والأعجاب في نفس أي شخص يراها .

وإذا أردنا أن نرسم الحرابي الأقزام في وضع طبيعي فلا بد أن نفكر في حالتها وهي في السياج وفي الأجمات والأشجار كالكاسيا واليوكالبتس ذات الجزع الأسمر القرفلي والأوراق الخضراء الرمادية . وتستطيع الحرباء أن تأخذ غالباً أي نسق أخضر للحشائش والأوراق . وتستريح أحياناً على قنابات رءوس الأزهار ذات اللون الأخضر الأصفر الباهت ، ومن ثم تأخذ اللون الأصفر الذي هو صبغها الأكثر خفة وبهاء . وتكون أوراق النباتات

والأشجار غالبا مضيئة براقه ، وتوجد بين هذه الأوراق خيالات سوداء داكنة ولا تصير الحرباء سوداء الا في الضوء القوي . ويمكننا أيضا أن نرسم فروع الأشجار السمرات أو السمرات الرمادية بلون داكن عند ما تكون في الظل أو بلون أسمر الى الصفرة أو رمادي فضى حيث يسقط الضوء عليها بشدة وتوجد ظلال من نسق أزرق أو أرجواني مكملة لخضرة الأوراق الحية وصفرة الأوراق الميتة ، كما توجد هنا وهناك تأثيرات عقدية وبقع غير منتظمة لقشور العصور وأطرافها المكسورة .

ورأس الحرباء المثلثة الشكل وظهرها النحيل وأرجلها المنحنية وطريقة اللون كلها تساعد على أن تختلط مع مثل هذا المكان ، ويتناسق لون الجلد مع المكان الذي تكون فيه وتساعد المنطقة النموذجية على تشويه المنظر العام وتوعز بوجود خيال غير منتظم أو ندبة أو بقعة من القشر الحشن . وإذا كان أحد جانبي الحيوان معرضا للشمس والجانب الآخر في الظل فإن الجانب المعرض للشمس يكون أدكن لونا وينتج عن ذلك أن الحرباء لا تظهر كجسم أصم صيره الضوء بارزا وتأخذ الحرباء حوالى أربع دقائق لتمر من الحالة الباهتة الى الحالة الداكنة .

كيف ينتج تغير اللون

يتركب جهاز تأثيرات اللون في الحرباء من أربع طبقات واضحة في الجلد . فتوجد عند قاعدة الجلد أو راسخا في الطبقات العليا التالية خلايا صبغ تحتوى على ملنين أسمر الى السواد وتعرف

بحاملات الملين وتليها طبقة تظهر بيضاء* بواسطة ضوء منعكس
وتهيبء سطحاً تعرض عليه ألوان الطبقات العليا ، وتوجد فوق
الطبقة البيضاء منطقة تظهر زرقاء اللون بواسطة ضوء منعكس،
وهذا أيضاً تأثير ابصارى أو تركيبى . وتتكون الطبقة العليا من
صبغ أصفر ، والآن يكتمل تركيب المسرح . ولفهم هذا العرض
يجب أن تعرف أيضاً حقيقتان : الأولى هى أن الصبغ يستطيع
أن ينتشر لحد ما لكى يكون طبقة متواصلة أو يتمكن من
التجمع لكى يمر الضوء الى الطبقات السفلى ، والثانية هى أن
الملين قد ينسحب بعيداً عن النظر فى داخل أجسام الخلايا عند
قاعدة الجلد أو يهاجر الى مسطحات مختلفة فى الفروع الجوفاء
ماراً الى السطح أو ينتشر كشبكة كثيفة على السطح ويخفى كل
شئ تحته . وتجمعات الصبغ المختلفة التى تنظم ألوان الجسم
مبينة فيما يلى :

كيف ينتج

تأثير اللون

الأصفر : الملين مختلف فى أسفل واللون الأصفر منتشر
تماماً على السطح .
أخضر باهت : اللون الأصفر منسحب جزئياً والطبقة الزرقاء
معرضة للضوء .

* بالنسبة الى بلورات الجونين .

تأثير اللون

كيف ينتج

أخضر متوسط : كما في الأخضر الباهت ولكن يصعد الملين الى مسافة ما في فروع حاملات الملين معطيا نسقا أدكن .

أخضر داكن : يصعد الملين الى السطح وينتشر هناك طفيفا .
الأسود : يكون الملين شبكة كثيفة فوق السطح يجعل اللون الأخضر معتما .

وبخصوص ألوان المنطقة النموذجية : تتدرج الألوان في الحاشية من الرمادي والأزرق والأزرق الداكن الى الأسود ، وتوجد هناك طبقة حاملات الملين والطبقة البيضاء والطبقة الزرقاء .

تأثير اللون

كيف ينتج

رمادي : ينتشر الملين على الطبقة البيضاء تصوريا وبذلك يمتص الضوء الذي يمر خلال الطبقة الزرقاء ولا ينعكس .

أزرق : الطبقة الزرقاء ظاهرة لأقصى حد فوق الطبقة البيضاء .

أزرق داكن : الملين منتشر لمسافة ما في قنواته بالطبقة الزرقاء ويجعل نسقا داكنا .

أسود : الملين حاجبا للأزرق .

ويتغير شريط اللون على الحاشية من الرمادي الأصفر الباهت

خلال البرتقالي الى الأسمر ، وتوجد هنا طبقة من خلايا الصبغ البرتقالي على المنطقة البيضاء ومنطقة الملين .

تأثير اللون كيف ينتج

رمادي أصفر باهت : الصبغ البرتقالي متركز في وسط خلاياه .
والميلين منقبض .

برتقالي : البرتقالي متشعع تماما .

أسمر : الميلين منتشر خلال البرتقالي المتشعع .

أسود : الميلين مخفيا البرتقالي .

وتوجد في بعض أفراد الحرابي تتواتر صغيرة أو درنات برتقالية في صفوف في منطقة الجسم العامة وتمر في نفس نظام اللون كما وصف تماما ، ولا يحتاج تغيير لون البقع المدخلية من الرمادي الباهت أو الرمادي الأصفر الباهت خلال الأزرق الداكن أو الرمادي الى الأسود الى وصف مستقل .

وتلد الحرباء القزم في الكاب عددا كبيرا من الصغار في كل مرة وتكون الصغار وقت ولادتها رمادية اللون وطولها حوالي ٥ر٤ سنتيمترات ويتغير لونها من الأسود الى الأبيض الصافي ولا تتكون الألوان اللامعة الرمزية في الحرابي الكبيرة الا عندما تكون بالغة تقريبا .

آلية تغيير اللون

تتأثر الخلايا العصبية في الجلد وفي شبكية العين بالضوء المباشر

والضوء المنعكس من الأشياء المحيطة وتقر هذه المؤثرات الى المخ ومن هناك على طول الخيوط العصبية السمبثاوية في الجهاز العصبى السمبثاوى الى خلايا الصبغ ، ويكون كل تنظيم لوني من طبيعة الفعل المنعكس غير الايرادى ، وتعطى تفصيلات تامة عن الموضوع في الجزء الخاص بالزواحف في الفصل العاشر .

الحرباء تدعى الخداع

هناك حرباء (كمليون ديلبس) لا تعتمد على الاختفاء السلبي من أجل سلامتها ، وعندما يحدق الحُطر بها تملأ رئتيها بالهواء وبذلك يظهر جسمها منتفخا كالبلون ويصير أسود كالفقار وتفتح فكيها لتعرض اللون الأصفر اللامع الذى يبطن فمها وترفع حواشى بها قشور فى مؤخر رأسها . ولكى تعطى الحرباء كل الفائدة من هذا العرض المخيف تميل بجسمها وبذلك يكون المنظر الأعرض فى مواجهة العدو وتصدر حفيفا كالثعبان . ولاحظ « كت » أن هذه الحيلة كانت ناجحة للغاية ضد كلب كان فى غاية الدهشة .

ولذا يبدو أن استجابة اللون التى تحدث تنغير تبعاً للظروف ووفقاً لرغبات الكائن فتصير فى بعض الأحيان واضحة جدا كما فى حالة التحذير وفى أوقات أخرى تظهر بهيئة أصغر وأسط ويكمل تناسق اللون الطموس الذاتى .

الضفدعة مرآة حية للجو

هناك شيء من الحقيقة في المثل السائد أنك تستطيع أن تخبر عن نوع الجو المنتظر في الساعات القليلة التالية بالنظر الى لون الضفدع . وتغير الضفدع لونها لمدى ملحوظ جزئيا تبعا لهيئة الأشياء التي تحيط بها وجزئيا تبعا لدرجة الحرارة والجفاف أو درجة الرطوبة في الهواء .

وإذا كنا ملمين بهيئة الضفدع نستطيع بالنظر الى واحدة منها أن نصدر حدسا لا بأس به عن نوع المكان والأحوال التي أتت منها في التو . واليك مثل لهذه الحالة : تقابل عالمان من علماء الطبيعة مصادفة في أحد دروب قرية ووجد أحدهما الآخر ينظر الى شيء قابضا عليه في يده وسئل « أين وجدت هذه الضفدعة منذ لحظة على ماتظن؟ » وكانت الضفدعة كلها داكنة جدا ولونها أسود الى السمرة مخضبا بلون زيتوني ، وكانت الاجابة « لا بد وأنت وجدتتها في مكان ما بارد رطب على صخور أو أرض داكنة » . فرد عليه الآخر « نعم ذهبت لألقى نظرة على ذلك البئر القديم المبني في سمك الجدار وكانت الضفدعة في فجوة بين الصخور الداكنة الباردة » .

ووضعت الضفدعة على الأرض فقفزت لمسافة قصيرة ودفنت جسمها الى النصف في وسط خصلة من الحشائش الطويلة وكان النهار مشمسا ودافئا ، واحتفظ العالمان بهدوءهما وأخذا يرقبان

الضفدعة من آن لآخر وهما متكئان على سور يتجاذبان أطراف الحديث ، وفي الحال أخذ جسم الضفدعة لونا أخضر زيتونيا وعليه خطوط ونقط داكنة جزأت الهيئة العامة وامتدت بعض هذه الخطوط الداكنة على طول الجسم الى الأرجل الخلفية المطوية وأسدت ستارا من الغموض على موضع اتصال الأرجل بالجسم . والشريط الداكن على طول جانبي الرأس صرف الاتباه عن العيون البارزة اللامعة وبقيت الضفدعة في مكانها دون أن تتحرك، وشيئا فشيئا صار من الصعب تمييزها من الحشائش ، ومضى على ذلك ربع ساعة « أمهلها خمس عشرة دقيقة أخرى وستكون بعدها في أمان » وهكذا كانت . فالضفدعة الآن هي اللون الأخضر لخصلة الحشائش ، وظهرت الخطوط والنقط الداكنة كأنها بقع من الظلال بين الحشائش وعمل الضوء اللامع والهواء الجاف الدافئ والحشائش المحيطة (كما كانت الحالة) تأثيرات عميقة على شعور الحيوان وعلى آلية العصب والغدة الغامضتين. وكل هذه عبرت عن نفسها خارجيا بظهورها على الجلد ، أما في الداخل فمعدل التنفس وضربات القلب أسرعت وعضلاتها أصبحت قادرة على التحرك بحرية مطلقة . ومن المحتمل جدا أنها كانت تشعر بالجوع بل كانت مستعدة وقادرة معا على أن تلقف ذبابة لتتغذى بها . فكم يختلف هذا عن حالة الكسل والبرد التي كانت عليها بجانب البر مع جميع كفاءتها المتباطئة .

والضفادع والعلاجيم كائنات تجول في مسافات واسعة وعلى سطوح متغيرة جدا مثل مروج الحشائش والتربة المعتمة العارية من

الأعشاب من رعى الماشية عليها والمحيطه ببركة ماء أو الحجارة الرمادية أو البساط الأسمر الضارب الى الحمرة في أرض كثيفة الأشجار . وتتناسق هذه الحيوانات في الهيئة واللون بسرعة مع مثل هذه الأماكن الطبيعية . وقد تجعل الضفادع والعلاجيم اقامتها في الحدائق لعدة سنين . وكان لاحدى السيدات حديقة ساحرية بها جبلايات صخرية ويجرى خلالها مجرى ماء وظنت أن عندها في الحديقة ثلاثة علاجيم : علجوم مرقط باللون الأسمر ويستوطن فجوة بين صخور احدى الجبلايات وعلجوم مرقش باللون الأخضر ويعيش بين نباتات « الروتدرن » وعلجوم أسود زيتونى يوجد على الطمى بجانب مجرى الماء ، فقط عندما أصبحت هذه العلاجيم مسالمة نحوها ووجدت أن جميعها لها مسلك خاص فيما بينها بدأ الشك يساورها في أن هذه العلاجيم الثلاثة ما هى الا علجوم واحد ونفس العلجوم كما ثبت أن هذه هى الحقيقة .

وحتى اذا استوطنت ضفدعة أو علجوم أحد المروج مثلا لمدة فصل من فصول السنة فانها تحتاج الى تنظيم لونها باستمرار . ويجب عليها أن تتناسق مع اللون الرمادى الفضى للحشائش وقت الفجر ومع اللون الأخضر والأضواء والظلام المختلفة أثناء النهار وذلك لأنها تكون معرضة في كل ساعة من ساعات النهار لخطر الأعداء . ويتم هذا التناسق مع هيئة البيئة خلال العين وتسجل حالات درجة الحرارة والرطوبة مع ذلك بواسطة الجلد وتنتج عن هذا أيضا تغييرات اللون . وفي بعض الأحيان تتقوى المؤثرات التى

تستقبلها العيون بالمؤثرات التي يستقبلها الجلد ، وفي أحيان أخرى تعمل مؤثرات المجموعتين في اتجاهين متضادين .

ويميل الجو الجاف الى جعل الضفدعة أبهت في اللون ، والجو الرطب يعمق نسقها . وكما أن الأرض الرطبة تكون أدكن من الأرض اليابسة والسماوات الرمادية والهواء الجاف تشدد ألوان النباتات فانه في حالة الضفدعة وهي بين الحشائش والطمى حول البركة تميل عيونها وحاسة جلدها الى جعل الحيوان داكنا . وقد يأخذ نفس المكان نسقا أبهت أثناء فصل الجفاف وكذلك الحال في الضفدعة * ولكنها اذا وجدت نفسها في حديقة منخفضة مرصوفة بحجارة فاتحة اللون وفي جو رطب فان المؤثر الذي تستقبله العين قد يستدعى استجابة لون الجلد الفاتح جدا ولكن المؤثر الذي يستقبله جلدها قد يعدل هذه الاستجابة .

وتميل درجات الحرارة الدافئة الى جعل الضفدعة باهتة وعلى العكس في درجات الحرارة الباردة . وقد تكون هذه ميزة في أن تمدد الملين يتمكن من امتصاص أى حرارة موجودة ، وتكون الضفدعة شديدة الدكنة على سطح داكن اللون في أحوال رطبة باردة مثل ما هي عليه بين الصخور الداكنة الباردة بجانب البئر ، وتكون باهتة جدا على سطح فاتح اللون في أحوال جافة دافئة مثل ما هي عليه بين حشائش المروج الخضراء في يوم صاف دافئ

* وتتم الضفدعة نسقها بواسطة تغيرات داخلية تظهر على جلدها عند المقارنة بالأرض والنباتات التي لا تحدث لها أى تغير .

في فصل الربيع . وقد يقوم عامل درجة الحرارة وبالمثل عامل الرطوبة بعملهما مع العوامل الأخرى التي تسبب تغيير اللون أو ضدها . ويوجد جدول في ملحق ٤ يبين أى العوامل تميل الى حجب الأخرى عند ما تعمل في اتجاهات متضادة .

ومن الواضح أن لون جلد الضفدعة في أى وقت معلوم عبارة عن مرآة لبيئتها أى ملخص جبرى كامل لما يحيط بها - لون الأرض التي تستريح عليها والنباتات التي تحيط بها وأحوال الهواء الذي يكتنف جسمها سواء هو جاف أو رطب ودافئ أو بارد ونوع وشدة الضوء الذي يدخل عينيها وينير جلدها . ويتناسق الكائن تماما مع الطبيعة وتستجيب مادته الحية للقوى الطبيعية التي تعرض عليها وخلالها وتكون النتيجة الواضحة - أى تناسق اللون الخارجى بين الضفدعة وما يحيط بها - تعاوننا مفيدا لكيان الضفدعة ، وهي نتيجة لتنظيمات داخلية للعصب والمخ والغدة ولكنها علامة خارجية لها مغزى كبير اذ تبين كيف يستجيب الكائن كله متكاتفًا وليس الجلد فقط للقوى الطبيعية التي تسيطر على حياته .

أصباغ الضفدعة

ينتج تعدد الألوان في الضفدعة من العمل المشترك لثلاثة أصباغ : الملين الذي يكون أسمر باهتا عند ما ينتشر في طبقة رقيقة وأسود عندما يكون كثيفا جدا وأصباغ صفراء وصفراء برتقالية وصبغ أبيض غير شفاف . وكل ذرة من الصبغ تحويها

على حدة خلية صبغ أو حاملة لون . وحاملة اللون عبارة عن شيء نجمي الشكل بأشعة متفرعة غير منتظمة وتبقى هذه الأشعة ممتددة وينتشر في داخلها الصبغ أو يتجمع تبعا للظروف . فاذا تجمع الصبغ في وسط الخلية يظهر كذرة واذا انتشر كله في الفروع فانه يكون نقطة ملونة . وتتشابك فروع خلايا الملمين (حاملات الملمين) غالبا على هيئة شبكة كثيفة ويتجمع الصبغ الأصفر أو ينتشر ولكن الصبغ الأبيض ثابت .

والضفدعة بالاضافة الى حاملات الصبغ المتحركة على سطح جسمها كله لها أنموذج ثابت على خطوط وبقع داكنة على ظهرها ومساحات باهتة على أجزائها البطنية . ويزول هذا الأنموذج غالبا في حالة ما تكون الضفدعة باهتة جدا ويصير الأنموذج نفسه داكنا (لأن له حاملات ملنين كثيرة متحركة) لدرجة الغموض في حالة ما تكون الضفدعة داكنة جدا ، أما في الحالات الوسطية (بين الباهت جدا والداكن جدا) يكون الأنموذج واضحا تماما ويلعب دورا هاما في تجزئة ما قد تكون مساحة كبيرة جدا من اللون نفسه ، وهذا هو الأنموذج الذي يعاون الخطوط والبقع التي تبدو كخيالات كما في حالة الضفدعة المختلفة وسط خصلة الحشائش .

وجلد الضفدعة رقيق لين ويكاد يكون شفافا . وتوجد في الطبقة الخارجية خلايا الصبغ الأصفر وتحتها خلايا الصبغ الأبيض ، أما حاملات الملمين فتوجد جزئيا بين الخلايا الصفراء وجزئيا بين الخلايا البيضاء وتحتها . ولايجاد تأثير لوني باهت

ينسحب الملين لكي يعرض الصبغ الأصفر والأبيض ، ولايجاد تأثيرات داكنة يكون الملين شبكة كثيفة ويضيف الصبغ الأصفر المنشور الهيئة المعتمة للجلد ويختفى الأبيض. ولا يكون اللون الأخضر ناتجا عن صبغ ولكنه تأثير بصرى ، وينفذ الضوء خلال الجلد الى الطبقة البيضاء التي تعمل كعاكس لأطوال أمواج خضراء الى الزرقة * فيما عدا الحالة التي يكون فيها داكنا جدا ، وما هي الا هذه الأمواج المارة الى أعلى خلال الطبقة الصفراء التي تعطى الهيئة الخضراء ، وتتوقف الظلال النسبية للون الأصفر والأخضر والأسمر المنظورة في أى وقت على كمية الضوء التي تصل الى الجلد أو على التنظيم المتبادل بين الأصباغ الصفراء والأصباغ السمراء .

جهاز الاستقبال والارسال في الضفدعة

ان الضفدعة مزودة بطاقتي استقبال «تلتقط» بهما الأحوال المختلفة المحيطة بها ، وهذان الطاقمان هما العيون والجلد . فالعيون تستقبل ضوءا مباشرا من السماء وتفرق بين الضوء الساطع والضوء المعتم والظلام . وهي «ترى» أيضا ما حولها باستقبال ضوء منعكس من أشياء في حدود ابصارها . وسياق الحوادث التي تؤدي الى عمل تنظيم لوني مناسب من رؤية سطح داكن أو مضيء هي كما يلي :

* الملين طور خاص للانتشار وينشر أيضا أطوال أمواج خضراء الى الزرقة .

ان شبكية العين على شكل وعاء ضحل موضوع على جانبه ، وقد تتصورها كأنها مقسمة الى منطقتين : احدهما تستقبل أمواجاً ضوئية تسقط مباشرة من السماء وهذه المنطقة هي الجزء الخلفي والسفلي للشبكية والمنطقة الأخرى تستقبل أمواجاً ضوئية منعكسة من السطح الى داخل العين وتشمل هذه المنطقة الأجزاء المحيطة للشبكية . ومن طبيعة الأشياء ان الضوء المنعكس عليها ينبه المنطقة الأولى أيضاً ولكن لا يستطيع الضوء المباشر أن ينبه المنطقة الثانية مطلقاً . وعندما تكون الضفدعة على سطح أسود لا ينعكس منه ضوء وحينئذ تنبه المنطقة الأولى فقط - منطقة «ب» للأسود، وحينما تكون على سطح أبيض يعكس الضوء عليه الى المنطقة الثانية - منطقة «و» للأبيض .

وتمر الخيوط العصبية من الشبكية الى المخ ومن المخ الى الغدة النخامية ، وعند ما ينبه الضوء منطقة «ب» يمر الباعث العصبى منها الى المخ ومن ثم الى جزء من الغدة النخامية التي تطلق مادة كيماوية خاصة أو هرمونا في مجرى الدم ، ويحمل الدم الهرمون الى الجلد حيث يسبب انتشار الملين والأصباغ الصفراء ويؤدي ذلك الى التلوين الداكن في الضفدعة ، وعندما تنبه منطقة «و» تمر بواعث عصبية منها الى المخ ومن ثم الى جزء آخر من الغدة النخامية وهذا ينتج هرمونا يسبب انسحاب الصبغ الى وسط الخلايا الصبغية وينتج عن ذلك تلوين باهت للضفدعة ، ولا مفر من أن الهرمون « الأسود »

ينتج في نفس الوقت الذي ينتج فيه « الأبيض » ولكن تأثيره يحجب بواسطة مثيله الأبيض .

وإذا رغبتنا ان نشاهد ملاءمة الضفدعة لسطح أخضر مثلا فمن الواضح أنه للحصول على نتيجة طيبة يجب أن يمتد السطح الى مستوى عينيها أو فوقهما ، وسيصل الحد الأقصى من كمية الضوء المنعكس الى منطقة «و» في الشبكية في مثل هذه الظروف فقط ، وعلى ذلك يمكن تجهيز سطح أخضر مناسب بتبطين وعاء عميق صغير بطحلب أخضر .

وطاقم الاستقبال الثانى فى الضفدعة هو الجلد وانه مجال ملحوظ للاستقبال . ويوجد تحت قاعدة الجلد أطراف عصبية وهى مستقبلات الألم والضغط ونسيج الأشياء التى يكون الجلد ملامسا لها ، وتسجل أطراف عصبية أخرى حالات البرد والحرارة . وللضفدعة أيضا مستقبلات للرطوبة - وهى مسألة حياة أو موت بالنسبة لهذا الحيوان ، ومع أن له رئتين فهو يحصل على كمية كبيرة من أكسجين الهواء فى الدم خلال الجلد الرطب مباشرة . ويحتفظ الجلد برطوبته بنفس طريقة فتحات أنوفنا ، ولكن فى الهواء الجاف جدا تزول الرطوبة بدرجة أسرع من القدرة على إنتاجها وإذا جف الجلد يخنق الحيوان - ومن ثم كانت الحاجة ماسة الى دراية مستمرة بحالة الهواء لتوجيه الضفدعة فتتحرك الى الأماكن الرطبة وتعرض عن الأماكن الجافة .

وتحمل مؤثرات درجة الحرارة والرطوبة التى يستقبلها

الجلد الى المخ بواسطة الأعصاب ويستعرض المخ جميع الرسائل التي يستقبلها الجلد والعيون كما هي ، ويتحدد بذلك مدى انتاج هرمون واحد أو هرمونات أخرى من الغدة النخامية .

الفعل المباشر للضوء على الأصباغ

لا تخضع الأصباغ للرقابة التامة من المخ ومبعوثيه الهرمونات لأنها تستجيب مباشرة للضوء . وعند ما يقع أى ضوء بل أقل ما يمكن من الضوء على الجلد يحدث انتشار طفيف للأصباغ . فاذا احتفظنا بصفعتين لمدة نصف ساعة أو ما يقرب من ذلك تحت ظروف واحدة تماما - في اناءين بيضاوين في درجة حرارة واحدة للهواء وكمية واحدة من الرطوبة في قاع كل اناء مثلا - ثم يوضع بعد ذلك اناء منهما في ضوء معتم والاناء الآخر في ضوء ساطع سنجد أن الصفدعة التي في الضوء الساطع أدكن من الأخرى ، وبالطبع تبدى الصفادع اختلافات فردية مثل الحيوانات الأخرى ، وكذلك يجب لاجراء مثل هذه التجربة اختيار صفعتين بلون واحد على قدر المستطاع .

تغيير اللون في أفراخ الصفادع

تعرض صفار الصفادع تناسقا واضحا جدا للسطح الذي توجد عليه . ضع بعضها في وعاء أبيض والبعض في وعاء معتم كوعاء أخضر منتفخ بقاعه طمي داكن أو أوراق شجر قديمة

سوداء من قاع مستنقع ، وبعد ساعة اقل الأفراخ من الوعاء المعتم الى الوعاء الأبيض وتكون المقارنة بين المجموعتين ملفتة للنظر فتكمش أصباغ الجلد في الأفراخ المحفوظة في وعاء أبيض في ظرف يوم أو أكثر الى مثل هذه الدرجة التي يمكن فيها رؤية الجمجمة وكثير من الأعضاء الداخلية الأخرى بواسطة عدسات قوية .

ولا تصادف السطوح البيضاء والسوداء في الطبيعة الا نادرا ، ومن المناسب استعمالها في التجارب فقط لأنها تعطي النهاية القصوى من التأثير الذي قد ينتج بواسطة سطوح طبيعية باهتة أو داكنة .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

الفصل الثامن

الاستخفاء ومعاونته على البقاء

بلغ موضوع استخفاء الحيوان ذروته في دنيا العلوم خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر واصطلح على النصوص الخاصة لوصف الحقائق التي شوهدت . وتصطبغ وجهة النظر على الموضوع كله بشدة برأى داروين في ملاءمة البيئة والاختلافات المناسبة التي ينجم عنها البقاء للأصلح بنتيجة أن كل صورة من صور الاستخفاء في الحيوان نسبت إليها داعيا نافعا ، وعلى ذلك سميت المماثلة العامة المحجبة «تلوين وقائي» ووضفت ألوان التباهي التي جعلت الحيوانات تظهر واضحة «كتلوين تحذيري» كما سميت المماثلة القوية بين كائنين حين من نوعين مختلفين تماما «مماثلة» ، وظن أن كل حيوان يكون له أحسن فرصة للبقاء كنتيجة لتلوينه مضافا الى ذلك المناظر الأخرى للاستخفاء - الشكل والوضع وهلم جرا . وما زالت هذه النصوص مستعملة ولكن معانيها امتدت أو حورت كنتيجة للأبحاث والأفكار الإضافية . ويعرف التلوين التحذيري الآن بلقب مرادف «لألوان الأيحاء في الحيوان»

بمعنى « اشارات للتباعد » التى تساوى « ابتعد » . واذا فكرنا لحظة يتبين لنا أن « التلوين الوقائى » يمكن استعماله فقط فى معنى محدود بدقة . وتتناسق كل حياة الحيوان فى الصحراء تقريبا مع الألوان المعتادة فى الصحراء ، والرداء الأبيض هو الرداء الذى يلبس فى المناطق التى يكسوها الجليد ، والأخضر هو اللون العام للحيوانات التى تستوطن الأشجار . وتوجد أغلب الحيوانات فى كل منطقة جغرافية حيث تسود طريقة لونية خاصة متناسقة مع الأحوال السائدة سواء فى البر أو فى البحر ، وتتشابه ألوان الحيوانات غير الضارة التى تتغذى بالنبات مع ألوان الحيوانات التى تفرسها ، ويقوم التمييز الضرورى الآن على أساس وصف الأشكال غير الضارة التى تعرض ألوانا « وقائية » ووصف الأشكال المفترسة ذات الألوان « الاعتدائية » المماثلة ، ويساعد الاستخفاء على بقاء الأشكال الأولى بالتخلص من اكتشافها وعلى بقاء الأشكال الأخرى بصيد فريستها بنجاح أعظم .

وطرق اللون التحذيرى مميزة جدا وهى تشمل اللون الأسود مختلطا باللون الأحمر أو البرتقالى أو الأصفر أو الأسود مختلطا بالأبيض فيما يتعلق بالحيوانات التى تعيش فى البر ، ومن أمثلة ذلك اللون الأسود والأصفر فى الزنبار والشفور ودودة زنجفيل (ذات اللون الأحمر الناضر) وتوجد عادة على نبات السنابير وبابونج الطيور . والنقط ذات اللون الأحمر مع الأسود فى خنافس أبى العيد (بق الست) واللون

الأبيض والأسود في حيوان الظربان (أبو منتن) وأبو شوك .
والزناير والشفافير خطرة بالنسبة الى لواسعها ، وخنافس
أبو العيد غير ضارة ولكنها تستطيع أن تفرز سائلا حريفا
يجعلها عديمة الطعم لأي حيوان يحاول أن يأكلها . ومما يذكر
أن أسماك السلمون لم تشاهد قط وهي تلتهم ذبابة مايو ذات
اللون الأصفر الزاهى والتي يسميها صيادو الأسماك (دانة
مايو الصفراء) ومن المحتمل أنها غير شهية لهذه الأسماك .
ومن بين البرمائيات التي تفرز سما ولها ألوان تحذيرية العلجوم
نارى البطن والسمندل النارى ذو اللون الأسود والأصفر .
والظربان بكسوته التحذيرية، ولونه الأسود والأبيض عدو
مخيف اذا هوجم ، فهو يرفع ذيله الأبيض الكبير الواضح ثم
يطلق باحكام تام سائلا خبيث الرائحة فى وجه المعتدى الأثيم ،
وهذه الرائحة الكريهة لا تطاق حتى أن الكلب يصير جائش
النفس منها ولا يقدر على الاستمرار فى مقاتلة الحيوان .
وهذه المخلوقات الخطرة أو عديمة الطعم وبمثل هذا النوع
من التلوين الذى يشبه علامة الخطر (العلم الأحمر) أو علامة
خطر الموت (الجمجمة والعظام المصلبة) تترك وشأنها غالبا
بشدة ولكن توجد أيضا حيوانات شهية وغير ضارة وملونة
بنفس الطريقة وهذه توصف كعارضة « الألوان التحذيرية
الكاذبة » . ومثل هذه الحيوانات فى أغلب الأحيان تشبه حقيقة
بدقة الحيوانات الخطرة عديمة الطعم التى قيل انها تقلدها (انظر
الفصل الخامس) .

وقد نستقصى أيضا عن مقدار ما يكون لهذه الأنواع المختلفة من التلوين من تأثير فعلى على بقاء الحيوانات المختصة بها . ففي المكان الأول يستطيع الاستخفاء الوقائى (المماثلة المحجبة والألوان التحذيرية الكاذبة) أن يساعد فقط عند الحيوانات التى تقتنص بالنظر ، أما فى حالة الحيوانات التى تصيد بواسطة الشم أو اللمس فلا يستطيع أن يعمل شئاً أو أن يكون عمله قليلا . وبالرجوع الى مجموعة متعددة ومختلفة كالعناكب تستين هذه النقطة بوضوح .

وتتمتع العناكب القافزة وأنواع أخرى متجولة بنظر بعيد المدى نسبيا وهى ترى بجلاء لا بأس به ، وهى حقيقة تصيد جزئيا بالنظر . ويستطيع العنكبوت أن يقفز لمسافة بوصة أو بوصتين . ليتم عملية القنص ، وهذا يدل على وجود بؤرة واضحة فى حدود ذلك المدى . ولكن أغلب العناكب (ارجيوبيد) لها عيون ذات فائدة قليلة من حيث اقتناص فريستها وتتركز حواسها الأساسية فى اللمس والشم وهى تقيس الحجم وتخبر عن النسيج باللمس وتستعمل لهذا الغرض شوارب الحس وأرساغها أو (أقدامها) . وشوارب الحس والأرساغ « تشم » وتشعر فى الوقت نفسه ولكن بما أن « الشم » - الذى يكون حادا - يتوقف على الملامسة التامة للشئ فمن الجائز أن يكون له طبيعة الذوق نوعا ويكون أفضل مصطلح يستعمل لوصف شعور العنكبوت بالشم والذوق واللمس هو « حاسة الجاذبية والتدافع الكيماوية » . ولا تستطيع طرق اللون الوقائية ان

تفقد مثل هذه الفريسة من العناكب وعلاوة على ذلك فهي تصيد ليلا في أغلب الأحيان .

