الورقـــة

الأوراق هـــى أعـضاء نباتيـــة محـــدودة النمـــو ، مـــسطحة ، رقيقـــة ، غنيـــة بالكلوروفيل عادة ، تخرج من الساق من مناطق تعرف بالعقد ، وتنمو البراعم فى آباطها ، أى فى الزوايا العليا المحصورة بين الأوراق والساق • توجد الأوراق على الساق بترتيب هندسى ثابت لكل نوع من النباتات ، والأوراق هى أكثـــر أعضاء النبات الخضرية إختلافاً ، سواء من الناحية المورفولوجية أو من الناحية التشريحية ، ويرجع ذلك إلى ضرورات فسيولوجية ، لأن الورقة نظراً لسطوحها الكبيرة أكثر أعضاء النبات تأثراً بالظروف البيئية ، زيادة على ذلك فإن تركيب الورقة يجب أن يفى بغرضين متضادين وهما ضرورة وجود سطح كبير معرض للشمس للقيام بعملية التمثيل الضوئى ، وضرورة الوقاية ضد شدة النتح التى تنتج عن كبر مساحة أسطح الأوراق ، وتعتبر الأزهار أهم أعضاء النبات إستخداماً فى التعرف على النباتات ، يليها فى ذلك الأوراق•

الأوراق خارجية المنشأ فهى تنشأ كنتوءات سطحية من القمم النامية فى تتابع منتظم ، ويكون أصغر الأوراق أقربها للقمة وتتدرج الأوراق فى الكبر كلما إتجهنا إلى أسفل •

للورقة وظيفتان رئيسيتان هما التمثيل الضوئى والنتح ، فنظراً لإحتواء الأوراق على كميات كبيرة من الكلوروفيل ولشكلها المسطح عادة ، فإن أهم وظيفة تقوم بها الأوراق للنبات هى التمثيل الضوئى ، أى تكوين المواد الكربوإيداتية من ثانى أكسيد الكربون والماء مستخدمة فى ذلك الطاقة الضوئية وذلك فى وجود الكلوروفيل • كذلك فإنه نظراً لاحتواء الأوراق على نسبة عالية من الثغور ، ولكبر مساحة سطوحها بالنسبة لأحجامها فهى أهم الأعضاء النباتية قياماً بعملية النتح ويعتبر النتح أهم عامل يساعد فى صعود الماء والعناصر الذائبة من الجذور إلى أعلى النباتات وهذا ما يعرف بالقوة السالبة•

مورفولوجيا الورقة

الأوراق هى أكثر أعضاء النبات تبايناً فى النباتات المختلفة ، فهى تختلف من حيث أجزائها وأحجامها وأشكالها العامة وأشكال حواف أنصالها وقممها وقواعدها ، كما قد يحدث لها تحورات تتغير معه أشكال كثير منها عن الأشكال المثالية وذلك تبعاً لنوع الوظيفة التى تقوم بها.

تركيب الورقة

تتركب الأوراق الخضراء المثالية للنبات من ثلاثة أجزاء ، هى القاعدة والعنق والنصل .

