النبات والبيئة

الفصل الأول

النمو والتركيب والتكاثر

جسم النبات

المناخ والنبات

دورة حركة الأزهار

التكاثر الخضرى

التكاثر الجنسى

إنبات البذور

تطور البادرة

كروموسومات الخلية

النمو والتركيب والتكاثر

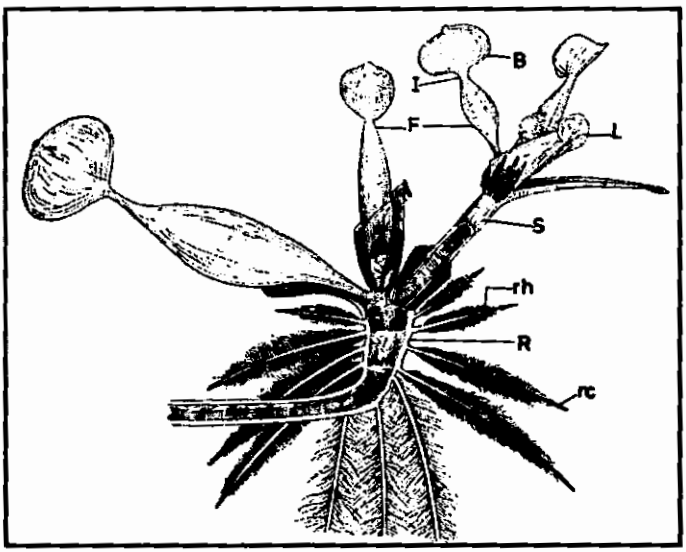
يُعرف نبات ورد النيل أو ياسنت الماء water hyacinth علمياً باسم *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms، وينتمى إلى الفصيلة البونتديرية Pontederiaceae التى تخضع للرتبة الليلية Liliales (١٩٢). وكل أنواع هذه الفصيلة نباتات مائية تتواجد فى المياه العذبة بالمناطق الدافئة من العالم. ويتميز النبات بأزهاره البنفسجية الرقيقة التى كانت – مع جمال التكوين العام للنبات – سبباً فى أن يطلق عليه قديماً (سندريللا الماء العذب).

وجنس النبات *Eichhornia* تم تسميته بالعالم (كونت Kunth) عام ١٨٤٣م على شرف اسم (ج. أ. ف. إيهورن J.A.F. Eichhorn)وزير التعليم البروسى فى ذلك الوقت. إلا أن النبات قد وُصف من قبل بالعالم (مارتيوس Martius) عام ١٨٢٤م (٢٣٥) تحت اسم *Pontederia crassipes* وذلك من عينات أُخذت من برك بمنطقة جيراس بالبرازيل. وقد وَصف العالم (كونت) النبات كـ *Eichhornia speciosa* وتم تصحيح الاسم عام ١٨٨٣م بواسطة العالم (سولمز- لوباس) إلى *E. crassipes* (٣٢٨). وبجانب هذا النوع توجد أنواع أخرى تابعة لنفس الجنس أهمها *E. diversifolia, paniculata, heterosperma, diversifolia, azurea* وينتشر النبات بالتكاثر الخضرى بإنتاج فسائل جديدة وأيضاً بالبذور.

جسم النبات

يتكون النبات من ساق ريزومية ومجموعة من الأوراق تتخذ شكل الباقة حول الساق إلى جانب عديد من الجذور الليفية (شكل ١). ويتكون الساق أو الريزوم من محور به عديد من العقل القصيرة التى تحمل الأوراق والجذور والخلفات الصغيرة إلى جانب القنديل الزهرى. وعادة ما تنتج عُقَلاً طويلة تنمو أفقياً، أو بدرجة ما رأسياً فى التجمعات الكثيفة، وتحمل الخِلفات الصغيرة فى نهايتها الطرفية.

وتعد هذه العقل الطويلة أغصاناً أو سيقاناً مدادة. وتنمو الريزومات حتى قطر ٥ – ٦ سنتيمتراً وبطول يصل إلى ٣٠ سنتيمتر. وتتلون الأغصان المدادة باللون البنفسجي الفاتح وتتفاوت في حجمها وقطرها، وتمتد حتى نصف المتر في طولها. وتنتج الأغصان المدادة على زاوية حوالى ٦٠ درجة من الريزوم وتظل كذلك في التجمعات الكثيفة. وفي التجمعات المفتوحة تصبح الأغصان المدادة أفقية، ومن النادر نمو تلك الأغصان لأسفل قبل إنتاجها للخلفات أو الفسائل. وتظل الفسائل الناتجة ملتصقة بالنبات الأم بأغصان مدادة قوية، وتنفصل هذه الفسائل بفعل الرياح والأمواج والتيار وبتقادم الأغصان المدادة.



شكل رقم (١) : جزء من النبات يبين: نصل الورقة leaf blade (B)، العائمة float (F)، البرزخ isthmus (I)، اللسين ligule (L)، الريزوم rhizome (R)، الشعيرات الجذرية root hairs (rh)، قمة الجذر root cap (rc)، الغصن المداد stolon (S).