ويبدو أن اللون ليس له أى مغزى حتى للعناكب القافزة حادة النظر ، فهي تهاجم السوس القرمزى والذباب الحوام ذات اللون الأسود والبرتقالي والذباب المنشارى والعناكب ، كما تفترس بالتساوى ذوات الألوان « الوقائية » كشوكية البطن السمراء. وهي على أرض سمراء والجاسيد الخضراء على أوراق الشجر الخضراء ، وعلى ذلك فالألوان الوقائية والتحذيرية لاتفيد . أما بخصوص العناكب التى تغزل النسيج فان استخفاء فريستها ليست له أية قيمة أيضا لأن النسيج يوقع بكل فريسة ويقوم صاحب النسيج بالاختيار تبعا للذة طعمها وسلامته من الصيد .

وتتنقى العناكب أو تنبذ الفريسة على الأرض الطيبة ويتمتع كثير من العناكب بذوق شديد الحساسية . ويصف سترو كيف تبدى هذه العناكب القلق بعد أن تلتهم حشرة غير شهية - فلعابها يسيل وتجففه مرارا على ورقة أو أى شىء قريب منها . وتتذوق العناكب طعم النمل والذباب الأخضر (من جميع الأنواع) وقمل الحشب وبعض الخنافس على مضض ، كما أنها تتجنب حشرة الأذن حيث أن هذه تفرز رائحة كريهة وتأخذ هيئة التهديد بذيلها المجدع الى أعلى اذا هوجمت . وكل حشرة تمانن (تقلد) الأنواع السابقة تأمن شر هجوم العناكب عليها كما هو الحال فى بق المبرسيد والعنكبوت

الصالحة للأكل وكلاهما يمتن النملة قاطعة الورق. ومما يستحق الذكر في هذا المقام أن العناكب لها فوائد جلية في الحد من تكاثر ذباب الكركى وبعض الحشرات الوبائية في النبات . ويعطى برستو كتقدير احتياطي أنه يلزم حوالي ٥٠٠٠٠٠ عنكبوت للفدان الواحد في إنجلترا وويلز كجيش له قيمته الملحوظة في السيطرة على الموقف .

وحيث نستنتج أن الاستخفاء ليست له فائدة كوقاية ضد العناكب . ومع ذلك فإن أعدادا كبيرة منها تستخفي ذاتها وبهذه الطريقة تحصل على درجة من الطمأنينة ضد الطيور والزواحف والبرمائيات التي تصيد بواسطة النظر . وتعرض العناكب للتظليل المعاكس العادي ، ويقف نوع واحد منها (ليفى) مقلوبا من أعلى الى أسفل تحت نسيجه الذي يشبه سرير المنزهات ، ويعرض بظهره الباهت وبطنه الداكنة تظليلا معاكسا مضادا . ووصفت طرق الاستخفاء المستعملة على النسيج نفسه (في الفصل الخامس) . وتستعمل العناكب كغذاء لحيوانات أخرى بقدر كبير وهي تدخل كجزء عادي في غذاء الطيور آكلات الحشرات الصغيرة مثل طائر أبي الحناء وتلتهم الزرازير أعدادا كبيرة منها وهي مصدر غذائي كبير لأفراخ الطيور كما أنها تؤكل بكثرة بواسطة العلاجيم وبكمية أقل بواسطة الضفادع ، وتستهلك العظايا والذبابات الكثير منها ، وتؤكل كميات كبيرة من بيض العناكب بواسطة حشرة الأذن وقمل الخشب .

ومن المحتمل أن كثيرا من الناس يظنون العناكب كمخلوقات كثية اللون رمادية وسوداء وسمراء مرقطة ، ومع ذلك فالكثير منها بلون الأوراق والزهور كما هو الحال في نوع منها له بطن خضراء لامعة وموشمة بخطين بلون أصفر باهت . وهو يختلط مع عناقيد الأبر الطرفية الصغيرة في شجر الأرز التي يعيش بينها ، وكما أن مثل هذه المشابهات المتنوعة لها فائدة وقائية فهي في الوقت نفسه تساعد على الاعتداء ، وعنكبوت الزهر الأصفر (مسيومينا) واحد منها . واخترع و . س . برستو تجربة ليكتشف بها الى أى حد يساعد تناسق اللون في العنكبوت مع زهور سن الأسد في اقتناص الطعام ، فوضع ست عشرة زهرة من زهور سن الأسد على هيئة مربع كبير وكل واحدة منها على بعد قدم من التي تجاورها ووضع حصاة صغيرة سوداء في وسط كل واحدة من ثمانية زهور متعاقبة وحصاة صغيرة صفراء بلون الزهرة في وسط كل من الثمانية الأخرى وأحصى الحشرات التي زارت كل زهرة خلال نصف ساعة ، وكانت الزوار من النحل البري ونحل الشهد والذباب العادي والذباب الحوام ، فزارت مجموعة من ست وخمسين حشرة الزهور التي بها حصوات صفراء في حين ذهبت سبعة فقط الى الزهور التي بها حصوات سوداء . وهذا له مغزى كبير لا سيما وأن نحل الشهد والذباب الحوام هي جزء عادي من طعام هذه العناكب . ولا يساعد تناسق

لون العنكبوت على الحصول على وجبة من طعام فحسب بل وينقذه من الوقوع كفريسة لبعض الطيور العابرة .
وكما أن الاستخفاء لا يمد فريسة العنكبوت بأية وقاية فالعنكبوت نفسه لا يأمن من هجمات الزناير النمسية الطفيلية والزناير الحفارة (پمليدا) مع انه مخفف تماما . وتبحث هذه الحشرات بغريزة سحرية عن عناكب خاصة كعائل لها وتضع فيها بيضها ، ومثل هذه الزناير من بين أشد أعداء العناكب خطورة . وكما يشير برستو « ان أنواع الأعداء التي يناضلها العنكبوت مختلفة جدا بحيث يجب علينا ألا نتوقع مطلقا أى تدبير واحد ليحميه من جميع أعدائه » .

ولتلخيص الموقف فيما يختص بالعناكب : ان الاستخفاء لا يمد العناكب بأية وقاية أو بالقليل منها عندما تكون قناصة ، والعناكب نفسها مستخفية تماما ، وهذا يخدم غرضين ، ليحميها من أخص أعدائها - هذه الأعداء التي تقتنص بالنظر - ويعطيها في الوقت نفسه فرصة طيبة لاقتناص الحشرات حادة البصر . ولا يفيد الاستخفاء العنكبوت نفسه من هجمات الزناير الطفيلية ، وتظهر النتيجة أنه من بين الكمية الهائلة من العناكب التي تستوطن منطقة معلومة يبقى الكثير ويفنى الكثير ويتحقق ميزان الطبيعة .

ومن الواضح أن الحشرات وهى طائفة فى الجو لا يكون لاستخفائها أى تأثير . وتلتهم طيور السنونو وما على شاكلتها وهى تحوم بسرعة فائقة فى الجو بمناقير مفتوحة أى كائن مجنح

يعترض طريقها ، ولا يلقي اليعسوب المفترس السريع اتباعها الى أية ألوان وقائية أو تحذيرية ، وتهلك الوطاويط التي تصيد في الضوء الضعيف أو في أية حالة تكون فيها قوة ابصارها ضعيفة الكثير من البشارات التي تكون قد نجت أثناء ضوء النهار بما لها من تلوين محجب ، وتكون الطيور الصغيرة معرضة لهجمات الباشق (من الصقور) عند ما تطير في الفضاء مع أنها تختفى تماما حينما تقفز في السياج أو الغابة . وفيما يتعلق بالقناصة الليلية قد تؤخذ كقاعدة عامة أن الصيد باللمس والشم والسمع أحسن مما هو بالنظر .

وتوجد حالات فردية مثيرة للاهتمام وهي التي تظهر أنها استخفاء تام ولا يكون لها فائدة ضد عدو خاص . ويعرض برغوث البحر العادي اختلاطا تفصيليا تاما مع قاع البحر الرملى أو الحصى ، ولكن اذا تحركت جموعه أثناء النهار في وجود سمكة خاصة مثل الراس قريبة منها فان ذلك يعنى هلاكها ، ويجب عليها أن تبقى مدفونة ولا تعرض أى جزء منها سوى عينيها ، وحتى في هذه الحالة تصل اليها سمكة الراس أحيانا ، وتسحب رأسها بين الشقوق في الليل لتنام وحينئذ تكون هذه البراغيث البحرية آمنة على الأقل من ذلك العدو .

ومع أن النحل العادي والزناير تتجنبها أغلب الطيور فهي تلتهم بواسطة طائر خاطف الذباب والوروار . وتنطبق هذه الحالة أيضا على الكوكو الذى يتغذى أثناء اقامته في بريطانيا بالديدان التي تعافها طيور أخرى بالنسبة الى شعرها أو أشواكها المهيجة .

وتضع طيور الكوكو نصب أعينها في الأكل أنواعا من «جرسى الكرة» وهي دودة بشارة الزنجفر ودودة بشارة العقعق وكلاهما من أنواع ذات ألوان واضحة وهي غير شهية لطيور أخرى من آكلات الحشرات .

ويظهر كما في الطبيعة وكنتيجة للتجارب أن كلا من الألوان المحجبة والتجذيرية تهب خلاصا مناسبا من هجوم الحيوانات الفقارية (الأسماك والضفادع والعلاجيم وسبادل الماء والزواحف والطيور والثدييات .) وأجرى الأستاذ ن . ب . سمنر تجاربا استخدم فيها طيور البطريق - وهي طيور تغطس تحت الماء وتتبع الأسماك وتقتنصها - فاحتفظ بأعداد من سمك الناموس لمدة بضعة أسابيع وكان بعضها في حوض أسود والبعض الآخر في حوض أبيض ، وبعد مضي المدة صارت مجموعة من الأسماك سوداء والأخرى بلون أصفر باهت أو رمادي ، ثم قدم لطيور البطريق وقت اطعامها أعدادا متساوية من الأسماك الباهتة والداكنة في حوض جوانه سوداء فأكلت الطيور ٧٣٪ من الأسماك الباهتة و٢٧٪ من الداكنة . وعندما أعيدت التجربة في حوض جوانه بلون رمادي باهت كانت الأسماك التي أكلت ٦١٪ من الداكنة و٣٨٪ من الباهتة . وواضح أن الأسماك التي كانت أقل وضوحا في الوسط الذي هي فيه سنحت لها فرصة أحسن للبقاء . ويستفيد الصيادون من درايتهم بهذه الطريقة فيضعون الأسماك التي تستخدم كطعم في وعاء أبيض ، ولأنها تكون واضحة عندما تنزل في الماء فتكون أكثر اغراء للصيد .

وأجرى يونج تجارب عديدة على الطيور في الأسر مفدما لها غذاء طبيعيا من حيوانات حية على سطوح تتناسق أو تتباين معها بدرجات مختلفة ، وفي كل حالة تناسقت الفريسة مع سطحها قليلا كان القبض عليها محققا أكثر . فمثلا اختارت البومة الأذناء الفيران المنزلية من سطح تباينت معه بشدة في احدى عشرة فرصة من اثنتى عشرة . وتبين الحالة الآتية كم من الخطر أن يتباين كائن يؤكل وليست له حيلة دفاعية مع سطحه تحت ظروف طبيعية حدث « تحويل » أو تغيير لفراشة خاصة (كليا سفلودس) أثر على يرقاتها من بين أشياء أخرى ، ولون هذه اليرقات عادة أخضر من أوراق البرسيم التي تتغذى بها ، ولكن بعد التغيير كان لونها أخضر الى الزرقة . ووضع جيرالد الذي لاحظها كمية مختلطة من اليرقات العادية (الخضراء) واليرقات ذات اللون الأخضر الى الزرقة على نبات البرسيم وتركها في العراء معرضة لهجمات العصفير لمدة عشر دقائق ، وفي نهاية هذه المدة كانت اليرقات الباقية هي التي في لون البرسيم الأخضر . وها هي تجربة مختصرة وباتة من بين التجارب العديدة التي أجراها أسلى على فرصة البقاء في الجنادب (النطاط) ضد هجمات الطيور ، فوضع أربعين جنديا بعد تخديرها على قطعة أرض لا تتناسق معها ، وأطلق ثلاث دجاجات من نوع البنتم فاحتاجت الى دقيقة واحدة لكي تعثر على كل جندي وأكلته . وفي يوم آخر وضع أربعين جنديا أخرى بعد تخديرها على نفس الأرض ولكن كانت الجنادب في هذه المرة من نوع يتناسق مع لون النبات ، وبعد انتهاء دقيقة

واحدة لم تكتشف الثلاث الدجاجات البتم نفسها غير ستة جنادب فقط وأكلتها .

والسكون ذو فائدة عظمى في جميع حالات المشابهة المحجبة ، ولاحظ بولتن أنه طالما بقيت الديدان « العسوية » ساكنة عجزت العظايا الحُضراء عادة عن اكتشافها ولكن في اللحظة التي تحركت فيها « العسويات » خطفت . ويكتب فروك فيما يتعلق بفراشة « جرايلنج » « رأيت طيور صقر الجراد في مناسبات عديدة وهي متعقبة فراشة الجرايلنج ورأيتها تحاول القبض عليها من الجناح ، ولكنها كانت تفشل عادة في ذلك ، وإذا أخطأت الاقضاض عليها تندفع الفراشة الى الأرض وتصير غير مرئية للطير ويحوم الطائر لحظة أو لحظتين ويتفرس في الأرض على بعد بضع أقدام ثم يرتفع وينتظر حتى تطير فراشة أخرى ثم يعطيها فرصة ثانية وفي أغلب الأحيان لا تنجو الفراشة » .

وشوهدت قطة تتعقب فأرا جرى في حوض من الزهور تربته سمراء رمادية جافة ووقف الفأر كما وقفت القطة التي ظلت متوترة ترتجف وغير قادرة على رؤية فريستها الا اذا تحرك ثانية .

التلوين التحذيري والبقاء

نعود الآن لسرد أمثلة من الحيوانات التي لها ألوان تحذيرية وللأسقفاء عما اذا كانت هذه الألوان تحمي أصحابها . نأول ما تحتاجه الألوان التحذيرية هو أن تكون قوية وتعطي أقصى

حدود التباين للأوضاع العادية المتعادلة ذات اللون الأخضر والأسمر . والتباين في حد ذاته مميت لصاحبه عادة كما رأينا ولكن عندما تكون الألوان المتعلقة به هي اللون الأحمر والبرتقالي والأصفر والأسود والأبيض تكون تيجته البقاء عادة . ونحاول في التو أن نتساءل « هل تتجنب الحيوانات الجوعانة الأنواع ذات الألوان الصارخة بالغريزة أو تعرفها بالتجربة المريرة ؟ - بكل ما في هذا اللفظ من معنى - وهي عادة كما في الحالة الأخيرة حينما يتعلق بالفقاريات كلما وضعت المسألة للاختبار بالتجارب » واختبر لويد مرجان هذه المسألة على دجاج مستأنس ودجاج الماء والبط واتضح له أن هذه الطيور امتحنت كل شيء قدم إليها كطعام وتعلمت بسرعة كنتيجة للتجربة ، فتذوقت ديدان زنجفر وخنافس الجندي وخنافس أبا العيد وكلها ذات ألوان تحذيرية وتجنبتها في الحال أو بعد إعادة تجربتها بالنسبة إلى طعامها غير المستساغ . وإذا ابتلعت دجاجة نحلة عادية دفعة واحدة ولم تلسعها فانها تلتقط نحلا آخر ، أما إذا كانت سيئة الحظ في المحاولة الأولى ولسعتها النحلة فانها لا تتجنب النحل مستقبلا فحسب بل وما يشابهها في اللون من ذكور النحل غير المؤذية .

وأجرى و . ب . كت سلسلة من تجارب هامة جدا ومتقنة على العلاجيم من جهة تغذيتها بالنحل العادي . ويجد النحالون أن علاجوما يقيم نفسه بالقرب من لوحة الاستقرار في الخلية ويستولي على أعداد كبيرة من النحل ، فاستعمل في التجارب ثلاثة وثلاثين

علجوما وسجل مسلك كل واحد منها على حدة ، ووضع كل علجوم وهو جائع - لأنه ترك بضعة أيام بدون طعام - بالترتيب على لوحة الاستقرار في الخلية ، فخطف نحلة و « اذا لسعته أغلق عينيه وبلعها وزحف في الحال الى حافة لوحة الاستقرار في الخلية وقفز بعيدا » وأعيد الى مكانه ولو حظ مسلكه ثانية فتجنبت عشرة من بين الثلاثة والثلاثين علجوما النحل كلية بعد التجربة الأولى المؤسفة وأخذ غيرها حوالى خمسة أيام قبل أن ترفض حتى محاولة القبض على واحدة وأظهرت العلاجيم خلال هذه المدة علامات واضحة من الخوف من الحشرات . وعلى ذلك تختلف سرعة التعليم كثيرا بين أفراد العلاجيم ، ومع ذلك اذا حفظ الـدرس فلن ينسى لأنه بعد مضي أسبوعين وضعت العلاجيم ثانية على لوحة الاستقرار فتجنبت النحل اما في الحال أو بعد محاولات أقل من السابقة .

وشوهدت الثعابين والعظايا في الحالة البرية وفي الأسر وهى تتجنب ضفادعا بألوان محجبة من بين ضفادع بألوان تحذيرية . وتقتنص الأبراص المنزلية التى تلتهم الحشرات الموجودة على الجدران والسقف ليلا بعض أنواع من البشارات والخنافس ولكنها تترك أخرى دون أن تمسها .

وحصل كلوجفر على دليل قاطع فى أن الطيور البرية تتجنب الحشرات ذات الألوان الزاهية والتي تعافها نفسها ، وقام بعمله لمدة ثلاث سنوات مع مستعمرة من الزراير ، وكانت مساحة الأرض التى تتغذى فيها تبلغ حوالى مائة فدان ، وأعد لهذه

التجربة بعض الأفراخ بعد أن وضع حول رقبتها ولمدة قصيرة طوقا بحيث يسمح لها بأن تبتلع فقط غذاء جزئيا أحضره لها أبواها ، وكان من الممكن فحص الغذاء ، ووجد أن من بين ٣٣٠٧ فردا من الفراشات والبشرات وعلى أغلب الظن الديدان التي أحضرها أبواها (من الزراير) ثلاثة فقط لها ألوان تحذيرية وهي واحدة من بشارة برنت واثنان من الزنجفر ، ووجدت من بين ٤٤٩٠ خنفسة اثنان فقط من أبى العيد. ولم يسجل من بين ٧٧٩ حشرة غشائية الجناح أية نحلة أو زنبار سوى واحد فقط من الزناير الحفارة وكان بقية الصيد من الأنواع غير اللاسعة وأظهرت الزراير مقدرة على التمييز غير عادية لأنها التقطت من الحشرات غشائية الجناح مالها ألوان تحذيرية ولكنها غير ضارة .

واخترع بعض العلماء الروسين طريقة منظمة لاختبار الغذاء الذى تجلبه الطيور لصغارها ، فجهزوا صندوقا خشبيا بدمية على شكل طائر صغير بفم مفتوح تحت مستوى لوحة الاستقرار التى كان يهبط عليها الأبوان . وكانت الدمية واللوحه متصلتان ببطارية كهربائية بواسطة سلك ، وحين وقفت الأم على اللوحه حدث اتصال كهربائى جعل الطائر الصغير (الدمية) يعلق فمه على الطعام الذى دفع فيه وعندما طارت الأم بعيدا انقطع الاتصال الكهربائى . وهذا جعل منقار الطائر الصغير يفتح ثانية ويسمح للطعام بأن يسقط فى وعاء تحته ، وامتحن ما فى الوعاء فى فترات منتظمة وأحصيت الكائنات التى كانت فيه وعرفت .

وتضيف بعض الكائنات الخطيرة أو غير الشهية افرازا ذا رائحة كريهة الى لونها التحذيري في وقت الخطر ، وهذا في أغلب الأحيان يمنع أية محاولة لهجوم ان لم يكن مميتا فهو حقيقة حادث لا بد من تجنبه . وهناك حالة دب هيمالايا الكوك الذي نقل من كهف أمه في التو الى حديقة كبيرة حيث كان في استطاعته التجول فيها كلما أراد. وكان يوجد في هذه الحديقة أنواع مختلفة من الجنادب بلون محجب ونوع أسود بشرائط حمراء لامعة على جسمه وبقع صفراء براقية على أجنحته - كاعلان معين ل (ابتعد) - والتقط صاحب الدب واحدا من هذه الجنادب « المتوهجة » وأفرز الجندب من فمه زبدا له رائحة مفزعة واستنشق الدب الجندب مرة واحدة وقلب شفته ، وعند ما قدمها له صاحبه مرة ثانية أطارها الدب من يده بعيدا .

وتقدم لنا القروود لكونها فضولية ولها فيما يتعلق بالغذاء حب وكره واضحان مدلولات قيمة للإجابة عن الحد الذي تكون فيه الحشرات ذات الألوان التحذيرية غير شهية لها في حين أنها تأكل الحشرات ذات الألوان الوقائية . وقام كاربنتر بمشاهدات واسعة على هذا الموضوع فقدمت للقروود أنواع كثيرة من الحشرات أو قامت هي بنفسها بالقبض عليها ، ولوحظ أن أحد القروود كانت وجبات طعامه في ٦١٥ مناسبة تحتوي على ٢٤٤ نوعا مختلفا من الحشرات خلال مدة الملاحظة ، وحدد القرد ١٤٣ حشرة بألوان تحذيرية ووجد بينها ١٢٠ حشرة غير شهية والثلاث والعشرين الباقية صالحة للأكل ، ومن ذلك يتضح كيف تتحدد النسب

المثوية بشدة في هذه المجموعات فكان من مجموعة الحشرات ذات الألوان التحذيرية حوالي ١٦٪ حشرات شهية أى حشرات يمكن وصفها كعارضة « تلوين تحذيري كاذب » ، وكانت في مجموعة الحشرات ذات الألوان المحجبة حوالي ١٧٪ حشرات غير شهية، وبالحكم عليها من هذه الوجة قد توصف كعارضة « ألوان محجبة كاذبة » .

وبالتفكير في مسلك هذا القرد قد يحكم عليه الشخص أولا بعدم الذكاء والبطء الشديد في الفهم ، وحسب آراء أخرى لا يستطيع الشخص الا أن يعجب بمثابة هذا الحيوان على مجابهة الايهام أو يشبه هذا الموقف تقريبا حالة طفل يعطى صندوقا كبيرا من شكولاتة على أشكال عديدة وبأنواع مختلفة من الزخرفة. ويجب الطفل الشيكولاتة ذات الوسط اللين ولا يحب ذات الوسط الجاف ويحدد الطفل النوع المستدير الذى عليه شكل بتلة وردة - أى لها وسط لين شهى له طعم الفراولة - وبعد ذلك يحاول الطفل واحدة أخرى بنفس الشكل تماما ولكنها بدون بتلة ويقضمها بقوة - فاذا هى بندقة ، وما زالت هناك أنواع أخرى مستديرة ، فهل هذه تستحق المجازفة بقضم أخرى فقد تكون محتوية على الفراولة اللذيذة في وسطها ؟ وليس هناك شك كبير في الاجابة على ذلك . وكذلك الحال في القرد اذ من الأفضل أن يجازف بقضم جشرة بتلوين زاه فقد يكون لها طعم لذيذ كالحشرة الزاهية الأولى التى التقطها مصادفة .

والنتائج التي أمكن الحصول عليها من مراقبة القرود مطابقة للحالة العامة أي أن أغلب الكائنات ذات الألوان التحذيرية تكون إما غير شهية أو خطيرة أو كلاهما معا ولكن البعض غير ضار وشهي الطعم . وأغلب الكائنات ذات التلوين المحجب غير ضارة وتؤكل ، ومع ذلك توجد شواذ . ومن الواضح أنه من الأسلم في الطبيعة ألا يؤخذ أي شيء جزافا ، وبناء عليه فمن الأفضل - بعد فترة من المحاولات والأخطاء - أن تتجنب كل فريسة لها ألوان تحذيرية . وفيما يتعلق بالكائنات ذات التلوين المعتدل اذا ظهر أنها غير شهية فالعلاج الوحيد لمثل هذه الحالة هو بصقها ثانية بأسرع ما يمكن .

وإذا كانت جميع الحيوانات المفترسة تسلك مثل قرود كاربنتر فقد تكون الألوان التحذيرية ذات فائدة قليلة ، ولكن الدجاج والعلاجيم التي تتعلم بالتجربة وترفض كل فريسة بها علامات من مثل هذه الألوان التحذيرية تعرض طريقة عادية جدا للمسلك ، ولا بد أن يؤخذ جعل دائم ولكنه بسيط نسبيا من الكائنات الملونة تحذيريا بواسطة عملية المحاولة والفشل هذه . ونقطة أخرى يجب ملاحظتها وهي أن المصطلح « غير شهى » هو نسبي لأن الطعم يختلف كثيرا في دنيا الحيوان ، والنمل كما رأينا غير شهى للعناكب ولكن توجد طيور تأكله بشراهة كما أنه الغذاء الأساسي لحيوان آكل النمل ، والقنafd تفترس الأفاعى ، ويعتبر النمى نفسه مهلكا لثعبان الناشر ، ويبدو أن أنواعا قليلة من الحيوانات مثل الظربان (أبو منتن)

والذبذبت والعلجوم العرييد السام محصنة ضد هجمات أى شىء
ما عدا الانسان ، كما يبدو أن حيوانات أخرى مثل «الذباب»
وديدان الأرض والضفادع العادية والأرانب لم توجد غالبا الا
لتقدم نفسها غذاء لأنواع شتى ، وتوجد بين هاتين النهايتين
أنواع فى خطر من الأعداء التى يختلف عددها من عدة أنواع
الى واحدة فقط ، وهناك مثل فرنى معناه « أنا آكل وأنا
أؤكل » .

ويظهر من الدليل المختصر الذى استعرض فى هذا الفصل
- وهناك أدلة كثيرة أخرى - أن الاستخفاء يكون له تأثيره
إذا كان متعلقا بالحيوانات الكبيرة - أى شىء فى حجم أبى العيد
فما فوق . وكلما كانت نشأة العين فى أى كائن أحسن كانت
أهمية الاستخفاء أينما كان أعظم ، والألوان الوقائية
التحذيرية تساعد مرتديها ولكنها لا تستطيع أن تحقق لها
البقاء . وهذا فى الحقيقة دليل ذاتى والا كيف تتمكن الحيوانات
المفترسة من الحصول على غذائها أو كيف يحتفظ بالمعدل
المطلوب من أنواع النباتات غزيرة التكاثر !

الفصل التاسع

ما هو المعنى الحقيقي للاستخفاء

تزخر الطبيعة بأمثلة استخفاء الحيوان . وأقوى المؤيدين لتأثيره وحقيقته وقيمه في الكفاح من أجل البقاء علماء في الطبيعة محنون ، بل قوم لهم خبرة طويلة في مشاهدة الحيوانات في حالتها البرية بدقة ، ولهذا لا يوجد شك في أن الاستخفاء حقيقة من حقائق الطبيعة بحسب ما تستطيع أن تصدق عيوننا .

وهناك نظريتان أساسيتان تبحثان في تفسير الحقائق كما تشاهد فعلا وسنشير اليهما باختصار فيما يلي : فأول نظرية هي أن اللون في الحيوان والشكل لحد ما نتيجة للحالات الطبيعية والكيمائية في بيئته باستعمال المصطلح في أوسع معانيه ، ويقرر برستو بخصوص ما كتب عن العناكب التي تعيش عادة في الكهوف والمخازن انها تميل الى أن تصير طويلة الأرجل ولونها باهت ، ويتوقف تكوين صبغ الملنين فيها على عملية التأكسد التي تتأخر في الضوء الخافت جدا ، وينجم عن عدم وجود الضوء والرطوبة العالية أيضا تقييد تكوين الكيتين،

وينتج عن ذلك اطالة الأرجل والأشواك . ويعرض نوع مشهور من سمادل الماء في البلقان يسمى « ألم » النتائج التي تسببت عن طول تعرض سلالاته لظلام الكهوف تحت الأرض ، فهو أعمى ويجب أن يبقى في نصف ظلام لأن جلده الباهت يصير أسود اذا تعرض للضوء ، والجلد به مواد مستترة لصنع الملنين * ولكنه لا يتكون في عدم وجود الضوء ، وقد شاهد مثل من هذا الكائن في حديقة الحيوان بلندن .

ومن المعروف منذ زمن بعيد أنه يوجد في الحيوانات ارتباط بين لون الجلد الداكن والرطوبة الشديدة وبين اللون الباهت والأحوال الجافة. ومن المعروف الآن أن شدة الرطوبة وارتفاع درجة الحرارة تساعدان على تكوين الملنين الأسود الحقيقي وتهيبء الحرارة والرطوبة الشديدتان وجود الملنين الأصفر والأسمر الى الحمرة ، كما تساعد درجات الحرارة المنخفضة على تكوين أنواع رمادية وسمراء رمادية من الملنين . وأجريت تجارب لحفظ أنواع خاصة من الطيور في جو أكثر رطوبة عما هو طبيعي لها ، وكان هذا سببا في أن بعض حالات من الطيور صارت داكنة كطائر أبو نساج الذي يعيش في الصحراء باستراليا فهو يصير داكنا عند ما يعيش في هواء رطب .

ثم توجد حالات كثيرة من سلالات محلية يختلف اللون في الواحد عن الآخر ، وتوجد في بلاد المكسيك الجديدة مساحة

* طبيعة الملنين هو التيروسين والانزيم هو التيروسيناز .

كبيرة مغطاة بحجارة سوداء وبجانباها منطقة أخرى أرضها من الجبس الأبيض ويحيط بهاتين المنطقتين السوداء والبيضاء مساحات صخرية من نسق متعادل ، ويعيش في المناطق الصخرية نوع من الفيران « بلون فيرائي » ويوجد نوع أسود في مناطق الحجارة السوداء ونوع أبيض في منطقة الجبس الأبيض. ويضع الزقزاق أصفر الرعثة الذي يعيش في معظم أجزاء الهند عشوشه في منخفضات في الأرض العارية ولون بيضه عادة كلون الأرض بعلامات داكنة ، ومن الصعب جدا رؤيته . ولكن البيض في جزء من شاطئ الملبار حيث الأرض هناك بلون أحمر طوبى وبها عقد من حجر الصوان الأسود يكون بظلال متنوعة من اللون الأحمر الطوبى وعليه تقط وبقع سوداء أو سمراء وهذا مما يجعله غير منظور ، ويحتمل أن تؤثر الأشعاعات التي تنبعث من نوعى الأرض على الطيور والثدييات التي تخصهما وينتج عن ذلك تغيرات في اللون ولكن من المرجح أكثر أن تكون هذه التغيرات ناشئة عن المجموع الكلى للحالات الفسيولوجية الموضعية .

ومع ذلك فحقائق الوراثة في هذه الأيام لها تفسير آخر لتناسق اللون في السلالات المحلية مع بيئتها وتوصف كنتيجة الى سابق التطابق . ويظن أنه حدثت بين الفيران ذوات اللون المتعادل في المناطق الصخرية ببلاد المكسيك الجديدة مثلا طفرات نتج عنها أن بعض السلالات كانت أدكن من حالة أسلافها والبعض الآخر أبهت ، والأفراد الأدكن والأبهت كانت

لها أحسن فرصة للبقاء عندما كانت تعيش على المناطق السوداء والبيضاء نسبيا وبمضى الوقت أصبحت متناسقة مع هذه المناطق في اللون تماما .

وسابق التطابق بلا شك مسئول جزئيا عن البيئة العمياء في الكهوف ، وقد تميل أنواع الحيوانات التي كان لها قبل الآن نظر ضعيف وتجنبت الضوء اللامع الى أن تدخل الكهوف وقد يقلل التطور بعد ذلك من ضوء عيونها أكثر من هذا .

والنظرية الأساسية الثانية لتعليل الاستخفاء (لا يستطيع الانسان أن يعطى حكما بين النظريتين في كلمات قليلة) هي هذه الاختلافات التي تتجت عن الانتخاب الطبيعي ، وهذه هي في الواقع النظرية العامة للتطور وتعلل المماثلة الوقائية بشيء من هذا القبيل ، فمن بين عدد من الحشرات المماثلة الى الحشرة التي كانت تعيش بين الأوراق الخضراء فقست واحدة كانت مصادفة بلون الأوراق تماما كنتيجة لحدوث طفرة ، وبينما عاشت هذه الحشرة وتركت بعدها تتاجا فان الكثير من نوعها أصابه الهلاك ، وبعملية الوراثة كان بين ذريتها أكثرية من الأفراد دنا لونها من الأخضر « الصحيح » عما كان في الجيل السابق ، وعلى ذلك وبعد عدد كبير من الأجيال أصبحت كل هذه الحشرات بلون مماثل للنباتات التي تتغذى بها . أما الحشرات التي لم تتوافق بواسطة الانتخاب الطبيعي فقد استئصلت وبنفس الطريقة . ولكي ترتقى حشرة « الورقة » الحقيقية فانها اتخذت حالات اضافية من الاستخفاء مثل الانبساط والهيئة العامة

للورقة والعلامات التي توزع بالعروق وهكذا لتصل « الى الارتفاع » بواسطة طفرات توافقية للطبيعة المناسبة ، وقد يدل هذا على أنه حدث تعاقب للاختلافات الوراثية (الطفرات) وكان بعضها على الأقل مناسباً للحشرة وأنها استبقيت بواسطة الانتخاب .