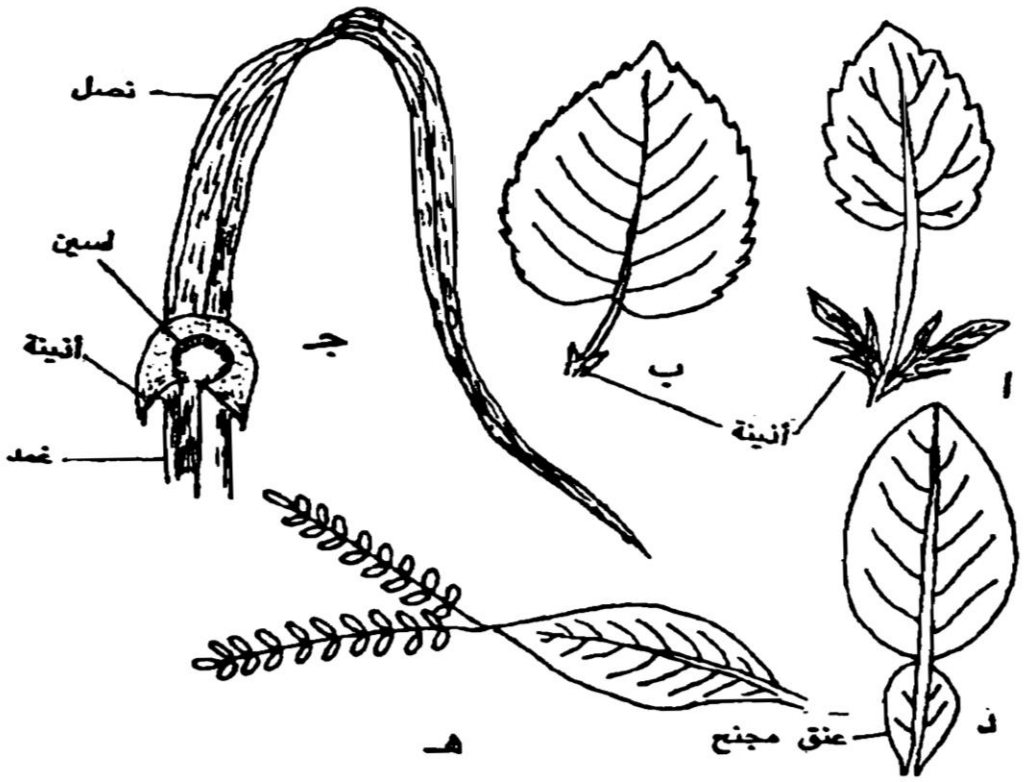
1- قاعدة الورقة

قاعدة الورقة leaf base هى الجزء من الورقة المتصل بالساق ويكون عادة متضخم قليلاً أو كثيراً تبعاً لنوع النبات ، ويعتقد أن وظيفة قاعدة الورقة هى حماية البراعم الإبطية كما أنها قد تقوم بوظائف أخرى كما فى البوانسيانا *Poinciana* وكثير من نباتات العائلة البقولية ، حيث تتضخم قاعدة الورقة مكونة عضو الحركة pulvinus (شكل 2/8 و) ، الذى يساعد على تغيير إتجاه الورقة نتيجة لظروف بيئية غير واضحة تماماً وقد يكون ذلك تبعاً لاتجاه مصدر أو نوع الضوء . وفى نباتات الست المستحية *Mimosa pudica* توجد أعضاء الحركة فى قاعدة الورقة وكذلك فى قواعد الوريقات فتتحرك الورقة وكذلك وريقاتها تحت تأثير اللمس أو الحرارة الشديدة (شكل 11/8 د).

وينمو من قاعدة الورقة فى بعض النباتات ذات الفلقتين ونادراً فى ذوات الفلقة الواحدة زائدتان يسميان بالأذينتين stipules ، وتوصف الورقة بأنها ذات أذينات

stipulate كما توصف الورقة الخالية من الأذينات بأنها عديمة الأذينات exstipulate • قد تكون الأذينات صغيرة كما فى أوراق التفاح (شكل 1/8 ب) ، وقد تكون متورقة وتقوم بعملية التمثيل الضوئى كما فى البسلة (شكل 12/8 أ ، ب) والبانسية (شكل 1/8 أ) وقد تكون شوكية كما فى السنط (شكل 11/8 ب)•

وفى كثير من أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة كما فى العائلات النجيلية والسعدية والموزية وبعض ذوات الفلقتين كما فى العائلة الخيمية نجد أن قاعدة الورقة قد نمت واستطالت وأحاطت بالساق مكونة غمد sheath • وفى نباتات



(شكل 1/8) : قاعدة وعنق الورقة

ا) أذينات متورقة فى ورقة الباتسية
ب) أذينات صغيرة فى ورقة التفاح
جـ) قاعدة غمدية فى ورقة شعير
د) عنق مجنح فى ورقة النارنج
هـ) عنق متورق فى ورقة أكاسيا

العائلة النجيلية يوجد بمنطقة إتصال النصل بالغمد نمو غشائى كما فى القمح والشعير ، وقد يكون شعرى كما فى الحجنة *Phragmites communis* ويسمى اللسين ligule ، وهو فى كثير من الأحوال يعمل على منع الماء والمواد الغريبة من السقوط بين الساق والغمد • وفى بعض النباتات مثل الشعير تمتد قاعدة النصل فى شكل زائدتين تعرفان بالأذنتان auricles ، وتلتفان حول الساق (شكل 1/8 جـ)•

2- عنق الورقة

العنق petiole هو نمو أسطوانى عادة ، فائدته أن يضع النصل بعيداً عن الساق حتى يتعرض للضوء والهواء المناسبين • وقد يكون العنق مجنحاً كما فى النارنج (شكل 1/8 د) ، وقد يكون ورقياً phyllode كما فى نبات أكاسيا *Acacia pycnantha* (شكل 1/8 هـ)•

وفى الحالات التى لا يوجد للورقة عنق كما فى أوراق نبات الزينيا *Zinnia* والكتان تعرف تلك الأوراق بأنها جالسة sessile •

3- نصل الورقة

النصل Lamina هو الجزء المنبسط من الأوراق ، وأكثر أجزائها تبايناً فى الشكل وهو أهم أجزائها لأهميته فى عمليتى التمثيل الضوئى والنتح•

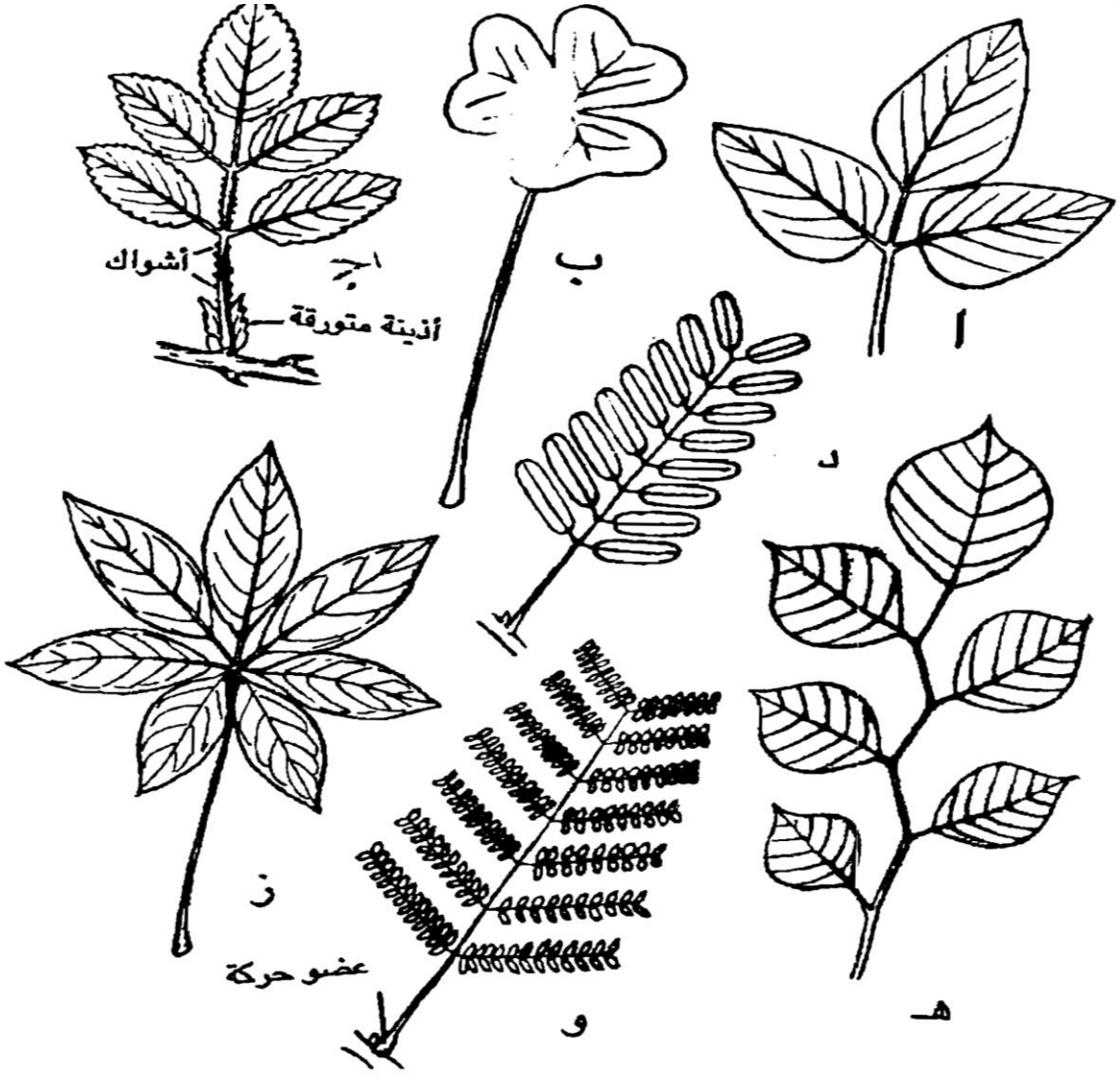
وتعتبر الأوراق بسيطة simple إذا تكون نصلها من قطعة واحدة ، وتعتبر الورقة مركبة compound إذا تكون نصلها من عدة أجزاء تسمى كل منها وريقة leaflet أو ريشة pinna (شكل 2/8) ، والوريقات قد تكون ذات عنق كما فى الفاصوليا (شكل 2/8 أ) وقد تكون جالسة كما فى الأكساليس (شكل 2/8 ب) • تشبه الوريقات الأوراق البسيطة إلا أنه لا يوجد فى آباط الوريقات براعم ، فى حين توجد براعم فى آباط الأوراق ، كذلك فإن وريقات الورقة الواحدة توجد على مستوى سطح واحد فى حين أن أوراق الفرع توجد ، عادة ، على مستويات مختلفة • ويمكن تمييز أفرع الساق عن الأوراق المركبة ، ذلك أن الفرع ينتهى ببرعم طرفى