وقد تكون الاختلافات عرضة لحوادث عرضية (بالمصادفة) بالنسبة لمنافعها للكائن المختص ، ولكن عندما تحدث فلا يوجد أى شك فى أن الانتخاب الطبيعى يؤثر عليها . ويعطى هريسون مثلاً واضحاً عن الاختلافات التي أثبتت نفعها لبعض البشارات وخطورتها للبعض الآخر ، وتوجد البشارات (ابورايا اتمناتا) التي يتعلق بها الموضوع فى استون مور بيور كثير . ففى أوائل القرن التاسع عشر أصبحت غابة الصنوبر التي عاشت فيها هذه البشارات والتي كانت تحتوى على مجموعات من شجر البتولا وشجر الحور الرومى مقسمة الى جزئين (غابتين) يفصلهما نصف ميل من نبات الخننج ودق الشجر . وبعد بضع سنين هبت عاصفة على أشجار الصنوبر فى احدى الغابتين واستبدلت بأشجارها شجر البتولا . وترعرعت أشجار الصنوبر فى الغابة الأخرى ولكن ماتت أشجار البتولا والحور الرومى وكان هذا فى عام ١٨٨٥ ، ومن هذا الوقت عاشت مستعمرة من البشارات فى غابة الصنوبر ومستعمرة أخرى فى غابة البتولا والحور الرومى .

وفى غضون عام ١٩٠٧ أمكن تمييز بشارات المستعمرتين بعدد من الصفات من بينها اللون « فوجد فى غابة الصنوبر أن حوالى

٩٦٪ من البشارات كان لونها داكنا و ٤٪ ذات لون باهت ، وكانت في غابة البتولا ٨٥٪ باهتة و ١٥٪ داكنة ، ويظهر أن هذا الاختلاف كان نتيجة لاستبعاد منتخب للبشرات الباهتة الأكثر وضوحا في غابة الصنوبر بواسطة البوم وطائر السبد (ابو النوم) والوطاويط ، ولو أن البشرات الداكنة هنا تفوق في العدد مثلاتها الباهتة بما يزيد على ٢٥ الى ١ الا أن أكثرية البشرات التي أكلتها هذه الحيوانات المفترسة (كما اتضح بواسطة الأجنحة المنبوذة) كانت من النوع الباهت وهذه استبعدت بالتدريج . وعندما ظهرت أشكال البشرات الداكنة والباهتة أخذ الانتخاب الطبيعي طريقه إليها ، ولكن ما الذي سبب الشكلين الاثنين ؟ وهؤلاء الذين لم يعضدوا الرأي القائل بأن المماثلة الوقائية على الأخص هي نتيجة لقوى طبيعية وكيمائية تعمل مباشرة على الكائنات العضوية يعرضون أمثلة لأشكال مختلفة من اللون تحدث غالبا تحت ظروف متماثلة. فقد توجد في واد واحد وعلى نفس الارتفاع عن مستوى سطح البحر حيوانات صفراء أو سمراء نحاسية تعيش على بقع صحراوية باهتة ، وأشكال سوداء من الحيوانات نفسها تعيش على أرض بها حجارة سوداء ، ومع ذلك لا نستطيع التغاضي عن الأحوال الكيمائية والطبيعية المختلفة على نوعي التربة التي قد تؤثر على ألوان الحيوانات التي تستوطن فيها . ويعتبر كت أنه يمكن الوصول الى نسوية بين الرأيين بشيء من هذا القبيل . قد تستطيع اختلافات واضحة من الرطوبة في الهواء أن تحدث تغييرات في تلوين الصبغ الذي

يصبح موروثا ، في حين أن الانتخاب لمصلحة التلوين المحجب قد يحسن هذه التأثيرات ، ومع ذلك ما زالت لدينا الفرض لتوضح لماذا يجب أن ينتج الفعل المباشر للقوى الطبيعية تأثيرات تلائم احتياجات الحيوان ، وبذلك يمكن أن تستبقى بالانتخاب، ورأى كت هو أن كل ما يعطى وقاية من الأعداء المفترسة يعتبر أهم عامل نهائى فى هذه العملية .

والآن عند ما يعرض أى حيوان استخفاء متضمنا تفاصيل من الشكل واللون مع أى مسلك أو وضع خاص يكون من الصعب علينا تجنب الاستنتاج بأن هناك فكرة أو غرضا وحيدا من وراء النتيجة النهائية . ويرى كت أنه عند ما يجمع الحيوان فى نفسه كل القواعد البصرية النظرية التى تميل الى الاختباء لا يمكن تفسير ذلك حسبما اتفق ، ويبين أوسبنسكى أن التنكر فى أية حالة متقنة للمماتنة تنظمه عوامل كثيرة جدا متعاونة ، وطبقا لنظرية الارتقاء فان الاختلافات التى تنتج هذه العوامل (الصفات فى اصطلاحات مندل) هى على أوسع مدى طارئة ، ومثل هذا التفسير لا يدخل فى الاعتبار الاستحالات الحسائية لهذا النوع من سلسلة الاتحادات والاعارات (الطارئة) ، والصفة الواحدة عند ما تجعل الحيوان غير منظور فى الأحوال المحيطة به كأرنب أبيض فى الجليد مثلا قد تفسر « علميا » ، ولكن عند ما تصير مثل هذه الصفات بأعداد لاحصر لها غالبا يفقد مثل هذا التفسير جميع الامكانيات المنطقية .

والاستكشافات الحديثة فى الوراثة تجعل مثل هذه لمسائل

أكثر حدوثا في دائرة الامكانيات . ووضع ج . ب . س . هـ لدين في كتابه « أسباب التطور » وچوليان هكسلي في كتابه « التطور » رأيا في الوضع يعطى اقناعا أكثر . ومن المعروف الآن أن الاختلافات تحدث على طول خطوط خاصة وليست في كل اتجاه حسبما اتفق ، وكما أن الرأي المبكر بأن كل چين مسئول عن صفة واحدة مثل الطول أو القصر في البسلة ، والظفرة التي تؤثر على الچين تغير صفة واحدة فقط في كل مرة فان التأثير المتعدد لكل چين معروف جيدا الآن . وذكر هلدن مثلا أن الچين س هـ في زهرة الربيع يحز البتلات ويضاعف عدد السبلات وينقسم القنابات ويكون عادة أكثر استحكما ويزيد تجعيدات الأوراق في وجود چينات أخرى وهكذا ، وعلى هذا ففى حالة الحشرة الورقية (التي تشبه الورقة) يستطيع التغيير الذي يؤثر على چين منفرد أن ينتج صفات عديدة كما في الورقة على التوالي ، وقد يتعلق هذا أيضا بالظروف التي قد يثبت فيها أن أى تغيير في الشكل واللون مؤذ لمرتيديه .

ومن المعروف أيضا أن كل چين لا يتغير فجأة دائما ، ولكن بواسطة عدد من الخطوات الصغيرة . (يظهر تغيير الشكل المركب الذي يؤدي الى تغييرات حقيقية جدا في نوع الچين الأصلي) ويسمح هذا بحدوث تغييرات في لون الفراء مثلا بواسطة أطوار خفيفة جدا لاختبار مدى نجاحها كما هي ضد تيقظ الانتخاب الطبيعي ، وربما يكون هذا لانتاج ملاءمة مفيدة عما تحدثه اختلافات طارئة من نوع واضح ، ويمكن أن تحدث أيضا أشكال

سريعة من التطور كنتيجة للتهجين ، كما يمكن أن يؤدي اختلاط حديث من جينات متعددة الى نتيجة واضحة تماما من تجميع تأثيراتها واحدة في كل مرة .

أصناف الرؤية

إذا افترضنا وجود شيء من الحقيقة في الفكرة العامة لاستخفاء الحيوان فدعنا إذا نستوضح الحقائق الاضافية . يتضح من دراسة العين في حيوانات خاصة أن نوع « الدنيا » التي تراها تختلف كثيرا ، وكثيرا ما تكون الحيوانات الثديية العليا والطيور في نفس الحالة التي نحن عليها من خصوص التأثيرات الحسية الحقيقية التي تقع على العين ، ويجب علينا حتى في هذه الحالة أن نسلم بوجود اختلافات طفيفة جدا في ابصار اللون وعدم وجود هذه المقدرة . وأخذت عددا من الصور لما يظهر لعين الانسان أنها حيوانات خضراء مستريحة على أوراق خضراء ، وفي الصور يظهر النسق في الحيوان وفي الورقة متماثلا ولكن عندما تؤخذ نفس هذه الصور بألواح تحت الحمراء تبقى بعض حالات الحيوانات في تناسق مع سطحها المورق وتكون حالات أخرى في تباين ظاهر . ويستطيع الحيوان ذو العيون القادرة على استعمال الأشعة تحت الحمراء أن يكتشف الأمثلة الأخيرة ولا يكون هناك وجود للمماثلة الوقائية ، ويوجد عند ما يستعمل الاستخفاء اللوني في الأغراض الحربية أن الأشخاص المصابة بعمى لون ترى بسهولة من خلال الحيل التي تحير عيون ذوى الأبصار

العادي للون ، وعلى هذا فكل ما يختفى لنوع واحد من الحيوان قد يظهر لنوع آخر .

ثم هناك موضوع التأثير القياسي ، فقد تستقبل الحيوانات التي لها نظر ذو عدستين كالقطة مثلا منظرًا ذا ثلاثة مقاييس يسمح لها أن تحكم عن الموضع الحقيقي بدقة تقريبا ، ولكن لا يتصل مثل هذا النوع من الابصار جوهريا « بادراك » المجال ذي المقاييس الثلاثة . وأغلب الحيوانات لها كما للبقرة أبصار ذو عدسة واحدة فقط ، ويجب أن تستقبل تأثيرا مسطحا عاما يعطى معلومات قليلة عن المسافات التقريبية للأشياء . أما من جهة تفسير التأثيرات التي تستقبلها العيون فيذكر عن مصدر موثوق به أن أغلب الثدييات - مثل القطة والحصان - لا تستطيع أن تميز حركاتها نفسها بالنسبة الى حركات بيئتها ، فعندما تسير قطة في طريق تظهر الأشياء والمناظر - للقطة - انها تتحرك بثبات نحوها بواسطة ما هي حقيقة تغيرات واضحة للموضع التقريبي الذي ينشأ عن حركتها * . وتظل الأشكال المتغيرة للأشياء التي تعودنا أن نربطها بالمنظور أشكالا متغيرة لهذه الحيوانات وهي ان لم تكن مألوفة قد تحدث فرعا ، فالحصان يأخذه الرعب ويجفل أحيانا لأن الأشياء القريبه تظهر أنها تتحرك نحوه فجأة وبدون أن يتوقعها .

وذكر فيما سبق أهمية الثبات (عدم الحركة) في الاستخفاء

* أنظر اسبنسكى .

وهو يفيد الاختفاء لأنه مهما يكن نوع العين فهي لا تستطيع الا أن تكتشف دائما حركة شيء واحد بالنسبة الى المنظر العام كله ، وعلى ذلك اذا شك أرنب أنه في خطر يظل ثابتا في مكانه تماما ويرقب أية حركة قد تدل على عدو لا يتمكن من التعرف عليه في حالة ثباته . ونستطيع أن نعرف القليل عما « يثرى » حقيقة بواسطة الكائنات التي يختلف فيها الجهاز العصبى عن جهازنا - كالحشرات والديدان والرخويات - ولو أنه من المعروف أن العيون تكون خيالا ، وقدرة عيون النحل على استعمال أطوال أمواج فوق البنفسجية تسمح لها أن تستحسن تأثيرات لا نستطيع استحسانها ، وقد يشاهد مثل لهذه التأثيرات في صالة المعادن في متحف التاريخ الطبيعى بلندن حيث يعرض هناك « كهف علاء الدين » العلمى . ومن الممكن اضاءة مجموعة المعادن (فلورسيار - المت - سلفات - الزنك - ارجونيت) التي لها في ضوء النهار العادى ألوان هامة بأشعة فوق البنفسجية وتصير تحت تأثير هذه الأشعة منيرة كالفلورسنت وتلمع بضوء ولون فائقين . واذا كانت لوحة الاستقرار في خلية النحل مدهونة بدهان أبيض باستعمال الزنك الأبيض أو دهان « تتان » الأبيض فقد يشاهد النحل هذا كلون أخضر الى الزرقة الشديدة ويكون له تأثير قوى في ارشادها الى مسكنها .

ووجه الأستاذ هجين الانتباه لأخطاء كثيرة تنجم عن الفشل في استحسان اختلافات في طول موجة تصدر من أصباغ مختلفة توصف كأنها من اللون نفسه . « والتأكيد بأن نوعا خاصا من

الاستجابة يحدث عندما يوضع حيوان على سطح أحمر قديعنى التأثير المباشر للأشعة فى المنطقة الحمراء أو يكون نتيجة لتخفيض الأشعاعات فى المنطقة الخضراء » . وفى الملحق رقم ٥ جدول يبين الانعكاس المناسب بواسطة أصباغ من « الحمراء » اثنين ومن « الصفراء » اثنين . وفى الحقيقة يستطيع أى ضوء وحيد اللون أن يتوافق بواسطة خليط من أطوال أمواج أخرى أى أنها تعطى نفس احساس اللون لعيوننا .

وتختلف كثيرا أيضا شدة الضوء الحقيقية التى تنبعث خلال ألواح زجاجية وحيدة اللون أو مرشحات جيلاتينية ، ويسمح الزجاج الأصفر بأن يمر خلاله ضوء كامل أشد من الزجاج الأحمر بدون التفات الى طول الموجة ، كما يسمح الزجاج الأحمر بمرور ضوء أشد من الزجاج الأزرق عندما تكون جميع الألواح الزجاجية من سمك متساو . وحيث ان شدة الضوء لها مثل هذه التأثيرات المميزة على عيون الحيوانات فمن الواضح أن هذه المسألة يجب أن تضبط بشدة وتقاس أثناء القيام بالتجارب .

وهناك نقطة أخرى يجب أن نفهمها وهى أن حيوانات مستخفية بشدة لا ترى أنفسها أو ترى على الأكثر جزءا من سطحها ، وتستطيع أن ترى أنفسها أقل من ذلك بالنسبة الى بيتها . وبزاقة البحر التى تتوافق فى تناسق لونها تام مع الاسفنج والطحالب المرجانية التى تستريح عليها لها عين كروية صغيرة على كل قرن استشعار وفى مقدرتها أن ترى على الأكثر مساحة صغيرة جدا أمام رأسها على مسافة بوصة أو ما يشبه ذلك ،

وقد تستطيع أن ترى أكتافها ولا أكثر من ذلك باحناء أعضاء
الحس الى الخارج ، وتستطيع التأكد من أن سمكة الرنكة لم
ترقط شيئا من جسمها سوى الذيل ، والسلحفاة التى احتفظ
بها أليفة لبضع سنين وأظهرت ذكاء عالى النشأة عرض عليها فى
احدى المناسبات خيالها فى المرآة واتضح من مسلكها أنها
عرفت « السلحفاة » فى الحال ولكن من المؤكد أنها لم تعرف
أن « السلحفاة » هى نفسها .

ولدينا أيضا حالة غريبة « لدمية » على هيئة عيون وضعت
كما لو كانت بقصد تام وبكيفية تظهرها كعين حيوان فقارى ،
وعلى ذلك اكتشفت لا بواسطة الفقاريات فحسب ولكن
بواسطة الحشرات الكبيرة ذات العيون المركبة أيضا وحتى
بواسطة الديدان .

ان العين المتألقة فى الحيوان الفقارى بانسان العين للأسود
المستدير هى جسم واضح جدا ومن المحتمل أن تفشى سر
وجود صاحبها . وكثيرا ما يحدث أن نوعا من المخادعات
الخاصة باستخفاء العين تعرضه حيوانات ذات تلوين محجب ،
ومع ذلك تمارس حيوانات أخرى نفس الهدف أو تأثير عين
الثور لأغراض الهجوم المنحرف ، وتكون العين الكاذبة فى
مثل هذه الأحوال فى مكان آخر بعيدا عن العين الحقيقية .
وتزين مثل هذه العلامات الشبيهة بالعين ريش فزان أرجس
وتوجد على صفائح العظايا والثعابين وعلى الأسماك الاستوائية

وتظهر أيضا على أنواع كثيرة من الحشرات التي قد يظن أو لا يظن انها تشير الى معنى مثل هذه العلامات .
وفي الحقيقة تحرف هذه العيون الكاذبة الهجوم عن أجزاء مكشوفة أو تمنع هجوما كلية بأن ترعب ما قد تكون أعداء ، وترفع بشارة عين الضقر (اسمرتص اسلاتس) أجنحتها الأمامية وتعرض زوجا من العيون الكبيرة المستديرة على أجنحتها الخلفية اذا كانت في خطر الهجوم عليها وهي مستريحة، وتكون هذه العيون مربعة كأن فيها حياة عند ما تكون هذه البشارة طائرة وقت الغسق . وثمة أنواع عديدة من الفراشات لها نقط عينية في مواضع مختلفة على أجنحتها ولكنها بعيدة عن الجسم دائما ، وغالبا يظهر على الأجنحة بالقرب من مثل هذه العلامات تلف يحدثه الطائر المهاجم بمنقاره . والسرعوف الناسك (سيودوكريوبترا) أحد الأمثلة العديدة المثالية التي تعطى العيون الكاذبة فيها تأثيرا مرعبا مفاجئا ، « فعندما تنزعج هذه الحشرة ترفع غطاءيات الجناح فوق ظهرها مثل ذراع الاشارة - وكل ذراع يحمل على سطحه العلوى عينا واضحة - وبذلك تصوب تجاه الدخيل هيئة مزعجة نوعا وليست كما يقال مذهلة . » ومثل هذا العرض قد يكون سببا في نجاة هذا النوع من السرعوف .

ومماتنة الشكل واللون والوضع والحركة لها غالبا مزايا واضحة . ولكن كيف نستطيع تفسير مماتنة (تقليد) الأصوات التي تصدرها الطيور كما في الزرزور ؟. ومماتنة الصوت في

الطيور البرية كما لو تكون غير شعورية « ولا غرضية »
كأشكال المماتنة الأخرى ، وتكون الحالة مختلفة في طيور
مثل الغراب النوحى أو البيغاء التى رافقت الإنسان حقبة من
الزمن ، ويكون من الصعب الاعراض عن النتيجة بأن بعض
أصواتها تصدر عن قصد تام - فتصدر لفظا وهكذا لتجذب
اليها الإلتباه .

ثم ان هناك حالات غريبة حيث يتغير لون الحيوان بواسطة
مؤثر اللمس . فاذا وضعت ضفدعة الشجر (هيللا) على
سطح خشن تعطى مؤثرا مشابها لما تعطيه قشرة الشجر ، فان
الضفدعة تصير رمادية أو سوداء ، ولكن اذا وضعت على
سطح أملس موعز بورقة الشجر تصير الضفدعة خضراء .
والأخطبوط العادى وكذلك الأخطبوط الصغير (اليدن) لها
خلايا لللمس على ممصات أذرعها ، فاذا لامست هذه الأذرع
سطحا صلبا بعض الشئ تتمكن من التعلق به تصير الحيوانات
داكنة ، ولكن اذا وضعت على سطح مشابه للرمل لا يمكنها
امساكه فان الحيوانات تتخذ لونا باهتا مرقطا . وتقتبس نوعا
من الحيوانات القشرية (ادوثيا) كمثل للكائنات التى لها
نظم وضعى عميق يكون سببا فى أنها تأخذ اللون الداكن
بالنهار والباهت بالليل ، ويوجد هذا الحيوان بين علامات المد
والجزر كما لو أنه قملة الحشب الطويلة اللامعة وهو يبقى على
تغيير لونه الدورى لمدة ثمانية أسابيع أو أكثر عند ما يحفظ
فى الظلام طول الوقت .

وتشير جميع الملابس التي استعرضت حتى الآن الى النتيجة بأنه يجب في حالة الاستخفاء أن تختلف التأثيرات تبعاً للقدرة البصرية والنفسية للنظارة وأن الحيوانات المستخفية لا تدرى بأى شيء من مثل هذه التأثيرات في أكثر الأحوال . ولكن حيث أن طرق اللون والاستخفاء توجد في جميع أقسام المملكة الحيوانية فيجب علينا أن نتعمق في البحث عن أسبابها بغض النظر عما اذا كان مرتديها يتمكن أو لا يتمكن من استحسان الحقيقة وبغض النظر عن قيمتها في البقاء أحيانا .

فعل الضوء على المادة . النتائج الطبيعية والكيماوية

يظهر أن الأسباب تكمن في الفعل الأساسي للضوء على المادة الحية ، وتذكرنا الطبيعة في أغلب الأحيان أن كل معالم الحياة فوق كوكبنا السيار (الأرض) تتوقف على الفعل المشترك لضوء الشمس مع صبغ الكلورفيل في النبات الأخضر، كما تحدث تفاعلات على أعظم جانب من الأهمية بين ضوء الشمس وأصبغ الحيوانات .

ولا يستطيع الضوء أن يعمل الا اذا امتص ، وتمتص أصباغ الحيوان بعض أشعة طيف النور أو كلها تبعاً لتركيبها ولونها ، وامتصاص الحرارة وتنظيم درجتها هي إحدى نتائج هذه القدرة ، وامتصاص الحرارة بواسطة صبغ الملين له قيمته في حالة بيض الضفدعة . فيبيضة الضفدعة وقت الوضع لها عند قمتها « قطب جرثومي » مغطى بصبغ أسود ولها من أسفل

« قطب سفلى » ملون بالأصفر بواسطة حبيبات الملح (صفار البيض) ، ويمتص الصبغ الأسود أشعة الحرارة من شمس شهر مارس المشرقة ، ويساعد السطحى المنحنى للجيلاتين بأن يعمل كعدسة ، ويركز الضوء على القطب الجرثومى ، ويساعد الدفء المتزايد على نمو الجنين . ووجد هشيموتو أن الأنف فى الأرانب تمتص الحرارة ولا بد أن يكون هذا هو الحال فى ثدييات أخرى كالكلب مثلا . ومن المحتمل أن يكون لهذا ميزة فى زيادة عمل الخلايا الحساسة فى جلد الأنف ، كما يجب أن تمتص الحرارة بواسطة الشعر الداكن والفراء .

أما بخصوص تنظيم درجة الحرارة فتوجد فى جلد الضفدعة خلايا صبغ الملين التى لها القدرة على التركيز بحجم رأس الدبوس أو الانتشار لتسدل ستارا تاما لا بأس به ويعرض فى هذه الحالة الأخيرة سطح كبير يمتص أى حرارة موجودة . وقد يحدث أن الحرارة المنخفضة تسبب انعكاسيا تمدد خلايا الصبغ ، ولو أن هناك عوامل أخرى قد تقلل هذا التأثير (انظر الفصل السابع) . وتميل درجات الحرارة المرتفعة الى تركيز خلايا الصبغ ، وعلى العموم فهذه التفاعلات حقيقية فى فقاريات أخرى تعرض تغيير اللون .

ويظهر استعمال قوة امتصاص الملين فى ضبط درجة الحرارة بطريقة مختلفة تماما فى الانسان . وهنا تبعا لهمفرس فان صبغ الملين فى الجلد يكون مبدئيا ستارا يحمى الأنسجة تحته من الضوء الزائد وبالأخص من الأشعة فوق البنفسجية

وهذا يكمله امتصاص الأشعة وتحويلها الى حرارة (كمية صغيرة جدا) يتخلص منها بعدئذ بالعرق (الأشخاص الذين لا يصبغون أو لا يأخذون اللون البرنزي جيدا لا يحصلون على فائدة تذكر من العلاج بفوق البنفسجية) . وفعل الملين كستار يمكن اثباته بعزل الملين كمسحوق ناعم ومزجه بالماء . فاذا وضع المزيج الناتج أو السائل وبه الملين معلقا على راحة اليد فانه يحميها من أشعة الشمس التي تتركز عليها بواسطة عدسة احتراق ، ولا تحتاج جلود سكان المناطق الاستوائية الداكنة الى تفسير أكثر من ذلك . وأشار فيما سبق الى القيمة الوقائية للأصباغ في الحيوانات ذات النسيج الشفاف ، وقد يكون العصب البصرى وتركيبات أخرى في سويقة العين في الجمبرى مكشوفة تماما بواسطة الصدفة والأنسجة الشفافة لولا وجود الستار اللوني الذي تسدله مجموعة من حاملات اللون .

والفعل الكيماوى للضوء على الصبغ موضوع له أهمية كبرى فى حياة الحيوان . ويمكن استخدام الصبغ لتحويل قوة الضوء الى قوة استفاد بتصريفها فى بعض الأعمال الكيماوية . وبناء على ما ذكره همفرس قد يسبب امتصاص ضوء الشمس بواسطة الملين فى الانسان تنبيها انعكاسيا لافرازات الغدد الداخلية خصوصا الادرنلين . وربما يثبت هذا الثقة بالنفس التى يبدىها الحضرى اذا قضى أسبوعا أو ما يشبه ذلك خارج الدور ! ويتأثر تمثيل الكلسيوم أيضا كما هو معروف

جيدا بواسطة فعل ضوء الشمس على الارجسترون الموجود في الجلد وينتج عن ذلك تكوين فيتامين د ، وعلى العكس من ذلك فان قضاء أكثر اليوم في الظلام أو الضوء المعتم في منجم مثلا له تأثيرات تظهر في الحالة السيكولوجية من انقباض النفس والحنق التي تلاحظ بين عمال المناجم والتي يظهر أنها طبيعية أصلا ، ويختلف هذا عن المرح العام الذي يديه البحارة المتمتعين بكل الضوء الموجود .

ويعرض التصوير الشمسي مثلا عاديا ومثيرا للفعل الكيماوي للضوء . وهنا تتأثر الكيماويات التي توجد في اللوح أو الفيلم بأطوال أمواج منعكسة من الأشياء التي تؤخذ صورها بنفس الطريقة التي يتم بها إنتاج صور هذه الأشياء تماما بتبييض المساحات المعرضة (التصوير الفتوغرافي - الرسم بواسطة الضوء) .

وأجريت تجارب كثيرة بقصد البت في تأثيرات الألوان المختلفة على الحيوانات . وليس هناك شك في أن الأجزاء المختلفة لطيف النور تعطي نتائج مختلفة مميزة . وللحصول على لون صاف يستعمل ضوء بطول موجة معروفة (ضوء وحيد اللون) أو ضوء أبيض ساقط على سطح يعكس ضوءا بطول موجة معروفة .

فاذا تعرضت دودة المرير لمثل هذه الأضواء تتأثر أصباغ جلودها كثيرا ، ويعمل الضوء فوق البنفسجي والبنفسجي الأزرق على رعاية تكوين صبغ أبيض وصبغ داكن في حدود

قليلة . ويختفى الصبغان غالباً في الضوء الأخضر ويختفيان كلية في الضوء الأصفر ، ويزال الصبغ الأبيض تماماً تحت ضوء برتقالي وأحمر وينتج صبغ جديد ، ويظهر صبغ أبيض بكثرة تحت ضوء تحت الأحمر ، وتكون النتائج المنتظرة مفيدة إذا كانت الحيوانات بها حاملات لون ملونة واحساس لون . وبناء على ما ذكره فون بادنبروك فإن ضوءاً من نوع ابتدائي له فعل مباشر على حاملات لون من لون اضافي في حيوان الحبار ، وعلى ذلك يسبب ضوء أزرق تمدد حاملات لون أصفر ، والضوء الأصفر يمدد حاملات لون أحمر بنفسجي ، كما أنه يتفق مع الرأي بأنه بواسطة امتصاص الضوء في هذه الأصباغ تحدث في حاملات اللون تغييرات كيميائية تنبه ألياف العضلات المسئولة عن تمددها وانقباضها .

ومن المستحسن أن نستعرض أيضاً العلاقة بين طول الموجة والعيون وتغييرات اللون كما تعرضها براغيث البحر والضفادع والأسماك وما شاكلها . فشبكية العين في علجوم زنوبس بها منطقتان واضحتان وكل منهما يسبب انعكاسياً اطلاق هرمون مختلف يضبط تغيير اللون . ومن المعروف أن إحدى هاتين المنطقتين (عناصر قاع الشبكية) حساسة على الأخص للأشعة الحمراء ، ويسمح الضوء الأحمر باقْباض تام وسريع لجميع الأصباغ الملونة في أحد أنواع براغيث البحر (كرانجن) .

بينما لا يمكن حدوث مثل هذا مطلقاً تحت ضوء أزرق .

وعند ما يوضع أحد هذه الحيوانات التي تعرض تغيير لون

مثالى على سطح من الأحمر أو الأصفر أو الأسود أو الأبيض
تنخذ خلايا الصبغ فيه أحسن حالات الاتقباض والتمدد المناسبة
لتتوافق مع السطح المختص ، فاذا تركت بعضا من الوقت على
أى سطح واحد كالأحمر مثلا تزداد حينئذ الكمية الحقيقية
من الصبغ الأحمر ، واذا وضعت الأسماك المفلحطة على سطح
من أى لون لا تعرضه فى حالتها الطبيعية تستطيع أن تنتج
صبغا من هذا اللون حتى ولو بعد عدة أسابيع ، وعلى ذلك
فالمؤثر الضوئى المحدود الذى يبهر العيون ويحمل الى المخ
يستدعى استجابة مادة على شكل صبغ ، ولا يوجد ارتباط
واضح بين نوع المؤثر والنتيجة فى جهاز المؤثر الصبغى .

ولست هناك صعوبة فى فهم الكيفية التى يتأثر بها مباشرة
تلوين الجلد فى حشرات خاصة من تعرضها لأطوال أمواج
مختلفة . ويوجد فى الدم انزيم التيروسيناز الذى يؤثر على
التيروسين بتعرضه للضوء وينتج عن ذلك تكوين الملين .
وتسبب الأشعة الصفراء حموضة موضعية تبطل عمل
التيروسيناز غالبا فى حين أن الأشعة فوق البنفسجية تسبب
حالة قلوية يتبعها نشاط كبير للتيروسيناز وإنتاج كثير من
الملين . وهذه حالة واضحة للفعل الكيماوى للضوء الذى
يؤثر مباشرة على التلوين . ولكن كيف يثبت الضوء مفعوله
فى المادة المصبوغة فى حيوانات يكون جلدتها غير حساس
مباشرة لأشعة مغنطيسية كهربائية فى حين أن هذه الأشعة تؤثر
مع ذلك على عيونها

وتدل نظرية بزيبرام التي أخرجت منذ بضع سنين على أن تغير الفيروسيناز في مثل هذه الحيوانات يحدث في العيون نفسها (الشبكية والشيمية لها دورة دموية واسعة) ومن ثم تنتشر المنتجات في الجسم كله ، وتصوريا قد تحدث تغيرات كيميائية أخرى تؤثر على تكوين أصباغ أخرى . وقد تخيل هذا الباحث العين كعضو للتغير الكيماوى الكهربائى وأخذت أحدث البحوث والتقارير تنتظم ، وقد نكون قاربنا الوصف الكامل للحلقة التي تربط بين أطوال أمواج خاصة وأنواع خاصة من المادة . ويكتب ياب « وقد يظن لأسباب طبيعية أن الضوء في جميع الحالات التي يوجد فيها تركيب حساس له مسئول عن حدوث رد فعل كيماوى تصويرى . ومن المرجح أن يكون هذا مصحوبا بانتاج مادة ما تؤثر على العصب » ومع ذلك يكون في هذه الحالة موضعيا ولا يؤثر على أعضاء أخرى .

ومثل آخر معين عن الفعل الكيماوى للضوء هو ما يحدث من تمثيل الدهن في خلايا الصبغ الأحمر في الجمبرى الحربائى ، ويعجل الضوء حقيقة تكوين هرمون سويقة العين في الجمبريات وما شاكلها . وهناك على ما يظهر شك قليل في أن الفعل الكيماوى للضوء في الصبغ هو الأساس الذى يشتق منه عمل الافرازات الداخلية أو افرازات الغدد الصماء .