قد يستمر فى النمو وقد يتحور إلى عضو ثابت فى حين أن محور الورقة المركبة لا ينتهى ببرعم طرفى ، بالإضافة إلى عدم وجود براعم فى آباط الأفرع ووجودها فى آباط الأوراق المركبة.

توجد طريقتان لترتيب الوريقات فى الورقة المركبة ، فى الطريقة الأولى ترتب الوريقات فى صفين على جانبى محور الورقة الذى يقع على إمتداد عنق الورقة ، بحيث تكون كل وريقتين متقابلتين ، وتسمى الورقة فى هذه الحالة ورقة مركبة ريشية compound pinnate . الورقة المركبة الريشية قد تنتهى بوريقة طرفية واحدة توجد بقمة محور الورقة وتسمى ورقة مركبة ريشية فردية كما فى أوراق الورد (شكل 2/8 جـ) ، أو قد ينتهى محور الورقة بورقتين فتسمى ورقة مركبة ريشية زوجية كما فى أوراق اللبخ *Albizzia lebbek* (شكل 2/8 د). فى بعض الحالات توجد الوريقات متبادلة على محور الورقة كما فى السرسوع *Dalbergia sissoo* الذى تتكون ورقته من 5 إلى 7 وريقات ، ومحور الورقة متعرج (شكل 2/8 هـ).

فى الأوراق المركبة الريشية قد تكون الوريقات مكونة من وحدات أصغر تسمى كل منها رويشة pinnule تشبه فى ترتيبها بالوريقة ترتيب أجزاء الورقة المركبة الريشية وتسمى الورقة فى هذه الحالة ورقة مركبة ريشية متضاعفة compound bipinnnate ، وذلك كما فى ورقة أشجار البوانسيانا والسنط (شكل 2/8 و).