ويجب أن يذكر شىء باختصار عن فائدة الضوء الملون (باستثناء علاج اللون السيكولوجى المبهم) فى منع تلف

الجلد بالمرض : واستعمال ضوء فوسن الأحمر يمنع الكلوم
(علامات البثور) التي تنتج عن مرض الجدري (أنظر العقاقير
الطبية الاضافية) . ويرى الآن أن مثل هذا العمل الذي
استهزىء به من قبل كمجرد خرافة له أساس من الحقيقة .
وهناك أيضا دليل على أن كمية كبيرة من الضوء الأصفر أو
الأخضر (كالمستعملة في اناارة مائدة الطعام مثلا) تستطيع أن
تتداخل في وظائف المعدة بدرجة ملموسة . وكانت الألوان
منذ القدم وحتى في وقتنا هذا ترافق تقليديا الحالات العاطفية
والعقلية كاللون الأزرق مع الشوق والأخضر مع الغيرة
وهكذا . وليس من المناسب أن تتجاهل تماما الاعتقادات التي
كانت شائعة منذ قرون حيث أن لها أحيانا أساسا من الصحة ،
ومن أمثلة ذلك مغزى الأحلام الذي حقق حديثا بعد
استكشافات فرويد .

وأخيرا يجب أن نتذكر أن الكائنات الحية تخضع لفعل
أمواج كهربائية مغنطيسية (أمواج الشمس أوالمجال الكهربائي
المغنطيسي للأرض) خلال الأربع والعشرين ساعة * وهذه
تبعث معها دائما هزات حيوية متكررة ، « وكثير من هذه
الهزات لا تنتقل فقط الى الكائن الحى خلال احساسات مختلفة
ولكنها تبعث أيضا فى الجسم ، ويجب اعتبار هزات أعضاء

* « وتزودنا الدراسات الهامة التى عملت فى مدرسة الطب بهفارد ومغامل
لومس وأماكن أخرى برأى أن مجال الكهربائىة المغنطيسية للأرض والتغيرات
فيها قد يكون لها صلة بانفعالاتنا أكثر مما نظن » ه . ت . استسن .

ابصر والسمع والصوت كتغيرات دورية في خلايا الجهاز العصبى تصل عميقا الى المنطقة الذرية أو تحت الذرية ، ولو لم يكن هناك أى تباين فى نوع الضوء وكميته تكون الحياة والنمو مستحيلين» . وتبعاً للورد كلفورد شودلى توجد أشعة لون مختلفة تسود فى ساعات مختلفة فى الدورة الليلية «وتتقوى عمليات حيوية بفعل منظوم من أشعة لون متعاقبة» . ونعود مرة أخرى الى الشمس كمنبع طبيعى ومساعد على الحياة فى جميع صورها غير المحدودة .

معنى الاستخفاء

وبعد هذه الاشارة العرضية بخصوص الفعل الطبيعى والكيمائى للضوء على الصبغ وتأثيراته بعيدة المدى على العمليات الحيوية فى الحيوان قد تتساءل عما اذا كانت هناك صلة بين هذا الفعل ومعنى الاستخفاء .

ومن الواضح أن العوامل الطبيعية والكيمائية لها أهمية بالغة ، اذ أنها حقيقة تشكل الكائن وتكيفه على مدى شاسع ، كما أنها تحدد نوع أصباغه وتوزيعها الى حد كبير . فمثلا تنتج الحالة المثالية للظل العكسى - ظهر داكن متدرج الى بطن باهت - جزئيا من العوامل التى يتكون الملين تحت تأثيرها ، وكلما يستقبل السطح ضوءا أكثر ينتج ملينا أكثر ومع ذلك لا تستطيع مثل هذه العوامل وحدها أن تكون مسئولة عن تعقيدات الاستخفاء . وبما أن جميع عناصر الاستخفاء هى حقيقة صفات

ملائمة فلا بد من تعليلها بنفس طريقة الملاءمات الأخرى للتركيب
والفسيولوجيا .

والسؤال الأساسي هو ان كان من الممكن في أى وضع اعتبار
الاستخفاء حسي أو ارادى . ولهذا يعطى جوليان هكسلى جوابا
محددا «لا» ويكتب «ان الغرض المبين فى التطور سواء فى الملاءمة
أو التخصص أو التقدم البيولوجى هو غرض واضح ولا يتعدى
أن يكون نتيجة قوى مجهولة كنتيجة سقوط حجر على الأرض
أو ارتفاع الماء فى المد وانخفاضه فى الجزر . وما هو الا نحن
الذين استوضحنا الغرض فى التطور ، كما أبرز الرجال السابقون
العزيمة والعاطفة فى ظواهر غير عضوية مثل العاصفة أو الزلزال» .
ويعتبر هلدين أنه من الممكن تفسير التطور متضمنا الملاءمة فى
مصطلحات قدرة الكائنات على التغير وفعل الانتخاب الطبيعى
على هذه التغييرات . « ويستثنى من ذلك فعل عقلية أعلى من
عقلية الأفراد الناشئة الا اذا اهتمت مثل هذه العقلية
بالطبيعة العامة للكون وقوانينه » ويتضح الوضع العملى
بواسطة هؤلاء الكتاب .

ومهمة العلم هى وصف الظواهر عن شرحها . ولكن من
المفروض فى حالات عديدة ان تفسيرا مستفيضا أعطى لأن ما
وصف كان بقدر كبير وكما يكتب هلدين «تستطيع الوراثة أن
تعطينا شرحا عن سبب اختلاف كائنين متشابهين تقريبا كقط
أسود وآخر أبيض ، وتعطينا معلومات أقل من ذلك بكثير عن

سبب تشابههما . وبالطريقة نفسها تعطينا نظرية كاملة عن التطور
معلومات مباشرة عن طبيعة الحياة » .

وعلى ذلك يجوز حتى ولو لمجرد ارضاء النفس البشرية أن
يقبل موضوع لم تستكمل حلقاته لادراك « الطبيعة » أو « روح
الحياة » كما هي موجودة في جميع الأشياء الحية التي تنشق من
الأرض - جزء محدد لما يخص الطبيعة العامة للكون
وقوانينه . وهذا لا يزيد أو يقل عن اعتبار « العالم » كوحدة
أو أشياء متماسكة . وتكون نواحي خاصة في الطبيعة كالجمال
مثلا أو ما يصفه هلدين « كشدوذ لايفنى » سجايا مميزة .

ويوجد في الطبيعة اتجاه واضح جدا لناحية التناسق العام
للتأثيرات أى لناحية الزخرفة . فالخطوط الرفيعة للأشجار
وزركشة النباتات الأرضية في الغابة والفسيفساء والحلزونات
والورديات ليست الا أمثلة من مثل هذه الأشياء في نمو النبات .
والأماكن العارية والتي ليس لها منظر تتهياً في الحال لتسر النظر
بغطائها الأخضر الذي نظم بالنسبة لحاجة النبات الى الضوء
والفضاء ولكن بنتيجة تناسقية للعين دائما ، فالجذمول الذي
يترك بواسطة شجرة ساقطة يتخذ في الحال منظرا رشيقا من
الطحلب والبلاب . والطبيعة هي فنان المنظر العام وفنان لأدق
التفصيلات .

ان حياة الحيوان تتوافق مع الحالة العامة ليحتفظ أى شيء
فيها بكيانه ولو أنه يجب ملاحظة أن التباين هو في حد ذاته
عنصر من التناسق أحيانا . وليست لمجرد « الوقاية » أن تكون

الحيوانات التي تقطن الأشجار خضراء ويكسو الحياة في الصحراء ظلال صفراء وسمراء نحاسية ، وظهورها « كلطخة على المنظر العام » يخالف ما ينادى به اسبنسكى من أنها « ذوق سليم للطبيعة » ولكن الزهور ذات الألوان الزاهية ليست زخرفية وكذلك الحال في الطيور والحشرات زاهية الألوان .

وتناول اسبنسكى موضوع الاستخفاء بفكرة جذابة . فهو ينظر الى الطبيعة بأن لها اتجاهها قويا لا نحو الزخرفة فحسب بل ونحو التمثيل أيضا - أى اتجاه الكائنات لتبدو مختلفة عما هي عليه حقيقة بالمنظر التمثيلي اللانهائى للتخفى والتسكر . « فالطاووس يكسو نفسه بما يشبه بقع الشمس المستديرة التي تسقط على الأرض من الأشعة التي تنفذ خلال أوراق الأشجار » . ويوجد بين الحشرات خصوصا في ممالك خاصة اتجاه لأن تكون شيئا آخر عما هي ولكن لتشبه ورقة خضراء أو بقعة من الأشنة أو حصاه . وكلما كان الموطن أكثر تقييدا سيكون التشابه أكثر مطابقة .

فمن وماذا يكسوها ، ومن وماذا يكافح لتكون أو ليظهرها بحالة غير حالتها ؟ ومن الواضح انها ليست الحشرة نفسها ولكنه الرداء . ويمكن رؤية خطة عامة عن ارادة وقصد في الظواهر الزخرفية وفي أشكال وألوان الكائنات الحية وفي ظواهر المماتنة وحتى في « الوقائية » . وتكون هذه الخطة غالبا جدا بدون فائدة كلية . فماذا يمكن أن تكون اذا ؟ . هي أسلوب ، أسلوب في الطبيعة .

وربما كان مترلك يفكر فى شىء من هذا القبيل عند ما كتب فى حياة النمل ما يأتى « ولنا أن نحشد على فرخ من الورق فقط قليلا من الوجوه الخاصة بأنواع مختلفة من الشغالة أو الجنود فيكون لدينا مجموعة من الأقنعة لم ير مثلها صانعو الأقنعة المضحكة فى نيس أو البندقية ». ويضاف الى هذا الاقتباس ملخص آخر من نفس العمل يشير الى نمل من جنس كلوبوسس يزودنا بمثال للمشابهة الوقائية الخاصة . *

والآن نعرف ان الطبيعة تتم تأثيرات الزخرفة والاستخفاء هذه جزئيا بتغييرات دقيقة ولكن أيضا بطفرات مفاجئة وغريبة غالبا . وهذه الحقائق تميل بنا الى الظن بوجود قوة ما فى الطبيعة نفسها توجه الهيئة وتثبت من خواص جديدة . وعلى الأرجح يجب أن نسلم بالموضوع كله بشىء مماثل لما تتصور به « الحساسية » - « استجابة » . ويذكر الانسان الرأى التجريبي لسير جيمس جين بأن بعض الطفرات قد تسببها الأشعة

* وأشد هذه الأقنعة غرابة هى تلك التى ترتديها النملة الجندى التى هى فى نفس الوقت حارس الباب أو بالدقة ليست حارس الباب ولكن لأن رأسها ضخمة فتكون هى الباب المناسب تماما مثل سدادة فى مدخل العش . واذا أقيم هذا العش فى ساق شجرة البمبو مثلا فان رأس حارس الباب تبدى هيئة الساق ولونه . واذا كان فى جذع شجرة كمثرى عتيقة فانها تستخفى مثل قشرة شجرة الكمثرى . ونجد سلسلة تامة الحلقات من أشكال وسط من حارس الباب كله الى باب فيه حياة أو نصف حارس الباب أى نائب حارس الباب الراغب أو الهاوى . . . الخ الذى تظهر أعضاؤه لتحدد موقفها - ما لم تكن حقيقة الموقف هى التى تحدد الأعضاء .

الكوزمية (مختصة بالنظام الشمسي) وهي قوى أرضية إضافية^١ ومن هذا الرأي يكون قانونيا الظن بأن ماتسمى ممالك حيوانية ونباتية هي نتيجة لفعل معقد عمل بالطريقة التي أسماها اسبنسكى « المعمل الكبير » .

وهناك افتراض آخر وضعه السير جون همرتون « ويظن حينئذ أن الطفرات التي هي قاعدة للتطور تنتج عن فرصة انطلاق الجزئيات التي هي جينات بواسطة أمواج اشعاعات الأرض^٢ » وقد يساعد مثل هذا الافتراض على تفسير الحوادث العجيبة كما يشاهد في أوركيدات النحل والعنكبوت - زهور تظهر « الماتنة » للنحلة أو العنكبوت . فهل تظهر الحشرات كصورة مطابقة للزهرة أو النبات ؟ وهلا يمكن أن تكون الفكرة التي تتجت عنها الزهرة هي نفسها التي تتجت عنها هيئة الحشرة التي تشبهها بالتقريب والتي هي مسئولة عن نقل لقاحها . ويقال ان زهرة مثل زهرة خائق الذئب تلائم تردد النحل المتواضع عليها من أجل الشكل واللون ومكان رحيقها . وقد يقال بالمثل أن لسان النحلة وجهازها الحسى ومسلكها ملائم لأن تزار زهرة خائق الذئب وينقل لقاحها . فكلاهما منظران بنفس الحساسية الموحدة وليس للانفصال المكاني بينهما أى قيمة تذكر .

ولتلخيص الموقف توجد وجهة نظر عملية تشير الى أن

(١) تنتج التغيرات في المعمل بواسطة أشعة اكس .

(٢) معلومات عملية للجميع صفحة ٦٣ الجزء السادس .

الأشياء الحية وما ينسب اليها هي نتيجة لعمليات عرضية صرفا ولو أن تخيل « العمليات العرضية » هو حقيقة تفسير الانسان لمدلولات جمعت حتى هذه الآونة فقط . وهناك أيضا أساليب فلسفية مختلفة بخصوص معنى الحياة . ويميل المؤلفان في الوقت الحاضر الى الرأي بأن شكلا من الحسية أو الاستجابة يجب أن يسلم به للموضوع كله ويظهر في الحياة العضوية بأسلوب يوصف توافقيا « كالطبيعة » . أما أن العلم يصف ولا يستطيع أن يشرح وأن المادة هي فضلا عن ذلك لاشيء الا تنظيم وقتي لقوة الكترونية فمن الشك أن أى تفسير ينتج عن تفكير ثلاثي الأبعاد وتأثيرات حسية (وعلى الأكثر بصرية) يمكن أن يعطى أملا للاقتراب من الحقائق كما هي حقيقة .

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامه

الفصل العاشر

السيطرة على تغيير اللون في الفقاريات

توجد في جميع مجموعات الفقاريات الدنيئة حيوانات تعرض تغيير اللون ، ولا يحدث تغيير اللون بواسطة حاملات لون في الطيور والثدييات حيث يكون الجلد مختفيا بالريش أو الفراء ، ومع ذلك يعرض الفراء والريش في حيوانات قطبية وشمالية مختلفة تغييرات موسمية . فالطيهورج (نوع من القطا) وقطا الصفصاف والثعلب القطبي وابن عرس مثلا تنغمس مع كل ما يحيط بها في فصل الصيف وتتخذ في فصل الشتاء كسوة من الأبيض وتنغمس مع الجليد الذي يكسو كل شيء حولها . وحيث يحدث تغيير اللون يوجد نسق ثابت أو مستديم بوضوح أكثر أو أقل ومستقلا عن الطبيعة المتغيرة في الأجزاء الأخرى من الجسم ، وقد لا يشمل هذا النسق الا ظهرا أذكن وأجزاء بطنية باهتة ، وقد يكون عبارة عن خطوط أو بقع مختلفة في تنظيمها . ويتخلل مناطق النسق الثابت هذه جهاز حاملات اللون مسببا لها الطموس غالبا تحت ظروف ما ويجعلها أكثر وضوحا تحت

ظروف أخرى . وتعرض الضفادع هذا النسق الثابت واضحا جليا على شكل علامات على الأرجل الخلفية وعلى الرأس ، كما أنه جيد التكوين في العظام « كالعلجوم المقرن » وفي بعض الحرايب ، ولا يوجد هذا النسق الثابت في الأسماك المفلطحة . وحاملة اللون في الفقاريات عبارة عن خلية وحيدة لها فروع كثيرة وتحتوى غالبا في كل حالة على صبغ واحد فقط . وتعرض حاملات اللون نشاطا أميبيا كبيرا في أجنة الأسماك ويرقاتها ، ويظن عادة أن حاملة اللون الأميبية تتطور الى الشكل البالغ الذي تكون فيه فروعها غير متحركة ، وقد يظهر أن الصبغ يجرى في هذه الفروع أو « الممرات » المجهزة أو ينسحب منها عندما تتمدد حاملة اللون أو تنقبض وشوهدت بقايا جدران الفروع في حاملات اللون المنقبضة . وتعرض الصورة الفوتوغرافية لحاملة اللون نفسها بعد أن سمح لها بأن تنقبض ثم تتمدد ثانية مماثلة تامة في الشكل بين الحالتين التي كانت فيهما متمددة . وليست آلية انتشار أو تركيز الصبغ في حاملة اللون مفهومة تماما حتى الآن .

ومما يثير الدهشة أنه في مجموعات الفقاريات التي يظهر أنها تكون تتابع تطوري على أسس أخرى كما في الأسماك الصنفيشومية (الأسماك الغضروفية مثل سمكة الترس وسمكة كلب البحر) والبرمائيات والزواحف يوجد تغير اللون أولا كعملية تأخذ وقتا كبيرا ولكن تصير أسرع حتى تكون في الزواحف سريعة جدا ، وزيادة المعدل هذه تكون مصحوبة

بالتغيير من سيطرة هرمونية بطيئة الى سيطرة عصبية سريعة في العملية . وهناك عمليات فسيولوجية كثيرة يكون فعل الهرمون فيها أبطأ بكثير من فعل العصب (باستثناء الادرنلين) وتعتبر سيطرة الهرمون عادة أكثر الطرق قدما . ولم تزل الاستجابة الابتدائية المباشرة لحاملات اللون للضوء موجودة في كل المجموعات الحيوانية ، ولكن تأتي تحركات الصبغ أولا تحت سيطرة الهرمون ثم تحت سيطرة العصب ، وذلك لكونها مستقلة عن أى سيطرة بواسطة الحيوان المختص بها . وتدخل « مستديرات الفم » التي تضم الجلكى القديمة والشمطاء ضمن مجموعات الحيوانات التي سبق ذكرها . * والأسماك العظمية (تليوستات) هي في تقط كثيرة من التركيب غريبة ومتخصصة ولا يظهر أنها تأتي في التابع التطوري الرئيسى للفقاريات . وتغيير اللون في هذه الأسماك رمزى في سرعته ويسيطر عليه الجهاز العصبى ولو أنه تحدث أيضا سيطرة الهرمون في ظروف خاصة .

١ - السيطرة الهرمونية

الأسماك الصنفخشيومية : يعرض كثير من هذه الأسماك تغيير لون مميزا جدا . فسمكة الراهب (رينا اسكواتينا)

* وما يثير الاهتمام هو أن الغدة الصنوبرية تعمل كمستقبله لاستجابة ابتدائية في برقة الاموسيت .

وبعض أنواع من سمك الترس (رايا مكيلاتا ورايا بركيورا)
تصير كلها داكنة جدا عند ما تكون على سطح داكن بينما
تكون ألوانها باهتة جدا بعلامات رمادية على رمل باهت أو
حصى أو في حوض أبيض . وتبدو أنواع من سمك كلب البحر
أنها تتغير طفيفا فقط ولكن بالامتحان المجهرى تعرض استجابة
على مدى واسع لخلايا الصبغ فيها (صورة ١٣) .

والترس والشفنين البحرى و كلب البحر هى أسماك المياه
الضحلة المتوسطة ، وتستريح أسماك الترس والشفنين على
قاع البحر وتاكل بشرهة ، وتتخذ أسماك كلب البحر غالبا
الطريقة نفسها ولكنها سباحة نشطة جدا وتتعب أسراب
الأسماك التى تسبح بالقرب من سطح البحر ، وتأخذ أسماك
الترس و كلب البحر مدة تتراوح من يوم الى ثلاثة أيام لتصير
ملائمة تماما لتغيير السطح ولها جهاز بسيط جدا من حاملات
الملنين البشرية والجلدية ، وهذه الأخيرة أكبرها وأكثرها تفرعا
وتلعب الدور الرئيسى فى تغيير اللون . وتوجد أيضا خلايا
صبغ أصفر برتقالى (حاملات لون أصفر) . وتسيطر الغدة
النخامية على جميع أصناف خلايا الصبغ . وتحدث الملاءمة
للسطح الداكن ويستبقى عليها بواسطة هرمون ينتج فى الفص
المتوسط العصبى من الغدة النخامية كما أن الملاءمة للسطح
الأبيض تحدث ويستبقى عليها بواسطة هرمون ينتج من الفص
الأمامى من الغدة النخامية . والعيون فى أسماك الصفخيشومية
هى المستقبلات الوحيدة لمؤثر السطح . ويوجد استثناء واحد

للسيطرة الهرمونية الخالصة في هذه الأسماك ، فأحد أنواع كلب البحر « موسيتلس كانس » يصير باهتا بواسطة تأثير الجهاز العصبى وداكنا بناتج من هرمون الغدة النخامية .

البرمائيات : تعيش أنواع مختلفة من الضفادع والعلاجيم فى كل بقاع المنطقة المعتدلة والاستوائية تقريبا بشرط ألا يكون الجو جافا جدا وهى تترعرع خاصة فى الغابات الاستوائية كثيرة البخار حيث تتكون البيئة الطبيعية بواسطة الضوء الساطع والظلال والألوان الزاهية المتباينة . وتعرض أغلب الضفادع والعلاجيم تلوينا اختفائيا ومحجبا يتناسق مع أماكنها ، وفى مثل هذه الحالة يكون تغيير اللون هو القاعدة . وهذه الأنواع التى تكون واضحة بالنسبة لألوانها التحذيرية – الأسود أو الأحمر أو الأصفر أو البرتقالى – تعرض القليل من تغيير اللون الفسيولوجى لو وجد منه شىء ، وكل ما تصنعه هو أنها تزيد أو تقلل كمية هذا أو ذلك من أصباغها اذا دعت الظروف .

ويستطيع كثير من البرمائيات المذبذبة (الضفدعيات ذوات الذبول) أن تحور نسقها أو لونها كاستجابة للبيئة ، ومن أمثلة ذلك يرقات سمندل الماء والأنواع البالغة من السمادل الناعمة والمكففة . والتلوين المستحسن الذى يظهر فى السمادل أثناء فصل التوالد هو فى أغلب الأحيان من طبيعة النسق الثابت الذى يشتد فى هذا الوقت . وثمره يرقات نوع من السمادل (اكسلتل) مثيرة للاعجاب . فالشكل الأبيض منها له حاملات ملنين وهى صغيرة للغاية بحيث لا تقوم بأى عمل فى الحيوان سوى تغيير

اللون من أبيض صاف الى أبيض أقل صفاء ، أما الاكسنتل الأسود فله حاملات ملنين متمددة باستمرار ولا تتأثر حالتها هذه من طول اقامتها في أحواض بيضاء . ويعمل هرمون الفص المتوسط العصبى من الغدة النخامية على بقاء حاملات الملنين فى حالة تمدد كلى ، وإذا نزع هذا الفص تبطل الحالة السوداء فى خلال أربع وعشرين ساعة ، وتنطبق هذه الحالة على سمك الترس الأسود أيضا .

وكان السمندل النارى ذواللون الأسود والبرتقالى موضوع أبحاث كمرار وحاول به أن يثبت نظرية لامارك عن وراثة الصفات المكتسبة . والسماذل التى يحتفظ بها فى أقفاص سوداء بعض الوقت تعرض على جسمها مساحة متزايدة من الصبغ الأسود . أما التى تحفظ فى أقفاص صفراء أو برتقالية يتكون فى جلودها كثير من هذه الألوان . فأولا تستميل الأشياء المحيطة ذات اللون الأسود أو الأصفر تمدد حاملات اللون التى هى من نفس اللون ، ثم أن الحالة المتمددة تشجع على تكاثر حاملات اللون بنتائج واضحة * . وعلى العكس فان استمرار اقباض حاملات اللون ينتج عنه تقليل الصبغ وتنقبص مساحات اللون المختصة .

ولا يعرض السمندل تغيير اللون بمعنى المصطلح العادى ولكن هذه الزيادة فى أحد الأصباغ أو النقص فى صبغ آخر

* يظن أن الهرمون الذى يسبب انتشار الصبغ يسبب أيضا زيادتها والعكس بالعكس .

تعرف بتغيير اللون « الشكلي » تميزا له من تغيير اللون السريع والأكثر شيوعا (الفسيولوجي) ، وتميز المصطلحين ليسا الا للتيسير . وبينما يستطيع السمندل أن يعرض تغيير لون شكلي فقط تعرض الضفدعة والسمة المفلحطة والجمبرى تغيير لون فسيولوجي أثناء ضبط سطح وقتي خلال الظلام ، ولكنها تعرض أيضا تغيير لون شكلي لو احتفظ بها على سطح ذات لون واحد سائد لمدة أيام أو أسابيع اذا احتاج الأمر . وتزداد أصباغ حاملات اللون المتمددة بينما تقل أصباغ حاملات اللون المنقبضة ، والاقامة الطويلة في الظلام يتبعها نتائج نسبية ويظهر هذا بوضوح في الهيئة الشاحبة اللون في كثير من الحيوانات التي تقطن الكهوف .

وجميع البرمائيات لها حاملات ملنين بشرية وجلدية وحاملات لون برتقالي أو أصفر . وقد يوجد في بعضها أيضا صبغ أبيض معتم في خلايا صبغ متحركة ولكنه يكون عادة في بقع متوازية غير منتظمة ، ويحدث في البعض خصوصا ضفادع الشجر لون أزرق تركيبى يهيبء لألوان خضراء زاهية .

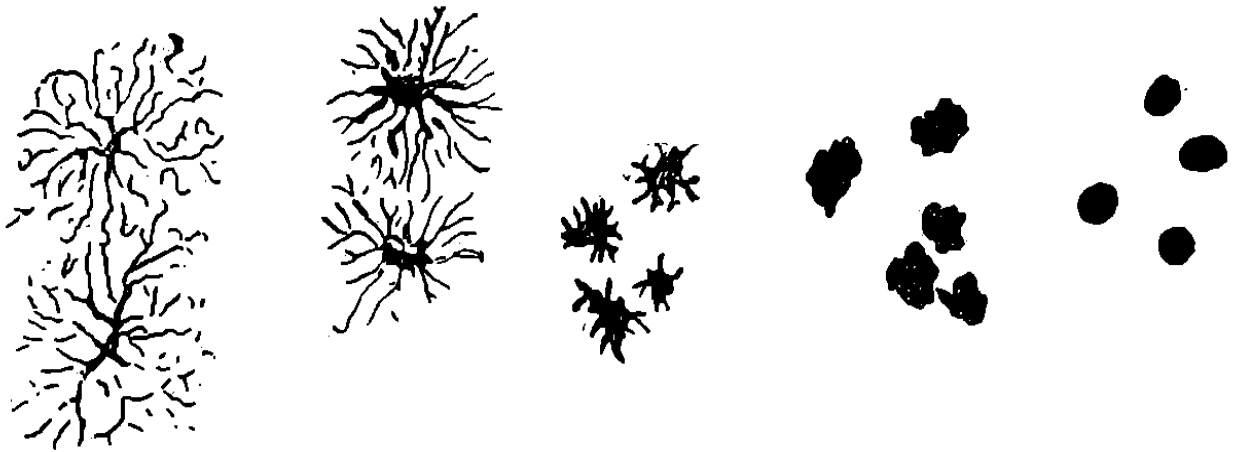
ولا يوجد بين كل هذه الأنواع المتعددة من الضفادع والعلاجيم مماثلة تامة في مسلك حاملات اللون وسيطرتها . ويتأثر الجهاز الصبغى مباشرة بالضوء بدرجة أكبر أو أصغر ويكون كل من حاملات الملنين وحاملات اللون الأصفر تحت سيطرة الهرمون . ولكن قد يكون لحاملات اللون الأصفر حد منخفض للاستجابة . وحاملات الملنين الجلدية هي الأكثر ثباتا

في استجابتها وهذه هي التي تستخدم في أكثر دراسات تغيير اللون . . .

ويعمل كل من الجلد والعيون كمستقبلات للمؤثرات العديدة التي تستدعى تغيير اللون (انظر الفصل العاشر) وتكون الاستجابات فيها أسرع منها في الأسماك الصنفخيشومية . ويمكن أن يشاهد الضبط لسطح جديد ظاهرا بوضوح بعد عشر دقائق أو ما يقرب من ذلك ولو أنه قد تمضى ساعة من الزمن قبل أن يكون التغيير ملفتا للنظر وتحتاج تفصيلاته النهائية الى عدة ساعات قبل أن تكتمل . ويتكون في الغدة النخامية هرمونان يحددان ملاءمة أساسية للسطح . فالاستجابة لسطح داكن متوقفة على افراز من الجزء الأوسط (للغدة النخامية) والاستجابة لسطح باهت متوقفة على افراز من الجزء الدرني « أو أى عضو يتوقف نشاطه على الافراز الأخير » . ويستحث أحد الهرمونين أو الآخر للعمل أو يستحث الاثنان للتنافس تبعا لجزء شبكية العين الذي يحدث أن ينبه بالضوء (انظر فصل ١١) . وكانت التجارب والمناقشات التي بينت فعل الهرمونين في السيطرة على تغيير اللون في الصنفخيشوميات والبرمائيات من عمل الأستاذ هجين ومعاونيه .

وكان معروفا منذ بضع سنين أن افراز الفص الخلفى من الغدة النخامية يسبب تمدد حاملات اللون ولكن ما يسبب انقباضها ما زال موضع الجدس . وتنقبض حاملات اللون في أغلب الحيوانات إذا حقنت بالأدرنلين ولكن ليس هناك ما يؤكد

أن حاملات اللون تسيطر عليها هذه الطريقة حقيقة تحت ظروف طبيعية . ووجه الانتباه ثانية الى الغدة النخامية ، هذه الغدة المركبة بمناطقها ووظائفها المتعددة . اوصم باحثون مختلفون على أن انقباض حاملات الملنين هو فقط نتيجة لاسترداد الهرمون الذي عند ما يوجد يسبب تمددها - ومعنى آخر فان هرمونا واحدا هو المسئول عن مجال اللون كله . ونوقض هذا الرأي بمشاهدات أخرى دقيقة خاصة بكل من الوقت ومدى تغييرات اللون . وهناك صعوبة كبيرة في عمل تجارب خاصة بالغدة النخامية لأن افرازات أى فص أو منطقة تسبب نتائج فسيولوجية مختلفة بالاضافة الى ما قد يكون لها من أى تأثير على خلايا الصبغ . وتغذية الغدة بالدم تزيد الموضوع تعقيدا أيضا لأنه يوجد في أحد أجزاء الغدة أثر من افرازات الجزء الآخر لأن نظام الدم بابى .



شكل ٧ - فهرس حاملات الملنين

وتعرض حاملات اللون مراحل عديدة بين تمدد تام وانقباض تام. وادخل هجين فهرسا لحاملات الملين ليتمكن عمل وصف دقيق لهذه المراحل على اعتبار أن الانقباض التام هو م ١ والتمدد التام هو م ٥ ، وهذا يحل محل المصطلحات الأخرى مثل « تمدد جزئي » ، كما يكشف عن حقائق قد يغفل عنها بدونه . ومن المعروف منذ زمن بعيد أن جميع الكائنات التي تتمتع بميزة تغيير اللون تقريبا تصير باهتة نوعا في الظلام. والمشاهدة الدقيقة تضع حالتها عند م ٣ أو م ٢٧ أى الحالة الوسطى التي تتميز عن الحالة الباهتة على سطح أبيض في ضوء النهار حيث يكون الفهرس م ١ الى م ١٦ ، ومع ذلك فإن الوسائل الأكثر أهمية في تتبع خط سير الحوادث وتفسيرها هي تسجيل الوقت في تغييرات اللون المختلفة ومقارنة نتائج الرسم البياني . فاذا سلمنا جدلا أن الرأي المنادى بفكرة الهرمون الواحد صحيح حينئذ (ا) الوقت الذي سجل في التغيير من سطح أبيض الى سطح أسود هو الوقت الذي سجل لاستبعاد الهرمون « و » بعد أن توقف مؤثر السطح ، ولا بد أن تكون كمية كافية من الهرمون « و » استبعدت لنقل الفهرس م من ١٥ الى ٤٥ . (ب) الوقت الذي سجل في التغيير من سطح أبيض الى سطح داكن هو الوقت الذي سجل لاستبعاد هرمون « و » بكمية كافية لنقل الفهرس من ١٥ الى ٣ ويجب أن تأخذ العملية (ب) أقصر وقت وهي فعليا تأخذ أطول وقت ، ويمكن تفسير هذا التناقض اذا كان لنا أن نتعامل مع هرمونين متنافسين .

والوقت الطويل الذي يؤخذ في التغيير من سطح أبيض الى سطح داكن هو الوقت الذي يؤخذ لاستبعاد هرمون «و» الزائد عن الهرمون ب (سطح أسود) الذي ينتج في نفس الوقت. وتبين خطوط أخرى للاثبات أن سرعة انتاج واستبعاد أحد الهرمونين تكون أسرع منها في الآخر . والرسم البياني الذي يبين أوقات وصفات أطوار تغيير اللون كلها لحيوان الليجيا قد يشار اليها من أجل التفصيلات * ويكون مسلك حاملات اللون في هذا الحيوان متناسبا مع مسلك حاملات اللون في البرمائيات .