فى الطريقة الثانية لترتيب الوريقات فى الورقة المركبة نجد أن الوريقات تخرج من نقطة واحدة عند قمة العنق فتسمى الورقة مركبة راحية compound palmate كما فى الترمس والأراليا (شكل 2/8 ز) . وتعتبر الورقة المركبة من ثلاثة وريقات راحية إذا كانت أعناق وريقاتها متساوية الطول أو جميعها جالسة كما فى أنواع الأكساليس .*Oxalis* spp (شكل 2/8 ب) ، وتعتبر الورقة ريشية فردية حين تكون الوريقة الوسطية ذات عنق أطول من باقى الوريقات كما فى الفاصوليا



(شكل 2/8) : الورقة المركبة

أ) ورقة مركبة ريشية ثلاثية فى الفاصوليا
ب) ورقة مركبة راحية ثلاثية فى الأكساليس
جـ) ورقة مركبة ريشية فردية فى الورد
د) ورقة مركبة ريشية زوجية فى اللبخ
هـ) ورقة مركبة ريشية فى السرسوع
و) ورقة مركبة ريشية متضاعفة فى البوانسيانا
ز) ورقة مركبة راحية فى الارالیا

(شكل 2/8 ا) ، او عندما تظهر الورقة الوسطية معنقة وتكون الوريقتان الجانبيتان جالستان كما فى البرسيم المصرى *Trifolium alexandrinum* ، والواقع أن لورقة الوسطية غير معنقة بل ما يعتبره البعض عنقاً هو عبارة عن جزء من محور الورقة .

أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة نادراً ما تكون مركبة أو مفصصة ، وإذا كانت كذلك كما فى بعض أنواع النخيل فنجد أن الورقة تنشأ من ورقة بسيطة عادية ثم تصبح الورقة مفصصة أو مركبة نتيجة لموت بعض الخلايا والورقة لا زالت صغيرة فى السن ، وبذلك فهى تختلف فى نشأتها عن الأوراق المركبة أو المفصصة فى النباتات ذات الفلقتين حيث يكون شكلها محدداً من وقت نشأتها.

أشكال النصل : يختلف نصل الورقة كثيراً فى الشكل (شكل 3/8) ، فقد يكون إبريا acicular بشكل الإبرة كما فى ورقة الصنوبر *Pinus* ، أو أنبوبياً tubular فيكون بشكل الإبرة إلا أنه مجوفاً كما فى أوراق البصل ، أو شريطياً linear كما فى أوراق نباتات العائلة النجيلية (شكل 1/8 جـ) ، أو رمحياً lanceolate فيكون مستدقاً من أعلى وعريضاً نوعاً من أسفل كما فى أوراق الكافور والقرنفل ، أو قلبياً cordate كما فى ورقة المشمش والبنفسج ، أو بيضياً ovate كما فى أوراق الدورنتا *Duranta* ، أو بيضاوياً elliptic كما فى أوراق أبو فروة *Kastanea* أو مستطيلاً oblong كما فى وريقات اللبخ ، أو ملعقياً spatulate فيكون نصل الورقة عريضاً من أعلى وضيقاً من أسفل كما فى ورقة البتسبورم *Pittosporum* ، أو سهمياً sagittate كما فى ورقة الكلا *Zantedeschia* أو مزراقياً hastate وهى تشبه السهمية إلا أن زاويتى مؤخرة النصل تمتدان للخارج كما فى أوراق العليق *Convolvulus* ، أو كلويا reniform كما فى أوراق خف الجمل *Bauhinia*، أو درعياً peltate حيث يكون النصل دائرى الشكل عادة ويخرج العنق من منتصفه كما فى نصل ورقة أبوخنجر *Tropaeolum* .

(شكل 3/8) : أشكال النصـــل

أ) أنبوبية	ب) رمحية	جـ) قلبية	د) بيضية
هـ) بيضاوية	و) مستطيلة	ز) ملعقية	ح) سهمية
ط) مزراقية	ى) كلوية	ك) درعية	ل) مفصصة ريشية
م) مفصصة راحية	ن) مقسمة ريشية	س) مقسمة راحية	
غ) مجزأة	ف) مجزأة خيطية		

قد تكون الأوراق مفصصة lobed وفيها يزداد تموج النصل وتصل عمق الإنخفاضات إلى أقل من نصف النصل ، وقد تكون مفصصة ريشياً كما فى أوراق الكريزانثيمم *Chrysanthemum* أو تكون مفصصة راحياً كما فى أوراق القطن ، وقد تكون الورقة مقسمة clefted وفيها يزداد عمق التفصيص إلى أكثر من نصف النصل ولا تصل للعرق الوسطى ، وقد تكون مقسمة ريشياً كما فى ورقة الخشخاش *Papaver* أو مقسمة راحيا كما فى ورقة الخروع والتين ، وقد تكون الورقة مجزأة pinnatified وفيها يصل عمق التقسيم إلى العرق الوسطى تقريباً كما فى الجرجير، وقد تكون الورقة مجزأة خيطية فيكون النصل مجزأ بشكل خيوط عديدة كما فى ورقة الشبت والأنيمون *Anemone* .

أشكال حافة النصل : توجد عدة أنواع من أشكال الحافة (شكل 4/8) ، منها الحافة الكاملة entire ، وهى خالية من التموجات والتسننيات كما فى ورقة الزيتون ، ومنها الحافة المسننة dentate وهى ذات أسنان حادة متماثلة ومتجهة للخارج كما فى ورقة المشمش ، ومنها الحافة المنشارية serrate وهى ذات أسنان حادة واتجاه الأسنان ناحية قمة النصل كما فى ورقة الدورنتا ، ومنها الحافة

(شكل 4/8) : أشكال حافة النصل

ا) حافة كاملة ب) حافة مسننة جـ) حافة منشارية
د) حافة منشارية متضاعفة هـ) حافة متموجة و) حافة متضرسة

المنشارية المتضاعفة double serrate وفيها تكون الحافة ذات أسنان منشارية كبيرة والأسنان الكبيرة تكون مسننة إلى أسنان أصغر كما فى أوراق الغرغار *Ulmus* ، ومنها الحافة الشوكية spiny وفيها تكون الأسنان كبيرة وصلبة ومدببة الأطراف كالأشواك كما فى أوراق الخشخاش الشوكى *Argemone mexicana* (شكل 11/8 جـ) ، ومنها الحافة المتموجة قليلاً undulate كما فى نصل ورقة أبو خنجر، ومنها الحافة المتضرسة sinuate وفيها تتموج الحافة بشكل إنخفاضات وبروزات بعضها كبير وبعضها صغير كما فى أوراق البلارجونيم *Pelargonium* .

أشكال قمة النصل : يختلف شكل قمة النصل (شكل 5/8) فقد تكون محلاقية cirrhous كما فى جلوريوزا *Gloriosa simplex* ، وقد تكون مسحوبة شوكية aristate أى مسحوبة وصلبة كما فى أوراق السيسل *Agave sislana* ، وقد تكون مسحوبة caudate كما فى ورقة فيكس ريليجيوزا *Ficus religiosa* ، وقد تكون مستدقة acuminate وقمتها لها نتوء صغير كما فى الدورنتا ، وقد تكون حادة acute وتظهر بشكل زاوية حادة كما فى الريحان ، وقد تكون مستديرة obtuse كما فى ورقة البتسبورم ، وقد تكون مسطحة flattened كما فى وريقات اللبخ ، وقد تكون معقودة retuse ، أى بها إنخفاض صغير كما فى وريقات البرسيم ، وقد تكون منخفضة emarginated أى بها إنخفاض كبير كما فى ورقة خلف الجمل.

(شكل 5/8) : أشكال قمة النصل

أ) قمة محلاقية ب) قمة مسحوبة شوكية جـ) قمة مسحوبة
د) قمة مستدقة هـ) قمة حادة و) قمة مستديرة
ز) قمة معقودة ح) قمة منخفضة