ب - السيطرة العصبية

الزواحف : تحدث حالات تغيير اللون في الزواحف بين مجموعة العظايا . وتوجد في مناطق العالم الأكثر دفئا أنواع كثيرة من العظايا بما فيها الحرباء ، وبعضها مثالي للغابات والبعض الآخر للأماكن العارية . وأجريت بحوث على عدد من العظايا المستوطنة في أمريكا - مثل الفريزنوما « العلجوم المقرن » وأنواع مختلفة من الأنولس وسحلية الأجوانا وتركزت البحوث في الدنيا القديمة على الحرباء . وهناك اختلاف كبير في التقارير التي أعطيت من باحثين مختلفين . ويبدو أنه ليس في الامكان حتى الآن صياغة أية نظرية عامة تضم كل الحقائق .
وبعض العظايا لها حاملات ملنين في جلدتها فقط وتختلف

* انظر ملحق ٣ .

ألوانها من أسمر باهت الى أسمر داكن أثناء ملاءمتها للسطح .
وبعضها كالأنولس مثلا لها أصباغ تسمح بتأثيرات لونية أخرى
عديدة (انظر الفصل الثالث) في حين أن الحرباء لها أربعة
أنواع واضحة من الطبقات المنتجة للون في جلدها . ومع ذلك
فحاملات الملين في جميع الحالات هي المسؤولة عن التغييرات
المنظورة بواسطة تحركات محتوياتها وهي أما تغطى أو تبين
الأصباغ الأخرى .

ويتفق جميع الباحثين على أن الضوء ودرجة الحرارة يلعبان
دورا هاما في تغيير لون الزواحف . وليس هناك أى شك في
أن درجة الحرارة المرتفعة تسبب شحوبا تحت ظروف تجريبية .
ومع ذلك فالدور الهام الذى تلعبه « درجة الحرارة المرتفعة »
تحت الظروف الطبيعية ما زال موضع البحث . ولا تتمكن
الحرابى أن تحتل حرارة عالية وهي تنوارى عميقا في ظل
الأوراق في الأيام الحارة ، ولو أنه توجد عظاما صحراوية أشد
تحملا منها في هذا الخصوص .

وجميع العظاما التى تعرض تغيير لون تصير باهتة في الظلام .
وقد تتظاهر الأنواع الأمريكية باعطاء ملاءمات السطح العادى
ولو أن المعلومات التى ذكرت في هذا الصدد قليلة: أما بخصوص
التأثير الابتدائى للضوء فيعطى نوع من الانولس نتائج
ايجابية ، وهذا شاذ للقاعدة العامة . وفي هذا النوع تتحول
قطعة معزولة من الجلد الى اللون الأسمر في الضوء الشديد

والى اللون الأخضر فى الظل وتستمر على هذه الاتفاعلات اذا حركت هنا وهناك لمدة ساعات .

مسلك اللون وآليته فى الحرباء

ان الظروف التى تحدث فيها تغيرات اللون فى الحرباء هى كما يلى : فهى تتجاوب مع نسق لون سطحها وتصير باهتة على سطح باهت وداكنة على سطح داكن ، واذا كان أحد أجزاء جسمها مضاء بشدة عن جزء آخر يصير ذلك الجزء المضاء بشدة أدكن من الآخر وتصير باهتة تماما بالليل أو فى ظلام صناعى وتكون داكنة فى غسق الفجر أو عتمة الغروب .

وأول نقطة للبحث هى حساسية الجلد الشديدة للضوء . فهل هذا تأثير ابتدائى لضوء ليست له سيطرة بأية طريقة من الجسم عامة ؟ أما فيما يختص بالحرباء فلا يوجد به تأثير ابتدائى للضوء . وينبىه الضوء خلايا حسية أو « مستقبلات جلدية » فى الجلد ومن هذه تمر الأعصاب الى الحبل الشوكى ومن الحبل الشوكى تعود أعصاب أخرى الى خلايا الصبغ وتكون شكل قوس انعكاس . وعلى ذلك فالضوء الساقط على الجلد يسبب انعكاسيا تمدد حاملات الملنين وتحدث دكنة اللون . أما بخصوص الدور الذى تلعبه العيون فلها بالطبع مستقبلات فى الشبكية تنبىه عند ما يسقط الضوء عليها ويمر المؤثر فى الأعصاب البصرية وخلال المخ والحبل الشوكى وبواسطة أعصاب فرعية الى حاملات الملنين ، ومن حيث انه

توجد كل من المستقبلات الجلدية والشبكية فقد تحدث ظروف ينتج عنها الجذب من جهات متضادة - وسيتدل المستقبلات الجلدية أحيانا الى « تمدد » بينما تدل المستقبلات الشبكية على « انقباض » . وعند ما يحدث هذا فأحيانا يتغلب مؤثر واحد على الآخر وأحيانا يتعادل المؤثران . والحالة التي تمنع المنافسة في ظروف خاصة هي هذه : تكون المستقبلات الشبكية أكثر حساسية للضوء عن المستقبلات الجلدية وتكون الحرابي داكنة في الضوء المعتم وقت الغروب والفجر (لا الى نهاية الحد الأكبر) كنتيجة لتنبه المستقبلات الشبكية فقط . ولوحظ نفس هذا اللون الداكن في الحرابي وفي أنواع أخرى من العظايا عند ما تكون مستريحة على سطح من أى لون في ضوء ضئيل - مثلا على الأرض الأسفلت تحت مقعد في المعمل أثناء النهار - وهي تأخذ بالتحديد ضوءا أشد قوة لتدعو المستقبلات الجلدية للمعمل .

وحيث لدينا طريقتان معروفان لمجرى الحوادث التي تسبب تمدد حاملات الملين : (١) الضوء القوي يؤثر على المستقبلات الجلدية (٢) الضوء الضئيل يؤثر على المستقبلات الشبكية ولم تدخل مسألة السطح حتى الآن في الموضوع . وبمقارنة هذا الأمر الواقع في أن حاملات الملين تنقبض في الظلام نواجه بهذا الاختيار : هل حالة انقباض حاملات الملين في الظلام هي حالة تراخ أو هل تبقى في حالة انقباض مقوى بواسطة تأييد عصبى ؟ وتبين التجربة أن الاختيار الثاني هو الصحيح . وفي

الظلام تبقى حاملات الملنين في حالة انقباض (بالمقارنة لتوتر في عضلة لا ارادية) بواسطة بواعث صادرة خلال خيوط عصبية محرّكة من الجهاز المستقبل ذاتيا ويكمن الدليل غالبا في حقيقة أن مؤثر العصب الطبيعي يمكن أن يكون نسخة طبق الأصل (مقلدا) بواسطة مؤثر كهربائي مناسب .

وحيث يجب أن يكون تمدد حاملات الملنين نتيجة لتثبيط بواعث سمثاوية ، وتنبه أي مستقبل من المستقبلات الجلدية أو الشبكية يمكن أن يطلق الحالة للاقباض المقوى .

واستجابات الحرباء لسطوح مختلفة لها أن تعتبر الآن ، وتعمل ثلاثة عوامل منفصلة في ضوء شديد وعلى سطح داكن من أجل الدكنة : (١) المستقبلات الجلدية التي تستجيب لضوء شديد بأن تسبب انعكاسيا تمدد حاملات الملنين . (٢) المستقبلات الشبكية التي عند ما تنبه حتى بواسطة ضوء ضئيل تحدث دكنة الجلد . (٣) عدم وجود ضوء منعكس : يكون الحيوان على سطح يمتص الضوء ، وعلى ذلك فالضوء المباشر من السماء هو حقيقة النوع الوحيد الذي ينبهها وحيث فحالة الدكنة في الحرباء على سطح داكن لا تشمل أي تفسير صعب .

وأول شيء يلاحظ في حالة حرباء باهتة على سطح باهت في ضوء ساطع هو أنها لا تصير مطلقا باهتة تماما كما لو كانت في الظلام . ولا يمكن التغلب على فعل الضوء على كل من الجلد والشبكية مطلقا وهو يعمل على تمدد حاملات الملنين ويكون هناك حالتان تقاومان ثالثة . فمجموعة واحدة من بواعث



سميثاوية تميل لأن تبقى حاملات اللون منقبضة وقد تدعوها المستقبلات الجلدية لأن تتمدد ، كما قد تدعوها المستقبلات الشبكية التي تنبه بواسطة سطح عليه ضوء مبعر لأن تنقبض. وتكون المستقبلات الجلدية والشبكية كما لو كانت تتنافس الواحدة ضد الأخرى تماما وتبقى حاملات اللون غالبا تامة الاقباض .

ويظهر حينئذ أن كل خلية صبغ في الحرباء تنشط بواسطة خيوط عصبية صادرة من مكان ما من الجهاز العصبى المستقل ذاتيا (السميثاوى) ويكون مجال اللون كله من طبيعة فعل منعكس غير ارادى يستدعى للعمل خلال مستقبلات عصبية فى الجلد والعين . ومثل هذه الألفاظ « تصف » ما يحدث ولكن لا تشرحه بأى حال . ونجد جهازا عمله غير واضح ومعقد وهذا من خواص المادة الحية عالية التنظيم ، وهذا كل ما يمكن أن يقال بالتحديد .

وعلى ذلك فالدراسة الوحيدة على الحرابى التى بحثت فيها سيطرة الجهاز الصبغى بنتائج مرضية حتى الآن هى التى تكون حاملات اللون فيها تحت سيطرة الجهاز العصبى كلية . وكان مقترحا للعظايا الأمريكية السيطرة التى تحدث بهرمونات من الجسم على الأرجح بالادرنلين مع تأثير درجة الحرارة وتأثير الضوء الابتدائى .

والوقت الذى يؤخذ لاستجابات اللون قصير جدا وهذه صفة أخرى تساند أرجحية السيطرة العصبية. والحرباء الداكنة

التي تسقط في ماء بدرجة حرارة ٣٧° سنتيجراد تصير باهتة في دقيقة واحدة وتأخذ اللون الباهت الموصى في الجلد وهي في الظل في مدة دقيقتين . وتصير كل من الحرباء ونوع من الانولس سمراء في الضوء في مدة ٥ دقائق وخضراء في الظل في مدة ٢٠ دقيقة . قارن هذا بالساعات أو الأيام التي تأخذها البرمائيات والصفخيشوميات لتغيير اللون بالسيطرة الهرمونية .

ج - السيطرة العصبية متحدة مع السيطرة الهرمونية

تليوستات (الأسماك العظمية) : تحتوى أصباغ الأسماك على ملنين أسود الى السفرة ونوع آخر من الصبغ يعرض جميع درجات اللون من الأحمر الى الأصفر وتوجد بقع صبغ بيضاء ثابتة مختلطة معها وتحتها . وتوجد حاملات الملنين فقط في أسماك خاصة مما يؤدي الى أنها تعرض مجرد تغيير في شدة اللون من أبيض الى رمادي الى أسود ، كما يحدث تغيير لون حقيقي في أسماك بها أنواع كثيرة من الأصباغ . وهناك أسماك كثيرة لها القدرة على السيطرة الشكلية البطيئة بالاضافة الى تغيير اللون الفسيولوجي السريع الذي يختص ببحثه هذا الفصل . فمثلا اذا وجدت سمكة مفلطحة نفسها على رمل أبيض أو أصفر غير عادي أو على حصى مشتق من بعض الصخور ذات اللون الأحمر أى أن الأحوال الطبيعية غير كافية ، فإنها لا تتناسق تماما مع ما يحيط بها ولكن بعض الوقت يظهر اللون المطلوب وينتج صبغ اضافي من الأحمر أو الأصفر أو

الأسود أو الأبيض حسب ما تدعو الحالة ، كما تزال الكمية الفائضة من أى صبغ آخر . وشوهد هذا بالاحتفاظ بأسمك مفلطحة لبضع أسابيع فى أحواض لها أرضية بألوان مناسبة بمربي الأسماك . ولضبط التجربة احتفظ بأسمك أخرى فى أحواض بأرضية رمادية من نفس النسق أو البريق .

ان ظواهر تغيير اللون فى الأسماك العظمية تفهم فى الحال على ضوء نظرية التطور للمسلك اللونى التى وضعها هجين ولندجرب . فأولا توجد سيطرة هرمونية ثنائية بواسطة الغدة النخامية ويسبب الهرمون «ب» تمددحاملات الملين والهرمون «و» انقباضا كما فى البرمائيات والأسماك الغضروفية، وتكون السيطرة العصبية فى جميع الأسماك العظمية متفوقة على السيطرة الهرمونية الثنائية ويستمر الهرمون «ب» فى ممارسة وظيفته ولكن فعل الهرمون «و» يستبدل بمقدار أكبر أو أصغر بسيطرة الجهاز العصبى . وسنوضح هذه النظرية بالإشارة الى المسلك اللونى فى سلسلة من الأسماك .

ثعبان سمك : ان ثعبان السمك هو النوع الوحيد من بين الأسماك العظمية المعروفة حتى الآن بأن لها تغيير لون تسود فيه الطريقة الهرمونية القديمة وتكون سيطرة اللون فيها بطيئة حتما ويتكون هرمون «ب» الذى يسبب التمدد فى الفص الخلفى من الغدة النخامية وهرمون «و» الذى يسبب الانقباض فى النصف الأمامى من هذه الغدة . ويمكن ازالة الغدة النخامية من ثعابين السمك تحت تأثير المخدر بدون التعرض لحياتها العادية ، وبعد

ازالة الغدة تصير الثعابين الداكنة باهتة تدريجيا حتى تكون حاملات الملين في حالة وسط ولكنها مع ذلك تعرض رد فعل محدود للسطح وتكون حاملات الملين عند ٢٧ر٢ بعد مدة ثلاثين دقيقة في الأحواض السوداء وعند ١٨ر١ بعد خمس وأربعين دقيقة في الأحواض البيضاء . ومن الواضح أن حاملات الملين لها طريقة سيطرة أخرى . ووجد أن التنبيه الكهربائي للحبل الشوكي في الثعابين سواء كانت الغدة النخامية موجودة أو منزوعة دعا حاملات الملين بسرعة لتقبض . وهذه وغيرها من الأدلة أدت الى الخلاصة بأن حاملات الملين تستقبل تأييدا عصبيا مباشرا وهذه السيطرة العصبية كالسيطرة الهرمونية تلعب دورها بواسطة مستقبلات شبكية ولكن لا يكون للسيطرة العصبية في الحالات العادية أية أهمية في المسلك اللوني (التحذيري) .
سمك أبو شوكة : لقد دلت المشاهدة العادية أن سيطرة السطح في الأسماك سريعة جدا فهي تصير باهتة أو داكنة في ظرف أربع دقائق حسب ما تكون الحالة . ولكن المشاهدات المجهرية تبين أنه قد تمضي ساعتان قبل أن تبلغ حاملات الملين نهائيا ١٣ر١ على سطح أبيض و٧ر٤ على سطح أسود . وكل جهاز لحاملات اللون اذا كان مسيطرا عليه تماما بالأعصاب يجب أن يتم تأثيراته في ظرف خمس دقائق ، وهذه الأطوار النهائية البطيئة التي تعرضها سمكة أبو شوكة توحى بفعل هرموني مضاف الى فعل عصبى .
وتصير السيطرة الهرمونية حقيقية عند ما يعتبر الوقت الذي

تأخذه سمكة أبو شوكة لتضبط نفسها مع الظلام ، وعند ما تنتقل السمكة من سطح أبيض أو أسود الى الظلام يمضي يومان قبل أن تبلغ حاملات الملين حالة تعادل ٢١٢ . ويتضح بمقارنة جميع ظروف السيطرة الهرمونية الثنائية المعروفة أنه عند ما ينقل حيوان من ظلام الى ضوء أو من ضوء الى ظلام فان هرمون «ب» يفرز أو يتخلص منه . وكلما يكون الحيوان في الضوء فكل تقل من سطح أسود الى سطح أبيض أو العكس يكون مصحوبا بافراز من هرمون «و» أو التخلص منه بكمية مناسبة لكمية هرمون «ب» .

وعلى ذلك فملاءمات السطح السريعة التي تعرضها هذه السمكة في الضوء (والتي تكون أكثر بطئا تحت سيطرة الهرمون «و») يتكفل بها غالبا الجهاز العصبى . والسطح العكسى هو أساسيا تحت سيطرة الأعصاب وتكتمل أطواره النهائية بواسطة هرمونات ، بيد أن الضبط للظلام كله ذو علاقة هرمونية .

سمك سليمان وسمك زئبقى : يكون الضبط للسطح في هذه الأسماك أكثر سرعة عما هو في سمك أبى شوكة وقد يعتبر كله تحت سيطرة عصبية . والسمك الزئبقى (المينو الأمريكى) استعمل في دراسة تغير اللون على نطاق واسع وكل حاملات الملين فيه تحت سيطرة عصبية وكل منها يستقبل اثنين من الخيوط العصبية أحدهما من السمپثاوى والآخر من السمپثاوى الجانبى . ويسيطر النخاع المستطيل على الخيوط السمپثاوية

ويؤدي تنبيه هذه الخيوط الى انقباض حاملات الملنين . ويسيطر سرير المخ على الخيوط السمبثاوية الجانبية ويؤدي تنبيهها الى تمدد حاملات الملنين . وتوجد أيضا مراكز ثانوية في الجبل الشوكي تساعد في عملية السيطرة .

وجنبا لجنب مع هذه السيطرة العصبية الكاملة لحاملات الملنين وجد أن حاملات اللون الأحمر والأصفر التي تلعب دورا بسيطا جدا في تغيير اللون خالية من أى تأييد عصبى وتمدد بواسطة هرمون من الغدة النخامية أطلق عليه « انقدين » بواسطة جرزبرج الذى اكتشفه .

ومن الواضح أنه بينما تستطيع سيطرة الهرمون فقط أن تتم نتائجها فوق مساحات كثيرة تستطيع مساحات موضعية أن تعطى استجابات مختلفة في حالة تكوين سيطرة عصبية ، وهذا يجعل الأشكال التى تتخذها الأسماك المفلحطة أثناء ملاءمتها والتغيرات المتقلبة فوق أجزاء محدودة كثيرة من الجسم التى تبديها الأسماك البراقة في الشعاب المرجانية والمياه الاستوائية مرجحة . فاذا وضعت أسماك مفلحة كالبلاس والفلاندر مثلا في أحواض لها سطح من الحصى الرفيع أو الحصى الخشن تصير أشكالها مضبوطة ضبطا مناسبا ، وحتى اذا وضعت على رقعة الشطرنج ذات المربعات السوداء والبيضاء فان أشكالها ستكون صورة حسنة مطابقة تماما . والعيون في هذه الأسماك كما في غيرها هي المستقبلات الوحيدة للمؤثر الصادر من السطح . والأسماك تتخذ الألوان والأشكال التى تراها بعيونها وتكون

حاملات اللون والأعصاب التي تغذيها في مثل هذه الحالة قوية التنظيم تماما . ويبدو أن الأسماك تستطيع أن تحرك بقعا خاصة من خلايا الصبغ بمثل ما تستطيع أن تحرك به مجموعات خاصة من عضلاتها . ولكن تكون السيطرة خلال الجهاز العصبي السمبأوى ويكون انعكاسيا بطبيعته ولا يمكن الظن بأنه مستبصر أو عمدى بأى حال .

فكسينوس . ميتو : يسيطر على حاملات اللون في هذه الأسماك نفس التنظيم العصبي في الحرباء ما عدا أن الضوء المباشر لا يعمل على مستقبلاتها الجلدية (في الجلد) ولكن على العضو الجدارى .

الزواحف : تبدو السيطرة العصبية كاملة في بعض الزواحف ولكن لا يمكن استنتاج أن الهرمون لا يلعب أى دور الا بعد اجراء تجارب كثيرة . ويساعد الادرنالين فى الانولس حقيقة على استجابة اللون ويسبب « شكلا » أرقط عند ما يثار الحيوان .

د - حلقة بين السيطرة العصبية والهرمونية

قد يبدو عجيبا لأول وهلة أن نوع المؤثرات نفسها أى حاملات الملنن يجب أن تكون تحت سيطرة الأعصاب فى بعض الفقاريات والهرمونات فى البعض الآخر ، أو أنه يجب وجود نوع من السيطرة فى الحيوان نفسه أيضا للعمل تحت ظروف مختلفة .

واقترح الأستاذ ج.هـ . باركر منذ بضع سنين أنه من المرجح وجود حلقة ضيقة بين فعل الهرمونات وفعل الأعصاب على حاملات اللون - يعنى أن العصب ينقل مؤثره بواسطة افراز مادة ما عند نقطة اتصاله بحاملات اللون . والمؤثر الحقيقى المطلوب لحاملات اللون قد يكون حينئذ من طبيعة كيميائية فى كلتا الحالتين . وبنى هذا الرأى على الاستكشاف الهام بأن فرع العصب الطواف الذى يغزى القلب يطلق مادة كيميائية عندما ينبه ، وتم تحليل هذه المادة الآن وهى تعرف « استيل كولين » . وتشير أدلة كثيرة الى الاستنتاج بأن الأعصاب الارادية والأعصاب السمپثاوية الجانبية فى الفقاريات كلها تطلق استيل كولين عند اتصالها بالعضلات والغدد وخلايا الصبغ ومؤثرات أخرى . وتنتج أعصاب من الجهاز السمپثاوى مادة تعمل بطريقة مناسبة على المؤثرات التى تغذيها وتعرف بالسمپاثين . وليست حاملات اللون هى المؤثرات الوحيدة التى يمكن تشبيهها بالتساوى بواسطة الهرمون أو بواسطة العصب ، وجميع الأعراض التى تصاحب حالة من الخوف أو الغضب تقريبا والتى تعتمد على تشبيه العضلات اللارادية يمكن ايجادها إما بواسطة الادرنلين أو بواسطة تشبيه الأعصاب السمپثاوية .

ومع ذلك تكون المادة التى يفرزها عصب والتي تسمى سائل عصبى مميزة من الهرمون الحقيقى . ويظل غير محقق حتى الآن ان كانت الأعصاب تثير مؤثراتها بطرق كيميائية أو بواسطة فعل تقطيب الأيونات عند الغشاء الفاصل .

الفصل الحادى عشر

الرؤية فى دنيا الحيوان

من الأفضل أن تذكر فى البداية أن العين هى لفظ عام ، وكل نوع من العيون يعرض حساسية خاصة للضوء ، ولكن باستثناء هذه المشابهة الأساسية فإن تركيب العيون والعمل الذى تضطلع به يختلف كثيرا من حيوان الى آخر .

وسيساعدنا تفسير موجز لمعنى « الرؤية » فى الانسان على مقارنة هذه الوظيفة بما يمثّلها فى الحيوان . فخلال عيوننا تستقبل مؤثرات من عتمة الضوء أو من بريقه وتقول مثلا ان غرفة مضاءة جيدا أو ضعيفا وأن الليل مظلم أو ليس مظلما تماما، ونرى الأشياء بأشكالها وألوانها حتى وأنفسنا وتسجل عيوننا الأشياء سواء كانت ثابتة أو متحركة . ومثل هذه الأحكام التى تصدرها كرؤية حجم الأشياء وبعدها عنا وحركاتها المناسبة ما هى الا تصورات نفسية مسهبة نتيجة للتركيب الذى وضع بواسطة المخ على المدلولات التى قدمتها العيون . وعلى ذلك قد يقال ان « ما يراه » الحيوان يتوقف على طبيعة عيونه مع تركيب ومقدرة جهازه العصبى .

والبروتوبلازم في الخلية الحية هو ذاته حساس للضوء .
فمثلا تظهر حساسية الكائن وحيد الخلية كالأميبا للضوء من
تحركه نحو هذا الضوء أو من التباعد عنه حسب درجة بريقه .
ويدل مصطلح الحساسية على الشعور بمؤثر مع الاستجابة لذلك
المؤثر . ويمكننا القول بأن حيوانا يشعر بتغيرات في شدة الضوء
لأنه يصنع تفاعلات خاصة لها . ويتحرك اخطبوط الماء العذب
(الهيدرا) على التنظيم نحو كمية الضوء التي تلائم معيشته ،
بيد أنه عديم العيون وليست به خلايا حية متخصصة في
الاستجابة للضوء .

وتوجد في كثير من النباتات والحيوانات وحيدة الخلية بقع من
الصبغ . ويمتص أى صبغ أجزاء خاصة من طيف النور ويعكس
أخرى من واقع أنه ملون فقط . وتستخدم نقطة الصبغ لا
لتزيد حساسية الضوء فقط بل وأيضا لتحصرها في موضع واحد .
والنقط العينية الملونة التي توجد في أنواع الحياة الدنيا هي في
العادة من الكرتين (معروف أنه مرتبط بالأرجوان البصرى)
أو الملنين الذي يمتص طيف النور كله أو جميع أجزائه تقريبا .
ولا ترتبط النقط العينية في أشكال الحياة وحيدة الخلية مع أى
شكل من النسيج العصبى ، وربما يحدث الضوء الذى يؤثر على
الصبغ تغيرات كيميائية بسيطة تعطى المؤثر اللازم للحركة .

وإذا اتقلنا الى رتب أعلى في المملكة الحيوانية نجد أنه يتكون
فيها جهاز عصبى بتعقيدات متزايدة وتظهر مع هذا الجهاز
العصبى خلايا عصبية من أنواع كثيرة متخصصة في الاستجابة

لمؤثرات اللمس ودرجة الحرارة والرطوبة وهكذا ، وتوجد بين هذه خلايا حسية - مستقبلات ضوئية - تكون على الأخص حساسة للضوء وتوجد طبيعيا على سطح الحيوان ، ويوجد من هذه الخلايا أنواع بسيطة جدا بعضها عبارة عن خلايا طولية تبطن انخفاضاً دقيقاً مستدير الشكل في الجلد ، وتوجد في بعض قناديل البحر مثلاً « حفر عينية » من هذا النوع . وكل خلية حسية لها زائدة تمتد الى الداخل لتتصل بشبكة العصب . وتوجد بين هذه الخلايا الحسية خلايا أخرى محتوية على حبيبات صبغية ، كما توجد عند قاعدة الجلد في دودة الأرض « خلايا ضوئية » ، وكل منها يحتوى على تركيب شفاف يشبه العدسة ويستخدم لتركيز الضوء على الخلايا الحسية . وحينئذ يوجد عنصران مميزان - أصباغ ماصة للضوء وخلايا حساسة للضوء - ويوجدان معا في كل نوع من العيون من أبسطها الى أكثرها تعقيدا .

وقد يبدو أن الاستعمال الأساسي للعين هو الاستجابة لتغيرات شدة الضوء . وتستطيع كائنات عديدة سواء على الأرض أو في الماء أن تقوم بوظائفها في حدود مجال خاص من الضوء فقط . ووجود العين الحساسة للضوء يساعد هذه الحيوانات لتبقى في حدود هذا المجال ، ويتبع هذا طبيعياً أن كل نوع واحد من العين يقوم بوظيفته على الوجه الأفضل (أو فقط) في نوع الضوء الملائم لقدرته . ولا تستطيع العين في الكائنات الليلية كالبومة والوطواط والبشارة أن ترى كما

يجب في ضوء الشمس الساطع تماما ، كما أن الأنواع النهارية كالحمام والفرشات لا تستطيع أن تكتشف طريقها ليلا لتطير ، وأيضا تستطيع أخرى كالقطة وأسماك خاصة وبراغيث البحر والجمبريات أن تستمر في حركتها أثناء الأربع والعشرين ساعة لأن عيونها مزودة بوسائل تضبط تغييرات واسعة من شدة الضوء .

ازدياد قدرة العين

بالنسبة الى أن حجم العين في مثل هذه الكائنات كالقواقع وقنديل البحر وذودة الخرق صغير جدا وأجزاءها المعرضة للضوء محدودة فان أية حيلة تركز أكبر كمية من الأشعة على الخلايا الحسية هي في مصلحة هذه الحيوانات . ويكمل هذا النقص في أغلب الأحوال عدسة شفافة كروية أو بيضاوية حسب ما تتطلبه الحاجة . وحيث ان العدسة على بعد ما أمام الخلايا الحسية (شبكية العين) كما في عين الحبار وعين الحيوانات الفقارية فهي تستخدم أيضا لتبرز صور أشياء خارجية على الستار الحساس ، والعين التي تشبه « الطبق » تصير مثل « الفنجان » وأخيرا تأخذ الشكل الكروي لأسباب آلية مصحوبة بزيادة في مقدرتها . ويبدو أن الشكل الكروي للعين يعطى نهاية عظمى لهذه المقدرة ، وتوجد هذه الحالة في الحيوانات الصدفية (الرخويات) مثل القواقع الأرضية والبحرية والاسكلوب وكذلك في الحبار الذي تماثل عينه تقريبا عين

الحيوانات الفقارية في التركيب والقدرة . وكثير من الديدان البحرية (الحلقيات) لها عيون كروية تامة التكوين كما في الحيوانات كثيرة الأشواك مثل الفيلودوس والنيروز وديدان البحر التي تسكن القاع (توموبتريس) . والعين في الفقاريات مطابقة لهذا النسق . والعين في مجموعة المفصليات الكبيرة لها سطح خارجي كروي غالبا ولكن العضو كله يمكن مقارنته سطحيا فقط بما يماثله في الأنواع الأخرى .

ماذا تستطيع أن تراه عيون الحيوانات

توجد العيون في قناديل البحر على مسافات متساوية حول حافة المظلة وهي تتدرج في تركيبها من حفر بسيطة الى كرات ضيقة . وبينما تنحصر وظيفتها الأكثر أهمية في الاحتفاظ بالكائن على عمق خاص في الماء حيث تكون شدة الضوء ملائمة رؤى أنها قد تساعد أعضاء التوازن أيضا على بقاء قنديل البحر معتدلا . وفي الحقيقة قد تكون العيون مفيدة جدا في هذه الناحية في أنواع قناديل البحر الصغيرة التي ليست لها مثل هذه الأعضاء ، فاذا مالت المظلة على جانبها فان بعض العيون تضاء أكثر من البعض الآخر وتدعو مؤثر عدم المساواة الذي ينتج لتعديل حركات الحيوان . ان طبائع هذه الحيوانات وطبيعة جهازها العصبى تجعل من غير المرجح أن تكون العيون لها القدرة على تكوين صور المرئيات .

والبزاقات وقواقع الحديقة لها عين عند طرف ملامسها . والعين

لها عدسة كروية وشيكية بها خلايا حسية وصبغ وهي حساسة جدا للضوء الساطع ، كما أنها من بين العوامل التي تجعل هذه الحيوانات مختفية أغلب الوقت أثناء ساعات النهار . ومن الجائز أن القواقع والبزاقات تحصل على تأثير بصرى معتم من أشياء ذات حجم متوسط كورقة خس أو كسرة خبز أو حجر صغير مثلا .

وتوجد على كل من جانبي الرأس في الديدان مجموعات من عيون دقيقة . وهذه لها فائدة عظمى في الاخبار عن الضوء المعتم من الضوء اللامع وتحمي أنواعا كثيرة من الديدان خصوصا في أطوار حياتها الأولى من أن تعرض أنفسها للخطر أثناء وجودها على السطح العلوى للورقة التي تتغذى بها ، بيد أنها توجه ديدانا أخرى بألوان تحذيرية أو بشعر دفاعى الى أماكن مضاءة جيدا على الساق أو الأوراق . والعيون توجه الدودة بأن تتسلق نباتا للتغذية أو تنزل عليه لتبحث عن مخبأ أثناء تشرقتها تبعا لعمرها . والديدان « ترى الأشياء » ولكن على بعد حوالى بوصة ونصف بوصة فقط من عيونها .

والعناكب لها مجموعة من عيون صغيرة (عوينات) مرتفعة قليلا عن سطح الرأس ، وهي جميلة الشكل اذا فحصت تحت المجهر وكل واحدة منها تومض كأنها عين ثور دقيقة خضراء . وتميز بعض العناكب الضوء والظل والأشياء المتحركة لمسافة قصيرة نوعا ولكنها لا تستطيع أن تثبت منها بوضوح . ونظر العين في أنواع أخرى كالعناكب النطاطة طويل وجلى . ويصف

برستوكيف أن الأشياء المتحركة تبقى تحت نظر العنكبوت
النظام الذي يحور الرأس صدرا (الجزء الأمامى من الجسم)
كله من جانب الى جانب أو الى أعلى بمثل هذه الحالة التى تبقى
فيها الأشياء فى حدود مجال بصرها .

وبراغيث البحر والجمبريات لها عيون حسنة التكوين من نوع
مركب مثالى ولها ابصار واضح وحاسة لون ، وهى تلاحظ
الحركات التى تحدث على مسافة عشرة أقدام كلما أمكن رؤيتها
بالطريقة التى تدير فيها عيونها لتلك الناحية . وهى تتبع بسرعة
وبدقة أية حركة من يد أو ماسك يتحرك فوق الماء فى الحوض
الذى هى فيه وقت الأكل ، وتستمر مقدرتها على الرؤية عندما تستبدل
الظلمة بضوء النهار لمدى قدرة عين الانسان على الأقل فتستطيع تمييز
اللون الأسود من اللون الأبيض . والسرطانات العوامة وأنواع كثيرة
أخرى من القشريات بعين ذات سويقة لها قوى للنظر مماثلة .
وكان هناك تضارب بخصوص طريقة ابصار العيون المركبة
فى الحشرات والقشريات ، فهى مكونة على أساس مختلف كلية
عن النوع الكروى وحيد العدسة . وتحتوى العين المركبة على
عدد كبير من وحدات عينية تامة (أوماتيدة = ذوات العيون
الصغيرة) ، وكل وحدة تشبه مخروطاً طويلاً رقيقاً وطرف قمته
متجه الى الداخل . وتبلغ العيون المركبة غاية تكوينها فى الحشرات
سريعة الحركة كالنحل والفراشات واليعاسيب ومختلف الذباب ،
وهنا تكون المساحة السطحية للعين كبيرة جداً بالنسبة لحجم
الجسم . والعيون محدبة بشدة « وبارزة » وينتج عن ذلك أنها

ترى الى الأمام والى الخلف كما ترى الى الجانب . ومن الجلى أن مثل هذه العيون يكون المقصود منها النظر الشامل أو استقبال طول موجة .

ويجب أن تنسب السرعة التي تتحرك بها هذه الحشرات الى نوع عيناها . وتبدو الصور لعين الانسان عند السفر بسرعة مناسبة كأنها تجرى كلها معا وتكون مطموسة . ولكن اذا كان هناك عدد كبير من الوجدات العينية فان كل مجموعة منها تلى المجموعة الأخرى فى النظر الى المساحة نفسها دوريا ويتباطأ استقبال المجال البصرى . ومن المرجح أن النحلة تبدو لنفسها أن تشرد بدرجة مريحة عن السرعة الكبيرة . وهذا النظر لمجال واسع مع النظر المتكرر لمنطقة متوسطة تسمح للحشرات أن تعاير مكان الأشياء القريبة منها وعلى ذلك تتجنبها ان كان ضروريا . فمثلا يندر أن يتصادم الذباب فى دورانه تحت سقف وكذلك الحال فى الزوار من الحشرات التي تتحرك بسرعة متزاخمة حول مادبة الرحيق كالأشنة المزهرة أو الصفصاف أو أقحوان ميكائيل . أما فيما يتعلق بالاستثبات التفصيلى فأغلب الحشرات تكون قصيرة النظر . وذكر أن الفراشة ترى بوضوح فقط على بعد ثلاثة أقدام تقريبا ولا ترى العلامات (دليل وجود الشهد) فوق أغلب الزهور بسهولة الا فى حدود ثمانى عشرة بوصة أو ما يقرب من ذلك .

وتكون درجة الأيض البنائى (الاستحالة الغذائية) أو سرعة الحياة سريعة جدا فى الحشرات . وتكون سرعة ضربات الأجنحة

في أنواع عديدة منها أسرع بكثير من أن تتبعها عيوننا ، فتبلغ اهتزازات الجناح في الناموس مثلا ٢٦٠ في الثانية الواحدة وفي الذبابة المنزلية حوالي ٣٣٠ .

وليس عجيبا أن تلاحظ عيون الحشرة الحركة جيدا جدا - بشرط ألا تكون بطيئة جدا . ومن الممكن عند ما تصيد ذبابة على زجاج الشباك مثلا أن نحرك اليد بسرعة نراها أنفسنا ولكن لا نلاحظها الذبابة كحركة . وثمة حشرات كثيرة لها ابصار لوني، وجاء ذكر هذا الموضوع في الفصل الثاني . أما بخصوص الرؤية في النمل وفي أنواع أخرى عديدة من الحشرات فليس هناك الا القليل بالنسبة الى الابصار كما نعرفه . فمثلا تحمل الرأس في غلة الأرض الصفراء عينين مركبتين ، وكل منهما له حوالي ثمانين عويئة وثلاث عيون بسيطة . والعيون هي مستقبلات لأطوال أمواج مختلفة تحتوى من بينها على الأرجح تحت الحمراء وأطوال أمواج صادرة من أشياء في حدود بعدها .

العين في الفقاريات

يتناسق التركيب العام للعين في الفقاريات في حيوانات هذا القسم من المملكة الحيوانية ، ولكن توجد عدة اختلافات بسيطة تدل على أن كل الفقاريات لا ترى بنفس الطريقة تماما . الاستثبات : ان عدسة العين في الحيوانات الثديية معلقة بأربطة تتصل بها زوائد هدية تبرز من الجسم الهدبي . والجسم الهدبي عبارة عن شريط يلتف حول حافة الطبقة المشيمية للعين .

ويوجد في الجسم الهدبي ألياف عضلية عاصرة عند ما تنقبض تقرب الزوائد الهدبية من بعضها (كما هي الحال في عنق الجعبة عند ما يضيق بجذب خيطها) وهذا يخفف من توتر أربطة العدسة ، وتكون النتيجة أن العدسة تصير أكثر تكورا وتتثبت من الأشياء القريبة . وعند ما ترتخي العضلات العاصرة تشد أربطة العدسة بقوة عظيمة بواسطة الزوائد الهدبية وتنبسط العدسة وتأتى الأشياء البعيدة في حدود الاستثبات .

ولا تستطيع الأسماك من نوع القرش الاستثبات مطلقا ، ويجب عليها لكي ترى الأشياء بوضوح أن تسبح لناحياتها حتى يأتى الجسم في حدود مسافة استثباتها . وعيون الأسماك العظمية هكذا وضعت للنظر عن قرب : والعدسة في سمكة أبو شوكة عبارة عن كرة تامة غالبا ويوجد انضغاط جانبي كبير نحو محور ماز خلال النقطة العمياء والعدسة والقرنية . كما يوجد في العين قليل جدا من نسيج عضلي وقليل من الاستثبات لو كان ممكنا . ومع ذلك تستطيع العدسة في بعض الأسماك العظمية (تليوست) بشيء من الجهد (دون تغيير في الشكل) أن تجذب الى الخلف على مقربة من الشبكية جاعلة الأبصار البعيد ممكنا .

ولا يمكن استثبات العدسة في الضفدعة أو سمندل الماء وبدلا من ذلك فالجزء الأمامى للعين يتحرك الى الأمام لابصار قريب ويكون بروز العين هذا ملحوظا جدا عند ما ترقب الضفدعة أو العلجوم أو سمندل الماء فريستها وهي على وشك القبض عليها .
المكان : ان المكان الذى توجد فيه العيون على الرأس موضوع

له أهميته . فعلجوم جنوب افريقيا الذى يقضى معظم وقته جالسا القرفصاء بلا حراك على قاع بركة له عيون موضوعة على قمة الرأس ومعظم الفقاريات الأخرى لها عيون على جانبي الرأس كما فى الأسماك والأرنب والحصان ، وتبرز العيون ويستطيع الحيوان أن يرى كل ما حوله ولكن على الأرجح بطريقة عامة عما هى بطريقة محدودة بدقة . وتكون العيون فى فصيلة القط وفى القروود والبوم فى مقدم الرأس ويكون الحيوان أكثر قدرة ليحكم على شكل الأشياء ومكانها . ويقال ان هذه الكائنات والانسان لها نظر استرسكوبى (مجسم بالنظارة) أى أن محيطى ابصار العينين منطبقان على بعضهما . ومن الواضح أن الحيوانات بعيون ذات سويقات كالجمبرى وجراد البحر من بين القشريات التى لها محيط ابصار أكثر اختلافا واحكاما عن الحيوانات التى لها عيون لاطئة (ليست لها سويقات) مثل اللجيا وبراغيث الماء العذب .

الحجم : يبدو أن هناك نهاية كبرى لحجم العيون من أجل كفايتها بالنسبة لحجم الجسم . وعلى ذلك فالحيوانات الكبيرة كالفيل مثلا ليست لها عيون كبيرة تتناسب مع أحجامها كما أن هناك نهاية صغرى للحجم من أجل الكفاية أيضا . وبعض الفيران لها عيون فى حجم رأس الدبوس فقط وتستطيع أن ترى على بعد ستة أقدام لا غير

وإذا قورنت عين الانسان بهذه الثدييات الأخرى يوجد أن القرزية فى هذه الأخيرة كبيرة نسبيا وأن « بياض » العين (جزء

من الصلبة التي هي احدى طبقات العين) غير منظور أو يرى منه القليل ما لم يدر الحيوان عيونه .

شكل انسان العين وحجمه

يوجد اختلاف كبير في شكل انسان العين وحجمه . فهو كروى في الانسان وأغلب الطيور ورأسى في القطة المفترسة بينما يكون أفقيا في الحيوانات الكائنة كالأغنام والماشية ، وزمعا كان ذلك ليساعد على مجال ابصار واسع . وتحدث في الأبقار أحيانا حالة غريبة تعرف محليا باسم « عين السلسلة » وهى عبارة عن قوس علوى وآخر سفلى من انسان عين اضافى خارج انسان العين العادى .

الشبكية : توجد اختلافات شاسعة في طبيعة الشبكية ، ولكن نذكر أولا كلمة عن تركيبها العادى . فيشتمل الجزء الداخلى من الشبكية على طبقات عديدة من النيرونات (خلايا عصبية وزوائدها أو خيوطها) ، ثم يلي هذه طبقة الخلايا العصبية المحتوية على القضبان والمخروطات ، وتشغل هذه الطبقة في الانسان حوالى خمس سمك الشبكية كلها ، ويوجد تحتها طبقة محتوية على صبغ ولها فروع ممتدة بين القضبان والمخروطات التى تعلوها . وعلى ذلك يوجد جزء العين - الخلايا الحسية والصبغ - ويضاف الى هذه كتلة من النيرونات تنحصر وظيفتها فى حمل المؤثرات من الخلايا الحسية الى المخ . والبواغث الكهربائية التى تعقب الإضاءة هى طرق اتصال فسيولوجى بين الشبكية والمراكز

العليا (الاستاذ جرائيت) . وتوجد في الانسان والسيانيس والقروود مساحة تسمى « النقطة الصفراء » تقع في مواجهة مركز العدسة وعلى أحد جوانب « النقطة العمياء » حيث يخرج العصب البصرى من العين . وتكون الخلايا الحسية هنا أكثر عددا منها في أجزاء أخرى من الشبكية . وعندما ينظر الانسان الى شجرة مثلا فان عضلات العين تدير المقلة حتى تكون النقطة الصفراء في كل عين على خط مباشر مع الشجرة ثم ترى الشجرة واضحة على قدر استطاعته ، وحينئذ فالانسان والحيوانات الرئيسية لها منطقة مختصة في الشبكية وهذه مع النظر بالعينين تعطيه نظر العين الذى يكون على الأرجح أحد مما هو في أى حيوان ثديى آخر .

ووجد الدكتور لند ساي جونسن الذى درس الشبكية في الانسان وفي ثدييات مختلفة أن لونها وتغذيتها بالدم وكذلك شكلها ولون النقط الصفراء والعمياء تختلف كثيرا . ووجد مثلا أن الشبكية في عين داكنة لفتاة انجليزية كانت من لون داكن عام (ويمكن رؤية الشبكية تحت ظروف اضاءة خاصة بالنظر خلال انسان العين) بأوعية دموية كبيرة مشعة من النقطة الصفراء . وكانت الشبكية في الزنجى كلون الشوكلاتة بنقطة بيضاء في الوسط ، والنقطة العمياء صفراء داكنة ، وكانت كلتا النقطتين الصفراء والعمياء محاطتين بشبكة واضحة من خيوط عصبية . وسبع البحر له شبكية صفراء باهتة براقه بنقط خضراء ونقطة عمياء سمراء الى الحمرة بمحيط أخضر . والفيل الافريقى

له شبكية صفراء باهتة ومغطاة بأعداد كبيرة من البقع السمراء غير المنتظمة ، وكانت الشبكية في جميع الثدييات الأخرى التي درست مميزة تماما .

ولا يعرف حتى الآن كيف تؤثر هذه الاختلافات على نوع التأثيرات التي تستقبلها العين ، ولكن يبدو من المحتمل أن الجو وحالات الاضاءة التي يوجد فيها الحيوان الثديي أو الجنس المختص من الناس طبيعيا لها علاقة بمثل هذه الاختلافات وتظهر عيون المواطنين في روديسيا حيث الشمس كعدو أكثر مما هي صديق ، أنها ملائمة للضوء الاستوائي بكونها أقل حساسية لكمية كبيرة من فوق البنفسجية ولتحت الحمراء عما هي في حالة الأوربيين. ويلاحظ أن المواطنين في روديسيا تستمر قدرتهم على الرؤية بوضوح في ضوء الليل المعتم أكثر مما نستطيع ولكنهم عمى نسبيًا في الضوء الكهربائي ، كما أن طريقة النظر عندهم مختلفة . ووجد أنهم لا ينظرون الى الصورة كما تفعل بل ترى عيونهم زاويتها اليسرى من أسفل أولاً ، وتدور حول الحافة ، ثم تأتي الى الوسط .

عمل الخلايا الحسية والصبغ في شبكية عين الانسان

ان الشبكية ، هذا التركيب الرقيق سريع التأثير الذي يشتمل في الانسان (في العينين مشتركتين) مساحة تبلغ ثلاث بوصات مربعة تدور عليها عملية الاستجابة لموجات شمسية كهربائية مغناطيسية خاصة بمثل هذه الحالة التي تحدث بها مؤثرات يمكن

تحويلها بواسطة الجهاز العصبى الى تأثيرات شدة الضوء واللون والغسق وشكل الأشياء . فما هى المستلزمات التى تزود بها لمثل هذه العملية الهامة .

والخلايا الحسية فى شبكية عين الانسان على نوعين : قضبان ومخروطات . وتحتوى النقطة الصفراء على مخروطات فقط ، ولكن تكون القضبان أكثر عددا من المخروطات فى أى جزء آخر . وكلما تكون المسافة بعيدة عن النقطة الصفراء تكون نسبة القضبان أكبر حتى لا يوجد عند حافة الشبكية من المخروطات الا ما ندر . وتمتد زوائد محتوية على صبغ من الطبقة الصبغية بين الأجزاء الخارجية للقضبان والمخروطات (أى الأجزاء الأقرب الى خارج الحدقة) ويستقر الصبغ الذى يعرف بالأرجوان البصرى على سطح القضبان .

حساسية الضوء : ان الطريقة التى تستجيب الشبكية بها لتغيرات فى شدة الضوء هى كما يلى :- تختص القضبان وما يصاحبها من أرجوان بصرى بالابصار فى الليل وفى الغسق ويتجمع الأرجوان البصرى أثناء الظلام ويبيض لدرجة متزايدة .ازدياد الضوء . ويستنتج أن البريق الظاهر لأى منبع ضعيف للضوء يختلف مباشرة مع النشاط الذى يمتصه الأرجوان البصرى . ومحيط الشبكية الذى يستقبل أقل ضوء عن أى جزء آخر والذى يحتوى غالبا على قضبان له حساسية عظمى للضوء المعتم جدا وعلى ذلك فمن الأفضل مثلا أن ينظر الى النجم الخافت جدا من الجانب .

ومن المرجح أن المخروطات لا تنبه مطلقا في شدة ضوء أقل من ١٠ متر شمعة ولكن « ندين باحساسنا للبريق الى نشاط المخروطات في درجات اضاءة مختلفة تؤدي فيها وظيفتها (ولم) ». .

ابصار اللون : كانت آلية ابصار اللون موضوع تجارب وأبحاث طويلة ، وقد تستمر على ذلك ولكن طرق البحث الحديثة كان لها فضل كبير في زيادة المعلومات عن الحقائق الفسيولوجية المختصة . والشحنات الكهربائية التي تطلق بواسطة الشبكية عند ما تنار بطرق متعددة يمكن توجيهها من الحيوط العصبية في الشبكية أو العصب البصري ، وهذه الشحنات الدقيقة تقوى وتسجل ، وتتحقق بهذه الطريقة وغيرها حساسية الشبكية لأطوال أمواج طيف النور المختلفة .

ويقترح ولمر أن كلا القضبان والمخروطات هي المختصة في ابصار اللون ، وأنه لا بد من وجود نسبة خاصة من البواعث التي ترسل من القضبان والمخروطات لأي واحدة من أطوال الأمواج . ومع ذلك يبدو أن الأبحاث التي قام بها أخيرا بيرنا تقرر أن المخروطات فقط تكون وسيطة لابصار اللون . وحينئذ فإن منطقة النقطة الصفراء الخالية من القضبان هي أحسن منطقة في هذا الخصوص . واستنتج يونج (١٨٠١) على أسس منطقية أنه توجد ثلاثة أنواع من المستقبلات بحساسيات طيفية مختلفة (وسيطه للألوان الثلاثة الابتدائية) . وهذا الاستنتاج يتوافق مع حقائق ابصار لون عادي . ومن الحقيقة المعقولة أن هذه

الأنواع الثلاثة من المستقبلات توجد في منطقة المخروطات ولو أن التأييد التشريحي لهذا الافتراض لم يظهر حتى الآن .
مواد حساسة للون : توجد في الشبكية مواد كثيرة حساسة للون ، وهذه بلا شك تجعل عمل القضبان والمخروطات ممكنا أو تزيده . ويوجد في شبكية عين الأسماك مثلا صبغ أصفر يجب أن يكون ماصا للون الأزرق . ويقترح الأستاذ جرانيت أن الأرجوان البصرى هو أصل المادة في الكثير منها حيث ان جزيئها يحتوى على نواة بروتينية تستخدم كحامل لنحو عشر مجموعات من حاملات اللون ، وكتب داكن من قبل « ان بروتوبلازم الخلايا المتخصصة في العمل كخلايا مستقبلية لأمواج الضوء يحور على ما يظهر ومن المرجح أنه يحتوى على مواد تتغير كيمائيا وطبيعيا بالضوء » .

، صور الأشياء : تتكون صورة الأشياء الخارجية أولا بواسطة العدسة وتبرز بعدئذ على الشبكية . وتلتقط كل من القضبان والمخروطات أطوال الأمواج المختصة بها ، وهذه تنقل بواسطة نيرونات الشبكية وترسل بالتتابع الى المراكز البصرية في مقدم المخ حيث تنتج أيضا تأثير الصور بحيلة ما غير معروفة .

الشبكية في فقاريات أخرى

كان تعليقنا في الملاحظات السابقة منصبا على شبكية العين في الانسان ، أما بخصوص الثدييات الأخرى فقد تؤخذ على أن كل قسم منها له ترتيبات خاصة وعدد نسبي من القضبان

والمخروطات مع اختلافات في التلوين . وكجالة عامة تسود القضبان في شبكية الحيوانات الليلية والمخروطات في الحيوانات ذات العادة النهارية .

وأجريت أبحاث كثيرة على عيون السمك ، وهذه تعرض فيما يختص بالشبكية ممثلة أقل بكثير عما هي في حالة الكائنات ذوات الأربع . وهناك نوعان على الأقل من المخروطات في شبكية الأسماك العظمية ، وفي بعضها لا يمكن عمل تمييز واضح بين القضبان والمخروطات مطلقا وبعد اكتشاف أن القضبان تسود شبكية الحيوانات الليلية عمل بحث (بايلس وليثجو وتانسلي) على اثني عشر نوعا من الأسماك بعضها من مياه البحر والبعض من المياه العذبة رغبة في معرفة ان كانت هناك أية علاقة بين العمق الذي تعيش الأسماك فيه وحالة شبكيتها . وطبعاً كلما تغوص الى عمق أكثر يكون الضوء الموجود هناك أقل . ووجد أن سمكة كلب البحر وسمكة الترس وثعبان السمك الأسود الكبير لها مخروطات فقط . وبينما تغوص كل هذه الأسماك الى عمق لا بأس به فلا توجد بين الأسماك ما يغوص الى عمق أكثر من الجرنارد والدراجنت التي لها كل من القضبان والمخروطات . وسمك السلمون المنقوش ونوع من القاروص التي تتغذى في المياه الضحلة بالنهار ليس بها أي تكوين خاص من المخروطات .

وعند ما امتحن الارجوان البصرى في الاثنتى عشرة سمكة وجد أن كل جالة لها كفايات مختلفة قليلا لامتنصاص الضوء ،

ولكن لا توجد علاقة بين كفاية الامتصاص وطبائع الأسماك ،
فهذه التي تغوص الى أكبر الأعماق ليس لها أرجوان بصرى
وبها أعظم كفاية لامتصاص الضوء .
وتوحى مثل هذه المدلولات بأن التأثيرات التي تستقبلها
شبكة الأسماك تختلف تبعاً للفرد الواحد .

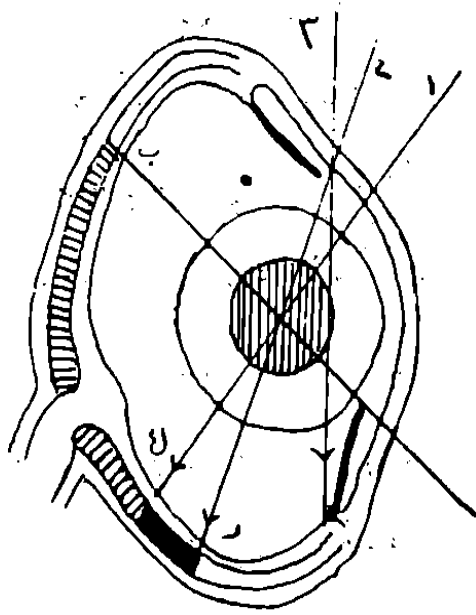
تعيين مجال ابصار العين

توجد في الحيوانات التي تعرض تغيير اللون وسيلة مفيدة
للحصول على معلومات خاصة بشبكة العين . فالعين « ترى »
ويظهر الجسم بظلال أو ألوان باهتة أو متوسطة أو داكنة تبعاً
للبيئة ، وهذا يعرف بأنه يسبب في حيوانات عديدة كعلجوم
جنوب افريقيا مثلاً انطلاقاً انعكاسياً لهرمونين أحدهما يسبب
انقباض خلايا الصبغ والآخر يسبب تشتيتها . ويوعز مثل هذا
الحدث بوجود مجموعتين مختلفتين من المستقبلات في الشبكة ،
وتثبت كل مجموعة عند ما تنبه اطلاق الهرمون المناسب .
والعيون في علجوم جنوب افريقيا الذي يعيش تحت سطح الماء
موجودة على قمة الرأس . وعند ما يكون الحيوان راقداً على
سطح داكن في ضوء النهار فإن الضوء يتمكن من أن يسقط
على قاع الشبكة فقط ولا ينعكس أى شيء مما يحيط به على
جوانب الشبكة . ويستقبل قاع الشبكة أشعة مضغوطة في
مخروط تكون نصف زاويته الزاوية الحرجة للهواء والماء ،

وتسبب « عناصر القاع » في الشبكية اطلاق الهرمون « ب » (منتجة استجابة سطح أسود) ويدكن لون الحيوان .
وعند ما يكون العلجوم على سطح أبيض في ضوء النهار تنار كل الشبكية بواسطة ضوء مبثر من السطح في جميع الاتجاهات . وعلى ذلك حينما تنبه تسبب عناصر الشبكية على جوانب العين اطلاق الهرمون « و » (سطح أبيض) ويصير الحيوان باهتا . وأيدت التجارب الحدود المضبوطة للمساحات التي تشغلها مجموعتنا المستقبلات الشبكية . وتبين تجارب أخرى باستعمال ضوء من طول موجة واحدة فقط (ذي لون واحد) أن مجموعتي مستقبلات الشبكية حساسة لمجالات أطوال مختلفة ، ومستقبلات «القاع» هي على الأخص حساسة للطرف الأحمر من طيف النور (هجين وسلوم) . والعين في علجوم جنوب افريقيا تناسب الدراسة جدا بسبب مجال ابصارها المحدود ، وعين الليجيا مناسبة لنفس السبب . وأشار فيما سبق الى أبحاث ه . ج . اسميث المتعلقة بهذا الموضوع (الفصل السادس) .

عين سمكة أبو شوكة

من المعروف أن الأسماك لها في الشبكية مجالات استقبال مختلفة لاستجابات السطح الأبيض والسطح الأسود . وتوجد في حالة سمكة المينو الأمريكية اختلافات شكلية بين المجالين ويعرف أيضا أنها تختلف جوهريا في سمكة أبي شوكة .



شكل ٨ - عين سمكة أبي شوكة . النقطتان ب ، ر هما حدا الانكسار على وجه التقريب . وبينهما تتأثر الشبكية بالأشعة التي تسقط على القرنية وتمر خلال مركز العدسة . ويمكن أن تتكون الصورة فقط في منطقة ب ر . وتستطيع المنطقة خارج ب ر أن تسجل ضوءا وظلا .
وتعمل الأشعة الحرجة على الشبكية عند النقطة ك خلال مركز العدسة المؤثرة . ك ر هي المنطقة التي تتكون فيها صور الأشياء الأرضية . ب ك هي المنطقة التي تتكون فيها صور الأشياء تحت الماء بما في ذلك قاع الاناء أو البركة وتتكون منطقة السواد في الشبكية في المنطقة ك ر وربما في المنطقة بين ر والقرنية . وتطابق منطقة البياض في الشبكية منطقة ب ك .

وأجرى بحث دقيق جدا (هجين ولندجرب) على تعيين حدود مجالات الشبكية في حالة سمكة أبي شوكة . واستنتجت من البحث معلومات تفصيلية عن مسألة طريقة عمل العين كلها فتوجد في الطبعة الخطية مدلولات عن أهمية الابصار . ولم يكن في الحسبان استكشاف الطبيعة المزدوجة للعدسة التي لها « غلاف » خارجي بأس انعكاسي يشاوي تقريبا رأس الماء ، « وقلب » كروى متراكز يبلغ حوالي نصف قطر العين كلها بأس انعكاسي يبلغ ١٥ ر . وأعطي في شكل (٨) ملخص عن

المعلومات الأساسية التي حصل عليها بخصوص العين. ويتوقف النظر في سمكة أبيض شوكية على تركيب العين ومكانها على الرأس مع مسلك أشعة الضوء عند ما تمر من الهواء في الماء ومسلكها عند مرورها خلال عدسة العين. وهذا حقيقى لأى نوع من الرؤية الذى يجب أن يعتمد على تركيب العين ومكانها وطبيعة الوسط الذى تعمل فيه.

اختلافات شكلية في حدود العين المركبة

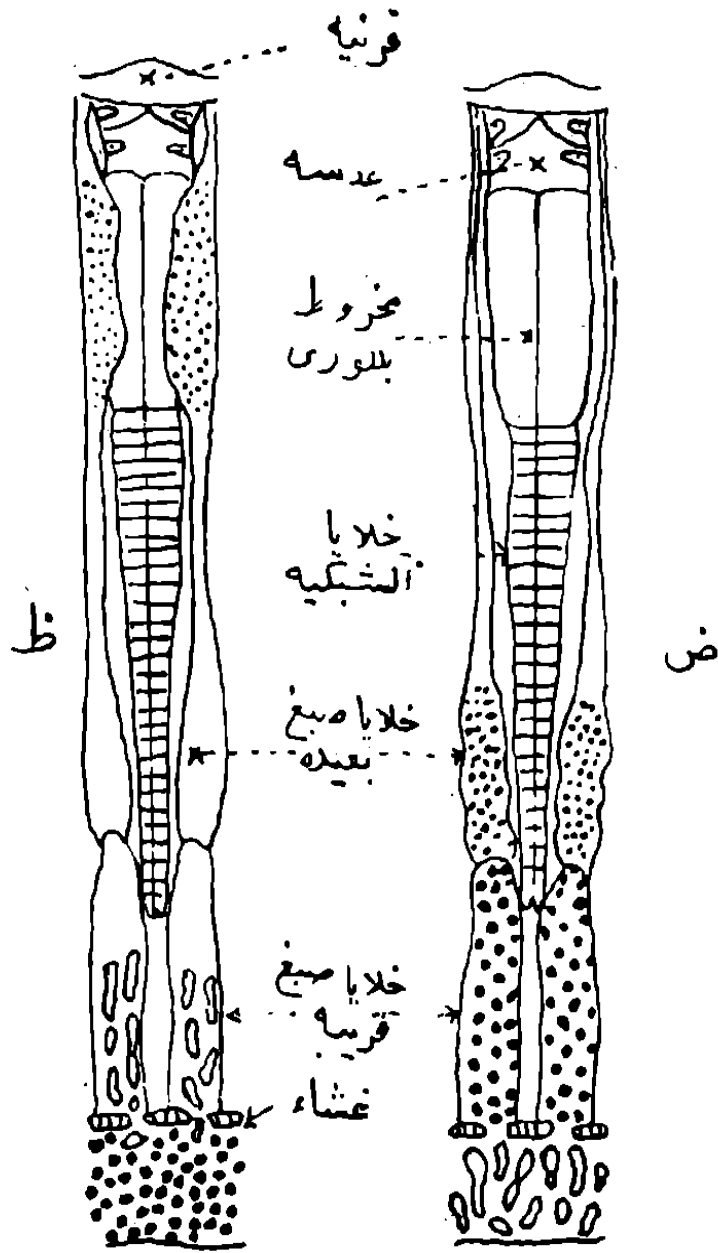
توجد حشرات وحيوانات قشرية تعرض عيونها مساحات متخصصة لأغراض مختلفة. ففي الجعران «أبو دوامه» الذى يسبح على سطح الغديز بسرعة كبيرة ونصف عينه فوق سطح الماء والنصف الآخر تحتها تختلف الوحدات العينية في الجزء الذى يرى في الهواء عن هذه في الجزء الذى يرى تحت الماء. وعيون الليجيا لها مساحتان للاستقبال تسيطر على تغيير اللون، وهذه تعرض اختلافات شكلية. وعيون الجمبريات وبراغيث البحر والحشرات العنكبوتية لها مساحة تعرض استجابات لسطح مميز وسيوجد أنها تبين على الأرجح اختلافات تشريحية.

استعمال العين المركبة ليلاً

من الممكن ضبط عيون كثير من الحيوانات لتقوم بوظيفتها في الظلام أو في الضوء. وأغلب أنواع الحيوانات القشرية البحرية تكون نشيطة لحد ما في مدة الأربع والعشرين ساعة. ومن بين هذه الحيوانات يمدنا الجمبرى العنكبوتية بفرصة طيبة لرؤية العين في حالة ملاءمتها للظلام وملاءمتها للضوء

فاذا تركت الجمبريات في وعاء به ماء البحر وبقاعه رمل لمدة ساعة تقريبا في ضوء متوسط يوجد حينئذ أن كل عين تظهر في لمحة عرضية كأنها عقدة سوداء عند طرف ساق عديمة اللون لها مركز داكن وحافة متسعة واضحة لونها أصفر خفيفا . و اذا شوهدت الجمبريات نفسها بمصباح يدوي في الليل أو بعد حفظها بالنهار في صندوق لا ينفذ منه الضوء تظهر حينئذ العيون شديدة السواد وبدون حافة باهتة . و اذا شوهدت «من الأمام» تظهر كل عين أن لها وسطا كبيرا مشعا بلون باهت أحمر الى الزرقة . والتأثير هو نفسه الذي يرى في الظلام عند ما يواجه شعاع من الضوء عين كلب أو عين قطة ولو أنه يكون على درجة صغيرة جدا . ويطلق على طبقة الصبغ العاكس المسئول عن هذا التأثير في كل حالة « الطراز » .

ويبين شكل (٩) منظرا لعين الجمبرى في الضوء وفي الظلام . وكل وحدة عينية (أو ماتيدة) بها قرنية ومخروط بللورى ومجموعة من خلايا الشبكية ، وتحيط بكل وحدة عينية مجموعتان من خلايا الصبغ . وتتحرك كل محتويات الصبغ في هذه الخلايا الأقرب للسطح الخارجى للعين الى الداخل أثناء النهار عارضة المخروط البللورى وجزءا كبيرا من خلايا الشبكية . وتهاجر بالليل محتويات الصبغ الى الخارج وتكون غلافا حول المخروط البللورى . ويحيط الصبغ في خلايا الصبغ القريبة من خلف العين أثناء النهار بخلايا الشبكية ، ولكنها تهاجر بالليل الى الداخل وفي نفس الوقت تكشف عن الصبغ



شكل ٩ - وحدة عينية (أوماتيده) في حالتى النهار والليل . الى اليسار - وحدة لعين مركبة في الظلام (ظ) - الى اليمين - وحدة لعين مركبة في الضوء (ض) . صبغ اللنين في خلايا الصبغ البعيدة عبارة عن نقط صغيرة . صبغ اللنين في خلايا الصبغ القريبة عبارة عن نقط كبيرة . الصبغ العاكس (جونين) في الطراز عبارة عن مساحات بيضاء غير منتظمة .

العاكس الطرازى الباهت الذى انتقل قليلا الى الأمام .
وتتكون الحافة الصفراء التى تظهر بالنهار فى عين الجمبرى من وحدات عينية عديدة وغالبا شفافة يكون نصفها أو كل طولها مكشوفاً تماماً بواسطة هجرة الأصباغ الداكنة الى الداخل . وتبقى خلايا الصبغ الأبيض والأصفر الباهت فى الحافة

رتلونها تلويها بسببها. ويغلف المخروط البللورى فى وحدة عينية بالليل فى صبغ أسود . وعلى ذلك فأى منظر جانبى للعين كلها يجعلها تظهر سوداء تماما . ولكن عندما يضاء مشعل قبالة وسط العين فى اتجاه شعاعى تمر أشعته تحت كل وحدة عينية وتنعكس الى الخلف من الطراز . وحيث ان الغلاف الصبغى رفيع جدا فمن الصعب أن يتداخل كلية مع انعكاس من الطراز ، ومن هنا يكون التأثير الموجود فى عين الحيوانات الليلية من « انسان العين » الكبير المضىء .

ويظن أن طريقة تأدية عين الجبرى لوظيفتها هى كما يلى : تكون العدسة والخلايا المخروطية فى كل وحدة عينية صورة تسقط على خلايا الشبكية الحساسة (وتعرف بالريدومه أى المحور المركزى للشبكية) وتكون كل وحدة عينية صورة جزء من البيئة المباشرة . وتنضم هذه الصور من الوحدات فى « ابصار فيفسائى » لتكون صورة واحدة (الصورة المبكرة التى أخذت خلال عين مركبة تعرض صورة منفصلة دقيقة متكونة من كل وحدة عينية ولكنها تعطى تأثيرا كاذبا . وعند ما تستعمل العين المركبة كعدسة يمكن الحصول على صور للأشياء دقيقة ولكنها واضحة وهذه الصور تبين ان العين المركبة تنتج صورة واحدة) .

وعند ما يتجمع صبغ الملين قريبا حول الأجزاء السفلية من خلايا الشبكية فى الضوء الساطع فان كمية الضوء التى تصلها تكون محدودة ومركزة ، وتتكون صورة واضحة « قليلا » أو محدودة تماما . وفى الضوء المعتم عند ما يهاجر الصبغ بعيدا عن

الجزء السفلى من خلايا الشبكية ويكشفها فأى ضوء موجود يصل الى كل المنطقة الحسية ، وفي نفس الوقت تستطيع أشعة الضوء التى تدخل وحدات غينية عديدة أن تنعكس داخليا على واحدة أو المجموعة نفسها من خلايا الشبكية . وانكشاف الصبغ الطرازى المنعكس يسمح للضوء الذى مر من قبل خلايا الشبكية أن ينعكس الى الخلف وبذا يزيد عملها . وستكون الصورة المتكونة أكثر زهاء ولكن أقل وضوحا من تلك التى تكونت فى ضوء النهار . وتضبط تحركات الصبغ بواسطة هرمون ينتج بواسطة غدة الجيب فى سويقة العين .

وقد بينت البحوث التى أجريت على الجمبريات وهى حية أنها ترى بيئتها الى أن يعم الظلام بدرجة لا ترى فيه عين الانسان . ولم يعرف حتى الآن الى أى مدى تستمر أن « ترى » فى الظلام باستعمال أطوال أمواج خارج طيف النور المنظور . ولكن من المؤكد أن الجمبريات تستعيد تنسيق اللون مع سطحها تحت ظروف المعمل أثناء الظلام . ويقرر صيادو الجمبرى المتمرنون الذين يمارسون صيدها بالليل أن الجمبريات من الطمى الباهت والقاع الرملى تكون باهتة حينما ترفع من الماء . ولكن ترفع الجمبريات من القاع الصخرى ذى الحشائش بثون أسمر الى الحمرة وغالبا بذيول حمراء لامعة . وعلى ذلك يظهر أن عيون الحيوانات الليلية تستطيع أن ترى لحد ما فى ظلام جزئى أو كلى . وحيوانات قشرية عديدة أخرى مثل حيوان الانكوش لها عيون تستطيع تأدية وظيفتها بالنهار وبالليل .

وعيون الحشرات نهائية الطيران هي من نوع « التنسيق » وتتقارب خلايا الشبكية الحساسة ناحية أجزاء العدسة في الوحدة العينية . وكل وحدة عينية محاطة بالصبغ ويحدث ابصار فسيفسائي بسيط . وعيون الحشرات ليلية الطيران هي من نوع « المطبق » والخلايا الحسية على بعد ما تحت أجزاء العدسة ويكون الصبغ محصورا بشدة . وتتناسب نوعا العين التنسيقية والمطبقة على ما يظهر مع عين الجمبرى في حالته النهارية والليلية . ومع ذلك يجب أن نمسك عن التعميم الكثير جدا بالنسبة للعيون المركبة . وتوجد اختلافات كثيرة في التفصيل التركيبى ، وتكون الصورة التى تتكون بواسطة العين عموما قائمة بينا تكون فى أخرى (كما هى الحال عندنا) مقلوبة من فوق الى تحت . وتوجد اختلافات كثيرة فى العين وفيما ترى العين بين المفصليات كما هى الحال بين الفقاريات وربما أكثر .

ضبط الشبكية فى الأسماك

فحصت أسماك كثيرة مثل الاثنى عشر نوعا التى سبق الاشارة اليها من خصوص حالة الشبكية بالنهار وبالليل ، وتكون كل من الخلايا الحسية والصبغ قادرة على التحرك . وتستطيع القضبان أو المخروطات أو كلاهما معا أن تتحرك مع هجرة الصبغ أو بدونها ، ولا يتسع المقام لأبحاث أخرى عن موضوع الابصار الليلي . ولكن من الواضح أنه يجب على أى حيوان لا يتقيد من أجل حركاته بضوء النهار عموما أن تكون له بعض الوسائل المماثلة لما وصف لكى يضبط جهازه الابصارى .

خاتمة

بقلم شارل استوارت

إذا تطلعت الآن الى قول طيب فأنت مغال في تقديري لأن ما أقوله هو من كلامي الخاص .
الملك هنرى الرابع - الجزء الثانى - خاتمة

حيث أنى اضطلعت فى هذا العمل بالاستنتاجات الفلسفية فيجب أن تلقى على عاتقى مسئولية أى غموض فى هذه الناحية .
ومع أن الموضوع الذى كتب فيه يختص بالظواهر الطبيعية فهو يثير معضلة عميقة ألا وهى طبيعة « الرؤية » .

ويقول شارل سنجر « كان من المعترف به دائماً أن العلوم ما هى الا خطة تصويرية لها علاقة غير محققة بالاحساسات التى تنسب اليها . ومع ذلك تكون علاقة الاحساسات بعضها ببعض محددة وغير متغيرة . فمثلا عندما صيغت المادة بجميع الصفات الاحساسية بواسطة العيارات فان حمض الكبريتيك يصب على مادة بجميع صفات احساسية لكاربونات، ويعقب ذلك صفات احساسية مرتبة مع بعضها توافقيا تحت اسم غاز حمض الكربون . وهذه

هى النتيجة مهما كانت نظرتنا التصويرية للموضوع . فهى لا تتغير بأى تصوير ذرى أو ايونى أو الكترونى أو أى شىء آخر « الدين والعلم – شارل سنجر – فصل ١٠ .

ونجد أن الاحساس والتصوير يختلط أحدهما بالآخر مرارا . وقرأ فى الطبيعة « رغبات » شخصية ، ولا ينقسم التصديق العقلى عن العلوم البحتة ويكون من الضرورى الاستفهام بعقلية راجحة ولكن يجذر . وأية ظواهر طارئة على ذهن الانسان ما هى الا موضوع نظرى للفحص الدقيق .

وسواء اعتبرت الظاهرة الطبيعية أو أعلن على أنها فوق الطبيعة وسواء كان حدوثها المعروف ممكنا أو مرجحا أو غير ممكن ، فعلم العلم هو فحص الموضوع – أى ليسجل ويصف وينتسب اليه باتقان « ذى حدين » ولكن لا ليتظاهر مقدا بالجزم بالحقيقة كلها . والافتراض فى العلم هو من طبيعة عقلية تجريبية ، وهو واضح تماما عن افتراض العقول السطحية .

وبين أحد علماء علم الحياة بعد اختبار النحل لمعرفة الألوان أنها لا تخطى أى ظل من رمادى الى أزرق « وبهذه الطريقة أثبتنا أنها ترى فعلا الأزرق كلون حقيقة » هـ . منروفكس (عضو بالجمعية الملكية) فى كتاب شخصية الحيوانات صفحة ٣٥ – ٣٦ (كتب البلكان) . وقد يكون هذا جائزا ولكن لم تثبت التجارب أنها ترى الأزرق كما نراه ولا يوجد أى دليل على أنها ترى « العيون الزرقاء أو زرقاء كالسماة ... الخ » . وتبين التجارب ببساطة أن الأشياء التى تظهر لنا زرقاء تعطى

النحل شعورا بصريا مختلفا اذا قورنت بأشياء تظهر لنا رمادية .
• وتصادفنا غالبا تعقيدات كهذه في محاولة الحصول على أية
فكرة عن العالم كما تتصوره الكائنات الأخرى .

وما كان المؤلفان باحثى أسباب الحقيقة أو ميكانيكيين عن
قصد ، وزغبا دائما في العمل كما يقصد العلم الحقيقي - بعرض
الظواهر ونسبتها الى ظواهر أخرى وليس لهما أية علاقة بهذا
« الباعوض المتعارك » الذى يدحض وجود « قدرة الإرادة
الالهية » بالرجوع الى تقرير تركيب اليوريا لولرز * ، أو
بإثبات ذلك بشعوذة اللفظ وتحريف معنى علم البيئة الطبيعية .
ويسلم المؤلفان بانتاج اليوريا وبظواهر البيئة ولكن يمكن فى
تواضع عن اعلان الأسرار الجليلة الخاصة بالسؤال عن ماذا يكون
أى شىء ، وفى الحقيقة هما لا يعرفان . وعلى ذلك حينما نقول
ان « عنكبوتا يمان نحلة » و « يزحف بطريقة الحزم » و « يستخدم
التقليد » فالمصطلحات تحمل شكل المادة تماما . والمقصود بهذا
الكتاب هم القراء العاديون ولم يكن لهؤلاء الذين تضطروهم
تعقيداتهم ليتكلموا غالبا برطانة خاصة .

وبعض الظواهر التى بحثت « تدعو المرء ليفكر » والمحاولة
لشرح كل شىء فى نصوص المعلومات الخالية ليست من العلم فى
شىء بوضوح . ولسوء الحظ يتسلط على بعض الأقسام فى

* انظر « يوريا تركيبه » لولرز أسطورة كيماوية - الطبعة الجزء ١٣٥

٢٠ مارس سنة ١٩٤٤ .

كلياتنا أشخاص يتصفون بمثل هذا ، وتكون النتيجة مظهرا
مؤسفا للطلبة الذين يميلون لصم آذانهم عن المعلومات المستحدثة
أو لتعطيل نشأة المعرفة الأوسع .

ويتوقف تفسير « المنظور » كثيرا جدا على طور نشأة العقلية
المفسرة . ولكن « الرؤية » نفسها تحكمها قوانين عنيفة . ولرؤية
شئ كشيء منفصل يجب ألا يكون أصغر من نصف طول أطوال
أمواج الضوء الذى نراه بواسطتها . فاذا بلغنا هذه النقطة نصل
الى الحد النهائى لابصارنا المضبوط كله فى هذا الاتجاه .

وقد يظهر أن أربعة أنواع من العين فقط تكون ممكنة . وهذا
هو استنتاج هلدين من مدلول علم الطبيعة الحديثة . وعلى ذلك
فليس بعجيب أن هذه الأنواع نشأت مستقلة . ويوجد نوع
الحشرات ويشتمل على حزم من أنابيب تشير الى جهات مختلفة
أطوال أمواج أخرى غير ضوئية وتنظمها لتنتج صوراً .

وأنواع مماثلة للمصورة ذات ثقب الدبوس والمصورة بالعدسات
والمجهر العاكس . ولكن أظن أن هناك أعضاء أخرى تستعمل
وأخيرا ومن خصوص استعمال لفظ « حيوان » بالنسبة

للحشرات وغيرها - أنظر قاموس العلوم س . م . بيادل .
« يا أحكم الحاكمين » علمنى لأميز علاقات تفصيلات الظواهر
هذه التى تجابهنى ، هذه المصادفة - فقد أتوصل الى رؤية
نفسى على حقيقتها وليست معتمة كما لو كانت من خلال منظار
أسود .

قاموس المصطلحات

ادرلين : هرمون يتكون في نخاع كل من الغدتين الكظريتين . وهما غدتان موجودتان فوق الكليتين أو بالقرب منهما ويطلق على الهرمون اسم « قاتل أو فر من القتال » . وهو في الثدييات يرفع ضغط الدم ويقوى ضربات القلب ويسرعها ويسبب وقوف الشعر تماما ويسبب في الانسان أعراض « طور الخوف » . وهو هرمون غدة صماء .

استجابة ابتدائية : حركة حاملات اللون التي يسببها مباشرة فعل ما من الضوء دون أن يكون للعيون دخل فيها ، وتتصرف حاملات اللون « كمؤثرات مستقلة » .

استجابة ثانوية : ١ - حركة حاملات اللون التي يسببها فعل الضوء على العين وتوصل الى المخ ومن هناك (ا) عن طريق الأعصاب الى حاملات اللون أو (ب) عن طريق الأعصاب الى غدة صماء هرمونها ينشط حاملات اللون .

٢ - حركة حاملات اللون التي يسببها هرمون أو منبه عصبى يستدعى للعمل بواسطة المخ أو قوس الانعكاس كنتيجة لمنبه ما لمستقبلات جلدية .

أشعة انقسام وراثى : (أشعة جروسن - أشعة النشوء الكامل) عند ما تنقسم خلايا النبات تصدر أشعة تبلغ ٢٠٠٠ . وانقسام الخلية سريع جدا عند أطراف جذور البصل ، وعند مثل هذه

النقط يمكن ظهور أشعة تؤثر على مادة حسية أخرى . وهى تنتج أيضا من عضلات الضفادع .

أشعة كوزمية : نشاط مشع طول موجته شديد القصر وسريع التذبذب ويظن أن منشأة بعيد عن « درب التبانة » . لها نشاط كبير نسبيا وقوة نافذة أى أنها تنفذ خلال ١٦ قدما من الرصاص عند سطح الأرض ، وعشر مجموع القوة الاشعاعية التى تستقبلها الأرض من جميع النجوم (ما عدا الشمس) من الأشعة الكوزمية . وهذه الأشعة تفكك ٢٠ ذرة فى كل بوصة مكعبة من الهواء على سطح الأرض فى ثانية واحدة كما تفكك مئات الآلاف من الذرات فى أجسامنا فى كل ثانية « بيادل » .

إضاءة حيوية : عملية كيميائية غير قاصرة على الكائنات الحية فيوجد لوسفرين فى الخلايا ولوسفرانز (انزيمها أو عامل مساعد مؤكسد) فى سوائل الجسم . ويحدث « الضوء البارد » عندما يقوم اللوسفرانز بتنشيط اللوسفرين ويكون إنتاج الضوء البارد مصحوبا أيضا بمادة غروية وبمادة مولدة للضوء ومادة تنبه تأكسدها .

افتراض : تفسير تجريبى لظواهر ملحوظة .

اكسلتل : طور اليرقة فى السمندل الأمريكى (امبلستوما) وتقضى كل حياتها فى الماء غالبا محتفظة بخياشيمها الخارجية وتناسلها ، وتستطيع الانسلاخ الى الشكل الأرضى الذى يشبه سمندل الأرض الكبير عند ما يندر وجود الماء أو اذا طعمت بالغدة الدرقيه .

انزيم : عامل عضوى يؤثر على بعض التغير الكيماوى دون أن يتغير نفسه تغيرا ملحوظا ، أو عامل مساعد . وتقوم الأنزيمات بعدد عظيم من التغيرات التى تدخل ضمن العمليات الحيوية . وكل انزيم له عمل محدود بدقة ، ويسمى عادة باسم المادة التى يؤثر

عليها مثل لوسفرين ولوسفراز وتنتهى أسماء الخمائر غالبا بالمقطع «از» .

انعكاس : « تسبب استجابة بالانعكاس » مثل خلايا الصبغ .
هنا قوس انعكاس أى أن سلسلة متواصلة من خلايا وخطوط عصبية توجد بين مستقبل (أى خلية حسية جلدية) و خلية صبغ تكون المؤثر . وتنبه المستقبل ينشط المؤثر آليا .

بروتبلازم : مادة حية - توجد عادة على شكل وحدة خلوية بنواة مسيطرة ، ويحيط بها سيتوبلازم وهو جهاز طبيعى كيمائى مشتمل على ماء ($2/4$ وزن البروتبلازم) وأيونات الملح والبروتينات والدهنيات والكربوهيدرات وغازات مذابة ، وهو فى حالة تغير مستمر من بناء وهدم حيث يحتفظ بالقوة ويطلقها .

بروتين : مركب معقد يحتوى دائما على أزوت ويتكون من عدد من أحماض الأمونيا كما يكون غالبا فى جزيئات كبيرة جدا وهو ضرورى لتكوين وتجديد البروتبلازم .

بلاطريان : نوع صغير من الديدان المفلطحة أجسامها مغطاة بأهداب (تربلازيا وبلانهلسيا) وتوجد فى البحر وفى المياه العذبة .

تحليل مطيافى (للأصباغ) : اذا أسقط طيف النور على حائل وأنبوبة محتوية على محلول من الصبغ موضوعة فى طريق طيف النور فان الصبغ يمتص بعض أجزاء طيف النور ، ولكن يسمح لأخرى بالمرور فيه وحيث تمتص أطوال موجه تظهر شرائط سوداء ، وهذه الشرائط المتصلة هى فردية لأى مادة كيمائية وتسمح لها بأن تعرف بالتأكد .

تظليل معاكس : ظهر داكن يتدرج بانتظام الى أجزاء سفلية بيضاء . وتحدث تأثيرات مختلفة مثل نسق متدرج من لون مستمر

أو بواسطة هيئة كنقط متقاربة الوضع على الظهر ومتباعدة أكثر فأكثر تجاه الأجزاء البطنية . ويعدل التظليل المعاكس تأثير الضوء على أى شىء صلب فى العراء ويجعل الأجزاء العليا باهتة والأجزاء السفلى داكنة ولا يظهر الشىء أو الحيوان بارزا عن بيئته ويظهر التظليل المعاكس المخالف فى حيوانات تتخذ وضعا مقلوبا من فوق الى تحت عادة .

تغيير اللون الشكلى : هو التغيير فى كمية وترتيب أصباغ الجلد بالنسبة لبيئة خاصة ويحدث ببطء نسبيا ، وهو ثابت ما لم تتغير البيئة ، وفى هذه الحالة يمكن احداث احكام ثان بمرور الوقت .

تغيير اللون الفسيولوجى : حركة عكسية سريعة للصبغ فى الخلايا وهو يحدث بواسطة الضوء أو درجة الحرارة أو هرمونات أو مؤثر عصبى .

تلوين تحذيرى : أسود مختلط بالأحمر أو البرتقالى أو الأصفر وأحمر الى الزرقة . وقد تبدى الحيوانات ذات التلوين التحذيرى استعراضات تحذيرية ولا تخفى أنفسها وتكون غالبا سامة أو لها طعم تعافه النفس أو تطلق رائحة مؤذية اذا هوجمت .

تلوين تحذيرى كاذب : حيوانات بألوان تحذيرية كاذبة وأحيانا بمسلك كاذب أى أنها حقيقة غير ضارة وصالحة للأكل (انظر تلوين تحذيرى) .

تلوين خداعى : (استخفاء مبهر) طريقة لون تحول الانتباه من الشكل الحقيقى للحيوان أو المرئى ، كبقع غير منتظمة من الألوان والاشكال المتباينة أو الخط العريض الممتد على طول الظهر أو عرضيا على العيون . ووظيفة هذا التلوين هو منع أو تأخير التعرف على الحيوان من أول نظرة بقدر المستطاع « كت » .

تلون وقائي : للايذاء أو للدفاع (بيانل) .

تيروسين : حمض أميني وهو انتاج عادي من هضم البروتين .
جلدية : تتعلق بالجلد « الجلد العميق » أو الأدمة في الحيوانات الفقارية . وتوجد هنا مستقبلات جلدية (خلايا حسية) وكذلك حاملات لون وهذه الأخيرة توجد أيضا في البشرة .

جناح غمدى : الزوج الأمامى من أجنحة الحشرات مثل الخنافس وأنواع أخرى من البق وهى سميكة وصلبة وتغطى الأجنحة الغشائية الخلفية وتكون مطوية عند ما تكون الحشرة مستريحة وعمودية على جسم الحشرة عند ما تكون طائرة .

جونين : صبغ عديم اللون يعكس الضوء وله هيئة الفضة . يوجد فى خلايا صبغ تسمى حاملات جونين أو حاملات صبغ أبيض (ملونة البياض) أو خلايا قزحية . فضلات ناتجة عن تفتيت بروتينات النواة .

حامض أمونيا : (نشادر) حمض استبدلت فى جزيئة بذرة الأيدروجين الموجودة فى الأصل الأساسى مجموعة أمينات (زيدم) مشتقة غالبا من أحماض دهنية ومن أمثلتها تيروسين وتربتوفين - وجزئيات حمض الأمونيا هى مواد البناء فى البروتينات ، وهى قابلة للذوبان فى حين أن البروتينات عكس ذلك ، وحينئذ يجب أن تفتت جميع البروتينات الى أحماض الأمونيا قبل أن تتمكن من الدخول فى الخلايا الحية أو الخروج منها .

حامل صبغ أصفر : هى خلية صبغية تحتوى على الصبغ الأصفر .

حاملة لون : (ملونه) خلية واحدة تحتوى على صبغ أو عدة خلايا متصلة تماما وكل منها فيه صبغ مختلف وحاملات اللون كثيرة

التفرع ، وقد تبقى فروعها واضحة أو متصلة بفروع خلايا أخرى مجاورة ، وهي تسمى حسب الصبغ الذي تشتمل عليه مثل حاملات ملنين وحاملات صبغ أصفر . وتحتوى خلية القزحية أو حاملة جونين على أجسام براقية غير ملونة .

حاملة ملنين : خلية صبغ محتوية على ملنين .

حيوانات قشرية ذات عشرة أقدام : (دكابودا) كائنات لها

عشرة أقدام (١) قشريات ذات عشرة أقدام : لها عشرة أزواج من الأرجل الصدرية. مثل جراد البحر والجمبرى والسرطان (ب) راسية الأقدام ذات عشرة أقدام في منطقة الرأس مثل السبيا والاسكويد .

خلية قزحية : انظر جونين .

دهن : يتم تمثيل الدهون وتخزينها في خلايا متخصصة لهذه الوظيفة . ويطلق المصطلح على مواد دهنية في الحيوانات بينما تسمى في النباتات زيوت . والزيت مصطلح عام للدهن السائل . وتتكون الدهون والزيوت غالبا من ذرات ك و يد مع قليل من ذرات الأوكسجين محتوية عادة على مواد أكثر تركيبا ، وبعضها له أهمية فسيولوجية عظيمة . والعطور مستخرجة من زيوت جوهرية في النباتات .

دياتوم : شكل من الطحلب الأخضر وحيد الخلية (مجموعة تضم حامول البحر) . جدار الخلية فيها مشبع بالسليكا وغالبا منحوتا على نمط متناسق الأجزاء . منها أنواع بحرية وأخرى في الماء العذب .

رحيق : افراز سكري من النباتات وعادة من الزهور ويحتوى على حوالى ٧٥٪ من الماء مذابا فيه قليل من سكر القصب وسكر العنب ، ويكون سكر الفواكه غالبا أحد عناصره الهامة ويحتوى

على آثار من الزيوت الجوهريّة ويتحول الى شهد بواسطة فعل انزيم في النحل .

زاوية حرجة : عندما تمر أشعة الضوء في وسطين بكثافة مختلفة (مثل الهواء والماء) ملتصقان تنكسر الأشعة من أحدهما الى الآخر . « وعند ما تكون زاوية الانكسار (لأشعة الضوء) من الهواء على وسط أكثف تساوى 1° تقريباً تسمى زاوية الانكسار هذه زاوية حرجة لذلك الوسط . والزاوية الحرجة للماء تساوى 49° وللزجاج 42° « اسبنسر هوايت » .

سابق الملاءمة : يظن عادة أن الملاءمات تنشأ عن الاستجابة لتغير ما في البيئة . والكائن في سابق الملاءمة هو المحرك الأول . ويحدث تغير كنتيجة لطفرة . ثم (ا) قد تتغير البيئة أخيراً الى مثل هذه الحالة التي يكون فيها سابق الملاءمة ذى فائدة . أو (ب) قد يجد الكائن بيئة جديدة تناسبه . الأمثلة حيث توجد أجسام ملونة ثنائية أو ثلاثية في النباتات فمثل هذه النباتات تكون غالباً أكثر تحملاً للبرد من أسلافها . وعاشت أثناء أواخر العصر الجليدي أشكال من ذوات الأربع وأصبحت سائدة في المرتفعات العليا . ونشأت سلالة من الدفنيا (برغوث الماء) بواسطة الطفرة تحت ظروف معملية ونمت في مياه درجة حرارتها $6^\circ - 8^\circ$ أي أدفاً من الحرارة التي عاشت فيها سلالة آبائها . ويستطيع هذا الصنف الجديد أن يتلاءم لبيئة أدفاً من بيئة صنف آبائه .

شدة الضوء : كل درجة من الضوء في حالة الانتقال من ظلام الى ضوء شمس ساطع . يمكن قياسها بالضبط بواسطة خلية ضوئية كهربائية . والضوء الذي يسقط على مادة مثل هذه الخلية يحدث تياراً كهربائياً يختلف في شدته تبعاً لشدة الضوء . وتقرأ كمية التيار على جلفانومتر .

صبغ : مصطلح عام لأي مادة كيميائية تعطى لونا مشتملا على أسود وأبيض في النباتات والحيوانات .

صبغ أصفر : وهو صبغ أصفر في النبات وأحد مركبات اليخضور (٤٠ ك ٥٦ يد ١١٢) .

صفخيشومية : أسماك مثل الترس والقوبع والتريد والقرش و كلب البحر . هيكلها غضروفي وليس عظمية . والاسم مأخوذ عن شكل خياشيمها التي تشبه الصفائح .

صفراء : افراز قلوي من الكبد . لونه أخضر الي الصفرة ، وغالبا يتجمع وقتيا في الحوصلة الصفراوية وتعطى وسطا مناسباً تستطيع فيه الانزيمات الهضمية أن تقوم بعملها وتساعد على تحويل الدهون الى مستحلب .

صماء : الغدة الصماء هي التي تفرز داخليا أي أن افرازها أو هرمونها يدخل الدم مباشرة وعند ما يمر في الجسم كله يسبب استجابة محددة في أي عضو أو نسيج (انظر ادرنلين أيضا) .

طفاوة البحر ، مصطلح أدخل عن مصائد الأسماك الاسكندنافية . وتوصف بها مجموعة النباتات والحيوانات الدقيقة التي تعيش على سطح مياه البحار والبحيرات . نبات وحيوان طاف على الماء . وتختلف محتويات طفاوة البحر في فصول السنة والمنطقة المختصة .

طفرة : قفز . صيد . مظهر مفاجيء للنبات أو الحيوان بصفات تركيبية أو فسيولوجية واضحة عما هي في الأبوين ، وهي تتوارث حقيقة وينتج من بعض التغير في تركيب الكرموسومات أو الجينات الفردية في نواة الخلية .

طفيل : نبات أو حيوان يستمد غذاءه من مادة نبات أو حيوان حتى آخر .

طليعة : المادة التي ينتج منها مركب خاص آخر ، فمثلا التيروسين طليعة المئين وحينما تكون الطليعة أو (أم المادة) صبغا فانها تعرف بالكروموجين .

طيف النور : اذا أمسك منشور عرضيا بين شعاع ضوء أبيض وفرخ من الورق الأبيض يبرز شريط من الألوان على الورق . والمنشور يحلل أو ينثر الضوء «الأبيض» ويفرق بين أطوال أمواج مختلفة تبعا للسرعة التي تنفذ بها خلال زجاج المنشور . وتظهر أطوال الأمواج المختلفة المنعكسة من الورق الأبيض كألوان سبعة لطيف النور - أحمر . برتقالي . أصفر . أخضر . أزرق . نيلي . بنفسجي .

عضلة غير ارادية : أو غير مخططة مثل عضلة القزحية والقناة الهضمية والأوعية الدموية والجهاز التناسلي . الخ ، تضبط بواسطة الجهاز العصبى المستقل ذاتيا وبواسطة الهرمونات . تكون عادة في حالة « شد » ومنها يمكن أن تصير مرتخية أو منقبضة كلية .

غروى : يأخذ أشكالا مختلفة : (ا) جيلاتيني مثل الصمغ أو الآح (بياض البيض) أو البروتبلازم ، وقد يكون في طور هلامي ثابت أو طور مذيب للسوائل . والجزئيات كبيرة جدا ولا يمكن أن تمر خلال الأغشية بجدران الخلايا ، والغروية لها قوة . وقد تعتبر أنها على الأرجح المنبع الابتدائى للقوة الظاهرة في مظاهر الحيوية « جراهام » ، (ب) ذرات دقيقة التقسيم ومعلقة في غاز مثل دخان التبغ أو في سائل مثل الذهب الغروى . والغرويات كلها غير متبلورة وتحمل ذراتها المتناثرة شحنة كهربائية .

غشائية الأجنحة : رتبة من الحشرات لها زوجان من الأجنحة الغشائية مثل النحل والزنابير وذبابة النمى .

قائمة : مقياس ملاحي = ٦ أقدام .

قدم الحشرة أو رسغ القدم : ١ - أبعد أجزاء رجل الحشرة عن الجسم . لها خمسة مفاصل عادة وعليها شعر ومنتھية بمخلب واحد أو أكثر كما توجد عند الطرف عادة حشية لها وظيفة لمسية بجانب استعمالها للحركة وحاسة شم لبعض البشارات .
٢ - عظام رسغ القدم في الفقاريات .

قرون استشعار : زوائد حسية على الرأس في الحشرات وهي مزدوجة ومفصلة وغالبا عليها شعر كما أنها مستقبلات لمؤثرات كيميائية ولمسية وأعضاء اتصال وعناق ، وتستخدم في المحدثثة في النمل والفراشات وغيرها . وتوجد حاسة التوجيه ومعرفة رائحة الأنواع والعش والملكة وغيرها في قرون الاستشعار في النمل ، وتعرف بواسطة البشارات والفراشات على قرينها لمسافة طويلة .

كربوايدرات : سكريات ومنتجاتها المكثفة . مركبات من كربون وايدروجين وأكسجين . نسبة ذرات الايدروجين الى ذرات الأوكسجين هي ٢ : ١ دائما كما في جزيء الماء . ومن أمثلة ذلك سكر العنب ٦ ك ١٢ يد ١٦ ونشويات بمعادلة عامة ٦ ك ١٠ يد ١٥ .

كرتين : صبغ أصفر أو برتقالى يعطى الجزر والطماطم وغيرها لونها . هيدرو كربون (٤٠ ك ٥٦ يد) أحد محتويات اليخضور .

كلاميد مونس : نبات وحيد الخلية يوجد في برك الماء العذب الصغيرة : طحلب . الاسم مأخوذ عن كلاميس كلمة يونانية للعباءة ، ومونس بمعنى مفرد . والكوربلاست الواحدة هي شبه عباءة أو شبه وعاء .

كيتين : غطاء قرنى يفرزه الجلد في المفصليات (مثل الجمبرى

والخنفساء والعنكبوت) . قد يكون رقيقا جدا وعديم اللون وشفافا أو سميكاً وملونا وشديد الصلابة ، وقد يكون مشبعا أيضا بكاربونات الكالسيوم لتصير صدفة مثل صدفة السرطان ومن تركيب معقد . المعادلة العامة هي ١٨ ك ٣٠ يد ٢ ز ١١٢ .

لامس : عضو حسي من مميزات المفصليات وهو مزدوج ومفصل ومقترن بمنطقة الفم وله أهمية في اختبار الغذاء ونسيج السطوح وفي التعرف على الصديق أو العدو أو الأليف .

لبوكروم : دهن يحتوي على صبغ . غالبا بلون برتقالي أو أصفر .

لمسى : مصطلح عام لتركيب طويل متحرك بوظائف حسية ، ويستعمل كعضو ماسك طويل .

ماء آسن : خليط من الماء المالح والعذب كالماء عند مصب النهر أو الخور .

متجون في البحار : يشار به الى البحر المكشوف أو المحيط .

مجسم : (للنظر) عند ما تصنع العينان لشيء واحد صورا قليلة الاختلاف ومتحدة في مركز الابصار في المخ وتسمح بتحقيق وضع المرئى بدقة . وتعطى في الانسان تأثيرا مجسما أو ذى ثلاثة أبعاد . والاسم مأخوذ عن جهاز بصرى يجمع صورتين شمسييتين لمنظر واحد مأخوذ من زوايا قليلة الاختلاف .

مجب : اختباء أو اختفاء في أمان . احتجاب في المعبد وطريقة في اللون تسمح لصاحبها بأن يبقى غير ملحوظ .

مستقبله : خلية حسية أو طرف عصب خاص يستقبل مؤثرات مثل كرية الحس في الجلد . خلية حسية للضيغط والتوتر في العُضل . مجموعة خلايا حسية تعرف كعضو حسي .

مشدد: من شد الى تمطط . تكون العضلة غير الارادية أو غير المخططة في حالة « مشددة » عادة أو انقباض جزئى ويفذيتها مجموعتان من الأعصاب متعلقان بالجهاز العصبى المستقبل ذاتبا ، اذا نبهت باحدى المجموعتين تنقبض العضلة تماما . واذا نبهت بالمجموعة الأخرى ترتخى كلية . ويؤثر فيها أعصاب سمبثاوية وسمبثاوية جانبية .

ملنين: صبغ أسود أو أسمر أو أحيانا أصفر أسمر نحاسى . يتكون من تيروسين حمض الامونيا وينتج من هضم البروتينات بواسطة فعل انزيم التيروناز ويحدث التفاعل فى وجود الضوء .

مماننة: عند ما يماثل حيوان فى اللون والشكل وغالبا فى المسلك تماما حيوانا آخر لا ينتسب اليه تسمى هذه مماننة . وقد تكون للمماننة مزايا وقائية أو للاعتداء أو لكليهما .

منسل: مصطلح عام لأى غدة تنتج الخلايا التناسلية .

مؤثر: خلية أو عضو يقوم بعمل من أى نوع كالغدة أو الصبغ أو الخلية العضلية . وأغلب المؤثرات تقوم بعملها اذا نبهت بأعصاب أو هرمونات تستدعيها للعمل بعض المستقبلات مثل حاملات اللون فى الحرباء التى هى مؤثرات تستدعيها للعمل مستقبلات جلدية أو شبكية . وتعمل عن طريق الجهاز العصبى . والأهداب والخلايا اللاسعة وأنواع قليلة من حاملات اللون هى مؤثرات مستقلة وتستجيب مباشرة للضوء ودرجة الحرارة ومؤثرات كيماوية .

نخامية: غدة صماء توجد عند قاعدة المخ الأوسط ولها عدد من مناطق ظاهرة تفرز هرمونات عديدة يعرف منها حتى الآن ثمان متعلقة بالنمو والدورات الفسيولوجية والأيض البنائى للكلسيوم وتغيير اللون . . . الخ .

نهارى : أثناء وقت النهار (على العكس من ليلى) ويستعمل اللفظ للحيوانات التى تنشط أثناء النهار فقط أو لتفتح الزهرة « النائمة » بالليل .

نيرون : خلية عصبية . وحدة خلية يتكون منها الجهاز العصبى وتحتوى على جسم خلية بنواه ولها فروع كثيرة ، وقد يكون أحد الفروع طويلا جدا مثل خيط العصب .

هرمون : رسول كىماوى . افراز ينطلق مباشرة فى الدم عندما يتدفق من غدد خاصة مثل تيروكسين من الغدة الدرقية وأنسلين من البنكرياس .

هيموجلبين : صبغ أحمر فى الفقاريات يوجد فى خلايا الدم والخلايا العضلية ويحتوى جزيئة على بروتين وجلوبين متحدا مع جزء غير بروتين يسمى « هيم » محتويا على الحديد . ويمكن بلورة الهيموجلبين بسهولة ويتحد مع الاكسجين مكونا أكس هيموجلبين الذى يتحلل بسهولة مطلقا الاكسجين ثانية . والهيموجلبين أرجوانى اللون بينما الأوكس هيموجلبين قرمزى .

يافعة : صورة أو شكل تام لحشرة تمر فى انسلاخ أثناء تاريخ حياتها .

يخضور : صبغ يعطى النباتات لونها الأخضر . يحتوى على صبغ أخضر الى الزرقة وصبغ أخضر (يخضور ا و ب) وكمية كبيرة من صبغ أحمر برتقالى (كرتين) وكمية قليلة من صبغ أصفر . ويوجد دائما داخل كلوروبلاستات دقيقة اسفنجية الشكل .

يرقة : طور صغير نشيط لحيوان وهى واضحة الشكل عن اليافعة وتوجد أسماء خاصة ليرقات مشهورة : يسروع أو دودة (الفراشات والبشارات) ، ماجوت (الذبابة) ، الثوب الجلدي (ذبابة الرهو) اكسلتل (سمندل امريكى) .

ملحق ١

الإشعاع الشمسي وطيف النور المنظور لعين الإنسان

(للقراء الذين لم يدرسوا علم الطبيعيات)

يعرف الإشعاع الشمسي بأنه سلسلة من أشعة كهربائية مغنطيسية أو أمواج ، وقد تكون هذه الأمواج طويلة وبطيئة أو قصيرة وسريعة ، ومن ثم يحتاج كل من « طول الموجة » و « التردد » الى قياس . وأكثر الأمواج بطئا هي تحت حمراء وأشدها سرعة هي فوق بنفسجية . ومجالات الأشعة التي بين الحمراء والبنفسجية تعطى « ضوءا » أو قوة مشعة منيرة . وهي من النوع الذي يوقظ احساسات الابصار في عين الانسان وتكون « طيف النور المنظور » كما تكون فوق البنفسجية وتحت الحمراء جزءا من طيف النور المنظور لحيوانات خاصة .

وينتج شيء من الحرارة بواسطة جميع هذه الأطوال الموجية ولكن على الأخص بواسطة الحمراء وتحت الحمراء التي يشار اليها عادة كأشعة « حرارية » أو الطرف الساخن لطيف النور .

ويجب التمييز بين مجالات أطوال أمواج من الشمس والمجال الطويل لأمواج كهربائية مغنطيسية (يستخدم بواسطة الانسان في أغراض عديدة) مبينة في جدول كالاتى فيما بعد . وهذه تشمل أمواجا لاسلكية من صنع الانسان مع أشعة اكس وأشعة أخرى ليست مباشرة من مصدر شمسي . وأضيف الى القائمة حديثا أشعة فلكية عالية التردد جدا تقدر شدة طول موجتها ب 1.0×10^{-13}

الكاشف	طول الموجة	نوع الموجة
أجهزة هوائية ولاسلكية	٢٠٠٠٠ متر إلى ٥ مترا	لاسلكية (هرتزيان)
تأثير حرارى على الجلد	٠.٤ إلى ٠.٠٠٠٠٨ سم	تحت حمراء
العين (فى الإنسان)	٠.٧ إلى ٠.٠٠٠٠٤ سم	حمراء
		برتقالية
		صفراء
		خضراء
		زرقاء
بنفسجية		
ألواح فوتوغرافية وحوائل	٠.٤ إلى ٠.٠٠٠٠٠٢ سم	فوق بنفسجية
فوسفورية (ومضائية)	٠.٥ إلى ٠.٠٠٠٠٠٠٠٦ سم	أشعة اكس
ومطلية بالبريوم البلائينو سبايد او كاديوم تنجئات .	٠.١٤ إلى ٠.٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ سم	أشعة جاما

عن ا . اسبنسر هوايت - علم الطبيعيات العام - صفحة ٢٤٠ مع اغفال عمود التردد فى الكيلوسيكل .
واتخذ الباحثون الذين يقومون بالاستكشافات فى اوقات مختلفة وفى ممالك مختلفة لانفسهم وحدات للمقاييس خاصة لأطوال الأمواج . وعلى ذلك يوجد الآن وحدة الانجسترون الدولية التى يمكن استعمالها لأنها تقيس أو تبين المقادير بالبوصات والسنتيمترات .

وأطوال الأمواج مبينة في الجدول السابق بالأمتار والسنتيمترات .
وأكثر المقاييس مناسبة في الأبحاث المتصلة بإبصارات العين هو
مقياس الميكرونات أو المليمكرونات .
مكرون (U) = $1/1000$ من المليمترات = 1×10^{-3} مترا =
 1×10^{-4} سنتيمترا وهنا تتدرج أطوال الأمواج من ٤٤٠
(بنفسجي) الى ٧٠٠ (أحمر) م .

ملحق ٢

جدول الأصباغ التنفسية (عن ياب)

حدوده	اللون		المعدن الذي يحتويه	الصبغ
	غير مؤكسد	مؤكسد		
الفقاريات	أحمر باهت	أحمر	حديد	هيموجلبين
لافقاريات مثل ارنكولا (دودة لـج)	»	»	»	ارثرو كورورين
ويرقة كرنومس ودودة الأرض بلانوريس				
بعض كثيرة الأهداب (ديدان سبيلد)	أخضر	أخضر	»	كلوروكورورين
بعض الحلقيات (جفيريا)	دون لون	أحمر	»	هيميد ثرين
أغلب الرخويات والمفصليات	»	أزرق	نحاس	هيموسياتين

ملحق ٣

توضيح افتراض الهرموني

تتوقف تغيرات اللون في حيوان الليجيا غالبا على مسلك حاملات الملين فيه وعلى ذلك فهو يعطى حالة واضحة للدراسة .
وأجرى البحث على الليجيا في حجرة مظلمة بها مصدر دائم للإنارة ، وأكد هذا أن الاستجابة الابتدائية للضوء لم تتذبذب وعلى ذلك تداخلت مع تفسير التأثيرات الثانوية . وجهاز السطح بصفائح صغيرة بعمق يبلغ ٣ر٥ بوصة ومدهونة من الداخل بدهان أبيض أو أسود كئيب . ولوحظت الليجيا تحت جميع أنواع الظروف التي تعمل على تغير اللون وهذه كما يلي :

نقل من سطح أبيض الى سطح أسود وبالعكس

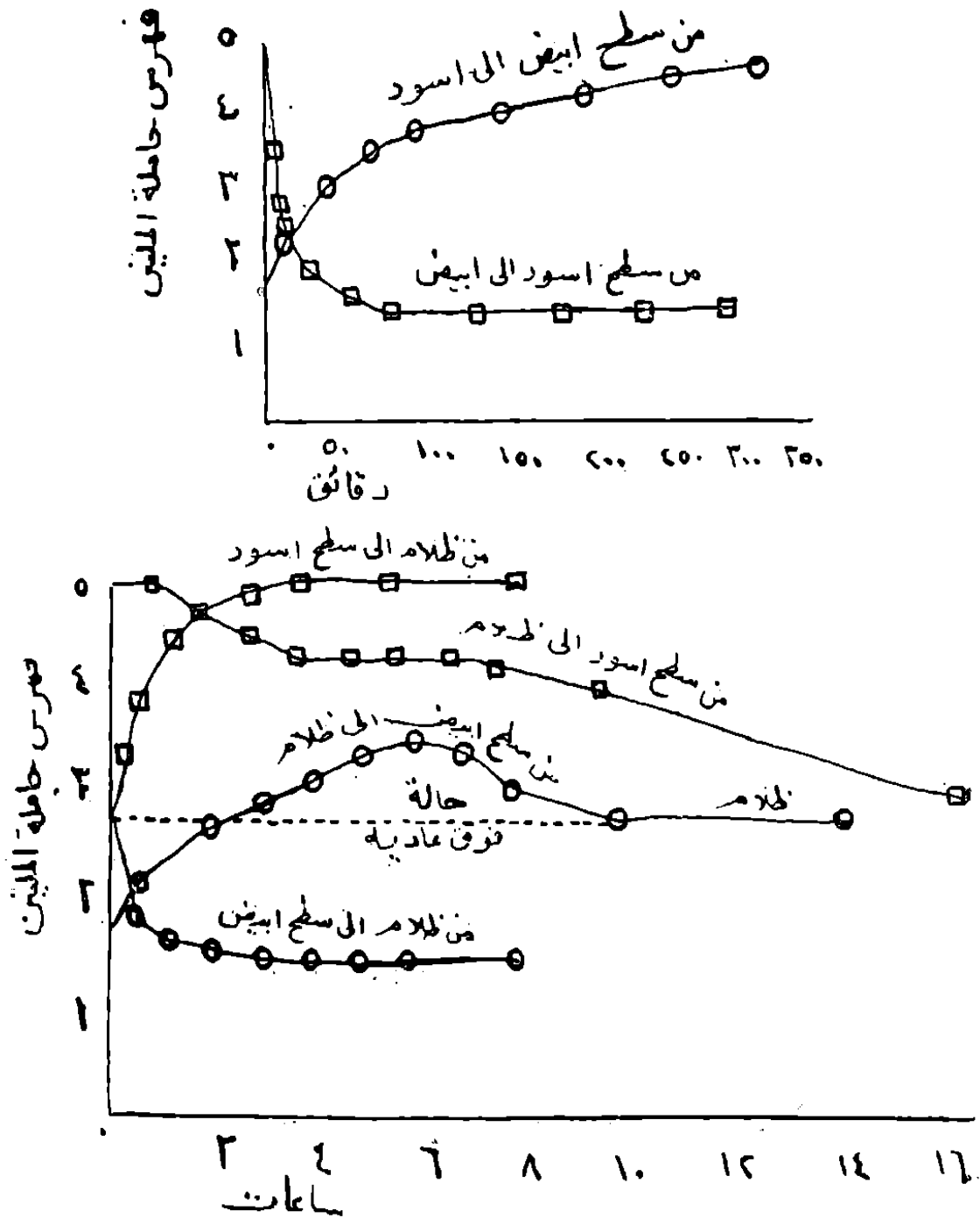
نقل من سطح أبيض الى ظلام وبالعكس

نقل من سطح أسود الى ظلام وبالعكس

وشوهدت حاملات الملين في الليجيا ودونت في فترات متعددة بعد النقل حتى وصلت الى حالة تعادل . وسجلت حالتها بواسطة فهرس حاملات الملين العادي م ، وفيه ١ يعنى انقباض تام و ٥ « تعنى تمدد تام » . وتبعاً لذلك عينت الأطوار بينهما * . ويبين

* يمكن بتمرين بسيط الحكم بفهرس حاملات الملين لاي حيوان من نظرة واحدة وتختار مجموعة أو مجموعات من حاملات اللون لأغراض التسجيل حيث أن مسلكها يتغير قليلا تبعاً لوضعها على الجسم .

شكل ١٠ منحنيات الوقت التي نتجت عن هذه المشاهدات. ونرى كما في حالة الجمبرى أن الملاءمة لسطح ابيض تبدأ وتتم بسرعة أكثر من الملاءمة لسطح أسود. ويكون الاختلاف ملحوظا جدا في الليجا البحرية لأن الحيوانات تأخر مدة ساعتين لتصير باهتة تماما وست ساعات لتصير داكنة تماما. والنقطة الأخرى البارزة هي الوقت الطويل الذي يؤخذ لتتوافق في الظلام لحالة تعادل م ٢٧. وتأخذ



الحيوانات الباهتة عشر ساعات والحيوانات الداكنة عشرين ساعة لهذه العملية .

ويثبت فحص منحنيات الوقت هذه مسألة اذا ما كان واحد أو اثنان من الهرمونات تضبط حاملات الملين . فاذا حسبنا أن هرمونا واحدا « و » هو المسئول لأنه ينتج عند ما يكون الحيوان على سطح أبيض ويمتنع عند ما يكون على سطح أسود ، إذا :

(أ) الوقت الذي يؤخذ لحيوان باهت ليدكن على سطح أسود يبين الوقت الذي يؤخذ لازالة « و » أو لتوقف عملها بأية طريقة . وهذا الوقت الذي يؤخذ لنقل فهرس م من ١٥ الى ٥٥ هو ست ساعات .

(ب) الوقت الذي يؤخذ لحيوان باهت ليتعادل في الظلام يبين أن الوقت الذي يؤخذ لازالة « و » أقل بكثير عن « ا » ، وهذا الوقت الذي يؤخذ لنقل فهرس م من ١٥ الى ٢٧ هو عشر ساعات .

ولا يلقي افتراض الهرمون الواحد أى تعضيد من هذه النتائج . وأيضا اذا كان الهرمون الواحد ب مسئولا لأنه ينتج فقط عند ما يكون الحيوان على سطح أسود ، إذا :

الوقت المطلوب لحيوان داكن ليتعادل في الظلام أى لنقل فهرس م من ٥٥ الى ٢٧ هو الوقت المطلوب لازالة كمية محدودة من الهرمون ب . . ويجب أن يكون الوقت الذى يحتاج اليه للملاءمة حيوان داكن لسطح أبيض أقصر من ذلك متضمنا نقل فهرس م من ٥٥ الى ١٥ ومتخلصا من أكبر كمية من هرمون « ب » . وتأخذ الملاءمة للظلام عشرين ساعة فعليا اذا قورنت بالملاءمة لسطح أبيض وهى التى تأخذ ساعتين . وهذه النتيجة هى كذلك أقل اذا قورنت بافتراض الهرمون الواحد .

والافتراض الثانى هو أنه يوجد طبيعيا هرمونات فى نفس الوقت

وفعل أحدهما يوازن فعل الآخر . وإذا كان لهرمون واحد أن يسود فلا بد إذاً أن ينتج كمية أزيد من كمية التوازن . والرجوع الى منحنيات الوقت للملاءمة الحيوانات الباهتة لسطح داكن والحيوانات الداكنة لسطح باهت يبين اختلافات واضحة بين العمليتين ويعطى فكرة على أن الهرموني ينتجان ويفرزان بدرجات متفاوتة .

فاذا كان هذا حقيقيا حينئذ توجد على السطح الأبيض زيادة من هرمون « و » والوقت الذي يؤخذ لحيوان باهت ليتعادل في الظلام يبين الوقت الذي يؤخذ لازالة الزيادة من هرمون « و » أى عشر ساعات . وبالمثل الوقت الذي يؤخذ لحيوان داكن ليتعادل في الظلام هو الوقت الذي يؤخذ لازالة الزيادة من هرمون « ب » أى ست عشرة ساعة . ويظهر أن الهرمون ب يزال ببطء أكثر من هرمون « و » . وهذا يؤيد بطريقة ملفتة للنظر في « الطور فوق العادى » الذى يبدو أثناء الانتقال من سطح أبيض الى ظلام .

والحيوانات الباهتة الموضوعة في الظلام تدكن قليلا حتى تصل الى فهرس م المثالى ٢٧ للظلام ، ثم تستمر لتدكن مستقرة ثانية على حالة ٢٧ بعد ست ساعات أيضا . والذى يحدث هو كالاتى : ينتج الحيوان كمية من هرمون « ب » وأيضا من هرمون « و » على سطح أبيض ، وتكون « و » بزيادة كافية لتطفى على هرمون « ب » . وعندما يزال منه السطح الأبيض ويستبدل به الظلام حينئذ يجب أن تستبعد كميات كبيرة من كل من الهرموني « ب » و « و » قبل أن تصل الى تعادلها الجديد ، ويستبعد الهرمون « و » بسرعة أكثر من الهرمون « ب » ويصل الى كميته الصحيحة بعد ساعتين . ويستبعد الهرمون « ب » ببطء أكثر ولا يصل الى كميته الصحيحة لظلام حتى تضى ثمانى ساعات . وأثناء الست الساعات النهائية يبدى حينئذ وجوده بأن يسبب زيادة مؤقتة في تمدد حاملات الملنين .

ملحق ٤

تغيير لون الضفدعة : أى العوامل تطفى على الأخرى

عند ما تعمل متضادة (عن ياب)

- ١ - سطح بارد رطب
- ٢ - سطح بارد جاف
- ٣ - $\left. \begin{array}{l} \text{سطح أبيض بارد رطب} \\ \text{سطح أبيض حار رطب} \end{array} \right\}$
- ٤ - سطح أسود حار وجاف
- ٥ - سطح أبيض بارد جاف
- ٦ - $\left. \begin{array}{l} \text{سطح أبيض حار ورطب} \\ \text{سطح أبيض حار جاف} \end{array} \right\}$

(بارد = على الثلج . حار = ٢٠° سنتجراد . رطب = هواء

مشبع جاف = هواء جاف) .

تظهر الاتحادات الثمانية الممكنة للعوامل مرتبة بالنسبة لعمق
الصبغ الذى ترغبه والمجموعات التى يضمها قوس متساوية فى
التأثير .

ملحق ٥

انعكاس نسبي بواسطة أصباغ من نفس اللون

أطوال الموجة بالمليمكرون

٧٠٠	٦٨٠	٦٤٠	٦٠٠	٥٦٠	٥٢٠	٤٨٠	٤٤٠	الصبغ
١٠٠	٩٦	٨٣	٦٦	٣٣	٣٣	٢٩	٢٩	أحمر تسكاني
١٠٠	١٠٠	٨١	٣٧	١٤	١٠	٨	١٢	قرمزي أمريكي
٩٠	٩٠	٩١	١٠٠	٨٠	٤٩	٣٢	٣١	أرتسكان أصفر
								أصفر كرومي

(وسط) ٦ ٧ ٢٢ ٨٠ ٩٧ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠

(جدول ٨ : « جهاز المؤثر الصبغى . ٩ . ميادين المستقبلات

للاستجابة البصرية للأسماك العظمية » . ل . هجين و ف لاندجرب

– مجموعات الجمعية الملكية – ب – جزء ١٢٨ – سنة ١٩٤٠) .

ملحق ٦

التأثير العيني على الألوان عن بعد

نشر العلم الفرنسي ذو الثلاثة الألوان سنة ١٧٩٤ بعرض متساو لكل من الألوان الثلاثة : أحمر وأبيض وأزرق . وبالنسبة الى درجات الرؤية المختلفة عن بعد ظهرت كمية اللون الأزرق أكبر من كل من الكميتين البيضاء والحمراء وظهرت الكمية الحمراء أقل من البيضاء .

وعلى ذلك عملت تجارب للنظر في أي نسب من الألوان تعطى تأثير المساواة . وكانت النسب المحددة لكل مائة جزء هي ٣٠ جزءاً من الأزرق و ٣٣ جزءاً من الأبيض و ٣٧ جزءاً من الأحمر .

بيان الصور

(بين صفحة ١٦٠ - ١٦١)

- ١ - أبو نباح . افريقيا الشرقية البرتغالية .
- ٢ - فرخ ديك الغابة حديث الفقس .
- ٣ - علجوم جنوب افريقيا .
- ٤ - أرانب البحر .
- ٥ - الحبار مبينا علامات « حمار الزرد »
- ٦ - أشكال تبين الهيئات الخداعية .
- ٧ - حرباء مهمازية .
- ٨ - سمكة الصنارية .
- ٩ - ليجيا .
- ١٠ - جمبريات .
- ١١ - ١٢ حاملات اللون في الجمبرى .
- ١٣ - تغيرات اللون الطبيعية في كلب البحر المهمازى .

محتويات الكتاب

الصفحة	الفصل
٨	مقدمة تاريخية وشكر
١٣	١ طبيعة الاستخفاء معنى الاستخفاء - أنواعه الرئيسية - طرق احداث الاستخفاء - السكون كمساعد على الاختباء - الحيوانات المستخفية
٣٦	٢ الضوء واللون والابصار أصناف الضوء الطبيعي - حيوانات حساسة للضوء - النقط العينية والعيون - « الرؤية » في الأوقات المختلفة من النهار والليل - ابصار اللون وحاسة اللون في الحيوان والانسان
٥٩	٣ الأصباغ الطبيعية وتأثيرات اللون المواد التي تنتج الاصباغ - الاصباغ المشتقة من الدم في الفقاريات - الملنين ومعاونته على لون العين - اصباغ من المواد المتخلفة - اصباغ لحساسية الضوء وكوقاية من الضوء الزائد - اصباغ تنفسية - ألوان تنتج عن التركيب السطحي
٧٨	٤ الاستخفاء في البحر البحر وحالات الضوء فيه - الكائنات التي تسكن على قاع البحر وفي مياهه واستخفاءها - ألوان أرانب البحر - تنكر سرطانات البحر العنكبوتية -

- الضوء منظم للحياة في الأعماق – الاستخفاء في بحر السرجاس – الحيوانات المضيئة ذاتيا
- ٥** **استخفاء الحشرات والعناكب : التقليد** **١٠٧**
- استخفاء الجنادب والفراشات والبشاريات – ضبط اللون في العذراء – استخفاء الديدان وأقنعتها المخيفة – حيل الاستخفاء في يرقات قادش والحشرات العصوية والعناكب – تقليد الشكل والمسلك
- ٦** **تغيير اللون في الحبارات والجمبريات وما شابهها** **١٣٢**
- تغيير اللون في السرطانات الناسكة – استجابة الاصباغ مباشرة للضوء والاستجابة التي تحدث خلال العيون والجهاز العصبي والهرمونات – تغيير اللون في الجمبريات : كيف تنظم العيون انتاج الهرمونات – تغيير اللون في السرطانات الشاطئية الصغيرة وفي الجمبرى الحرياء – عرض اللون في الحبار
- ٧** **الحرياء والصفدعة** **١٦٠**
- مسلك اللون في الحريائي – كيف تنتج التغييرات – الصفادع والجو – التلوين في الصفدعة – كيف تعرف الأحوال الجوية بواسطة الصفادع – تغيير اللون في صفار الصفادع
- ٨** **الاستخفاء ومعاونته على البقاء** **١٨٠**
- الألوان الوقائية والتحذيرية – التصورات خلف المصطلحات – الاستخفاء الوقائي له تأثيره فقط ضد الحيوانات التي تصيد بالنظر – ليست هناك أية حيلة تثبت الوقاية من جميع الأعداء الطبيعية – اللون

الاختبائي والتحذيري وقاية من الفقاريات التي تصيد أساسيا - أمثلة من الطيور والعلاجيم والسحالي التي تتعلم من التجربة

٩ ما المعنى الحقيقي للاستخفاء ١٩٩

النظريات التي تبحث في تفسير الاستخفاء: عدم وفائها بالفرص - يتوقف الاستخفاء على عين الرائي وجهازه العصبى - الحيوانات المستخفية التي لاتعرف مظهرها - عيون كاذبة - فعل الضوء على الصبغ طبيعيا وكيمائيا - تأثيرات الضوء الملون على الحيوانات - العين كعضو تغير كيمائى - يوعز اتجاه الطبيعة للزخرفية والمرحبة بطريقة استخفاء مفهوم - حساسية المادة أو استجابتها

١٠ السيطرة على تغير اللون فى الحيوانات الفقارية ٢٢٩

يحدث تغير اللون فى جميع مجموعات الفقاريات الدنيئة - هى عملية بطيئة نسبيا فى الصفيشوميات والبرمائيات ولكنها سريعة فى التليوستات (اسماك عظمية) وفى الزواحف - تكون الزيادة فى معدل العملية مصحوبة بتغير من هرمون بطيء الى سيطرة عصبية سريعة - طريقنا السيطرة وقت العمل فى التليوستات - حلقة بين السيطرة الهرمونية والعصبية

١١ الابصار فى دنيا الحيوان ٢٥٢

العناصر الأساسية للعيون: اصباغ ماصة للضوء وخلايا حساسة للضوء - زيادة كفاءة العين - ما قد تراه عيون الحيوانات المختلفة - عين الحيوان الفقارى

	الحجم والشبكية وعمل الخلايا الحسية والصبغ – ابصار اللون – تعريف مجال ابصار العين – استعمال العيون بالليل
٢٧٩	خاتمة
٢٨٣	قاموس المصطلحات
?	ملاحق
٣٠٦	بيان الصور

**** معرفتي ****

www.ibtesamh.com/vb

منتديات مجلة الإبتسامة

صدر من كتب العلوم في مجموعة الألف كتاب

(زراعة ، صناعة ، طب ، كيمياء ، فلك ، حيوان ، رياضيات)

- ١ - العلوم عند العرب للأستاذ قدرى حافظ طوقان
- ٢ - الطاقة الذرية - ماضيها ، حاضرها ، مستقبلها للدكتور عبد الحميد احمد أمين
- ٣ - الكيمياء في خدمة الطب للأستاذ احمد مختار الجمال
- ٤ - العلم والحياة الإنسانية للأستاذ مصطفى كامل الجنيدى
- ٥ - العلم في عالم متغير تأليف ل. ج. ف. برمبل
- ٦ - قصة الكون من السديم الى الانسان للدكتورين محمد جمال الدين الفندى ومحمد يوسف حسن
- ٧ - الرادار في السلم للدكتورين اسماعيل هزاع ورزق الله سدره
- ٨ - الطاقة الذرية واستعمالها في السلم تأليف جيرالد وندت
- ٩ - العلم والحياة للأستاذ عز الدين فراج
- ١٠ - الغذاء الكامل للأستاذ عز الدين فراج
- ١١ - قصة الحديد للأستاذ يوسف الحارونى
- ١٢ - الطاقة الذرية للدكتورين محمد جمال الدين نوح واسماعيل هزاع
- ١٣ - الذرة في خدمة السلام - المجمع المصرى للثقافة العلمية
- ١٤ - قصة الطقس تأليف شو
- ١٥ - العلم يعيد بناء العالم تأليف جيمس ستوكلى
- ١٦ - طبيعيات الجو وظواهره للدكتور محمد جمال الدين الفندى
- ١٧ - التلفزيون للأستاذ فوزى كامل لطفى
- ١٨ - الانسان والميكروب والمرض تأليف جون دور
- ١٩ - الفيروس والانسان تأليف ف. م. برنت
- ٢٠ - استخدام الطاقة الذرية تأليف أوتوهان
- ٢١ - عالج نفسك بالغذاء للدكتور ابراهيم فهيم

- ٢٢ - الكشف والفتح في الميدان العلمى تأليف الدكتور مالكولم بير
- ٢٣ - البحر المحيط بنا تأليف راشيل كارسون
- ٢٤ - الانسان فى العالم الحديث تأليف جوليان هكسلى
- ٢٥ - الوراثة والسلافة والمجتمع
- ٢٦ - الى عالم آخر تأليف ورنر بودلر وترجمة الدكتور عبد الحميد احمد أمين ومراجعة الدكتور محمد رضا مدور
- ٢٧ - الشمس
- ٢٨ - مدخل الى العلوم الطبيعية
- ٢٩ - الرياضة للمليون
- ٣٠ - الانسان . . . هذا المجهول
- ٣١ - استخفاء الحيوان

الكتب التي نشرتها مكتبة مصر

في مشروع الألف كتاب

- ١ - حضارة الاسلام - عبد العزيز توفيق جاويد
- ٢ - الانسان والميكروب والمرض - الدكتور محمد رشاد الطوبى
- ٣ - الذرة في خدمة السلام - المجمع المصرى للثقافة العلمية
- ٤ - الرادار فى السلم - دكتور اسماعيل هزاع
- ٥ - تاريخ الموسيقى العربية - دكتور حسين نصار
- ٦ - الوراثة والسلالة والمجتمع - عز الدين فراج
- ٧ - دنيا المصالح - الدكتور لطفى عبد البديع
- ٨ - العلوم عند العرب - قدرى حافظ طوقان
- ٩ - مختارات من المسرحيات القصيرة - هدى حباشة ، نادية أبو المجد بهاء فهمى

**** معرفتي ****
www.ibtesamh.com/vb
منتديات مجلة الإبتسامة

الوصول إلى الحقيقة يتطلب إزالة العوائق
التي تعترض المعرفة، ومن أهم هذه العوائق
رواسب الجهل، وسيطرة العادة، والتبجيل المفرط
لمفكري الماضي
أن الأفكار الصحيحة يجب أن تثبت بالتجربة
روجر باكون

حصريات مجلة الابتسامة
** شهر نوفمبر 2015 **
www.ibtesamh.com/vb

التعليم ليس استعدادا للحياة ، إنه الحياة ذاتها
جون ديوي
فيلسوف وعالم نفس أمريكي

أهداف هذه المجموعة

- * تكوين مكتبة عربية متكاملة ، يجد القارئ ، لعربي فيها كل ما هو بحاجة اليه من المعلومات في شتى الموضوعات ، معروضة عرضا سهلا ، يتقبله القارئ العادي ، ويجد فيه المتخصص الحقائق والنظريات والآراء مبسطة بغاية الدقة ، متمشية مع آخر ما وصل اليه العلم في تلك الموضوعات .
- * نشر هذه المكتبة في أوسع نطاق ممكن ، وذلك بتخفيض السعر قدر الامكان ، واشراك أكبر عدد من الناشرين في نشرها .
- * النهوض بالكتاب العربي من حيث الشكل والموضوع .
- * تشجيع عادة اقتناء الكتب وقراءتها .
- * الافادة بصورة عملية من جهود العلماء والأدباء في شتى الأمم ، باتاحة الفرصة أمام القارئ العربي للاطلاع الواسع على ما عندهم .
- * افساح المجال أمام الشباب الطامح الى الاشتغال بالعلم والأدب للمساهمة بصورة ايجابية في النهضة العلمية والأدبية .
- * تشجيع الناشرين في مصر والدول الشقيقة على الاقبال على نشر كتب العلم والثقافة العالمية ، وتعويضهم تعويضا مجزيا .
- * تجديد النشاط الفكري في العالم العربي عن طريق الكتب القيمة التي تحمل اليه العلم والمعرفة .

يطلب من :

مكتبة مصر

٣ شارع كامل صدقي "الفيحالة"



Exclusive

For

www.ibtesama.com