وتترتب الأوراق مغزلياً حول الريزوم مكونة شكل الباقة كما ذُكر. وللأوراق أنصال عريضة ناعمة الملمس وقواعد اسفنجية منتفخة "طافيات" يصل قطرها إلى

٨ سنتيمترات وطولها إلى ٣٠ سنتيمترا، كما يصل حجمها إلى أكثر من ٨ سنتيمترات مكعب للجرام الواحد. وفى التجمعات الكثيفة قد لا تتكون تلك الطافيات ويتكون بدلاً منها أوراق طويلة. ويختلف طول الورقة اختلافاً كبيراً وقد يصل إلى أكثر من ١٢٥ سنتيمتراً، وعادة ما يكون نصل الورقة فى حدود ١٣ × ١٥ سنتيمتراً وله شكل بيضى أو قلبى.

وفى حالة النباتات التى تنمو على الطين أو تحت ظروف الرطوبة الأرضية المنخفضة، لا تتكون الطافيات أو الأنصال بصورة عادية فلا يزيد طول الورقة عادة عن ٣ سنتيمترات كما لا يتجاوز النصل ٢ × ٣ سنتيمترات .

وجذور النبات ليفية عرضية غير متفرعة، وتعطى كميات كبيرة من الجذيرات الجانبية التى يصل عددها إلى ٧٠ فى السنتيمتر الواحد، وهى ذات نمو محدود تعطى الشكل الريشى الناعم للجذور. وتتلون هذه الجذيرات الجانبية عادة بلون بنفسجى أو قرنفلى فاتح بسبب وجود صبغة الأنثوسيانين، كما تتفاوت بدرجة بسيطة فى سمكها، وتتفاوت بشدة فى طولها (من ١٠ إلى ٣٠٠ سنتيمتر). وعادة ما يكون المجموع الجذرى كثيفاً ممثلاً لنحو نصف وزن النبات، لكنه قد يكون صغيراً خاصة عند نمو النبات على الطين. وقد لوحظ فى النباتات النامية فى مياه صرف المدن أن طولها قد يصل إلى ٧٥ سنتيمتراً لكن بمجموع جذرى صغير (٣٥٨). كما لوحظ أن النباتات النامية فى مياه غنية بالعناصر المغذية للنبات لها أوراق طويلة (حتى ١٠٠ سنتيمتر) وجذور قصيرة (أقل من ٢٠ سنتيمتر) بينما فى المياه الفقيرة لم تتجاوز الأوراق ٢٠ سنتيمترا طولاً وتجاوزت الجذور ٦٠ سنتيمترا (٥٧). ويدل هذا على أن غنى البيئة المائية بالعناصر عادة ما يتناسب طردياً مع طول الورقة وازدهار المجموع الخضرى، وعكسياً مع طول الجذور.

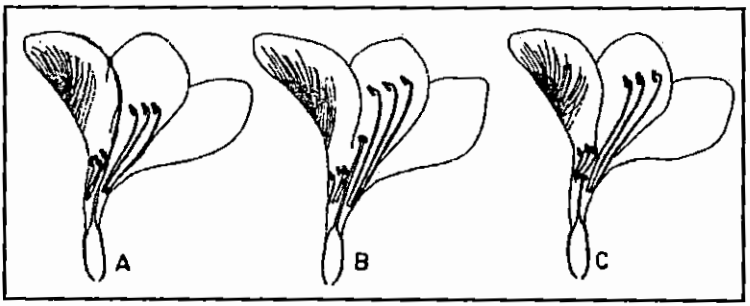
ويتكون القنديل الزهرى من أزهار صغيرة يسود فيها اللون البنفسجى الفاتح، يتراوح عددها بين ٤ و٢٦ زهرة (٣٣٩) وقد يصل إلى ٣٥، والشائع وجود ٨ – ١٥ زهرة على القنديل. وسداة الزهرة خيطية منحنية الشكل، وتوجد ست منها بالزهرة منهم ثلاث صغيرات للغاية مجاورات لغلاف الزهرة والثلاث

الأخرى طويلة. وأحياناً ما يوجد خمس إلى سبع أسدية فى الزهرة متفاوتة فى أحجامها عن المعتاد. والمتك ذو لون بنفسجى حجمه حوالى ١,٤ × ٢,٢ ملليمتراً، ويحتوى على حوالى ٢٠٠٠ حبة لقاح (٢٦٨).

مبيض الزهرة مخروطى الشكل ويحوى حوالى ٥٠٠ بويضة. ويتفاوت قلم الزهرة فى الحجم والطول بالنسبة للأسدية فقد يكون أقصر أو أطول منها (شكل ٢). وتصنف الأزهار طبقاً لطول القلم إلى ثلاثة أشكال، قصيرة ومتوسطة وطويلة القلم.

الثمرة كبسولة ذات جدار رفيع وموجودة داخل جدار سميك نسبياً ناشىء عن جدار الزهرة. ويختلف عدد البذور الناضجة فى الكبسولة من مجرد عدد قليل إلى أكثر من ٤٥٠. والبذور دقيقة (١ × ٤ ملليمترات على الأكثر) بقاعدة بيضية ونهاية مستدقة.

وتوجد الأزهار ذات القلم القصير فى المناطق الأصلية للنبات، وسُجلَ الشكل ذى القلم الطويل فى سرى لانكا، ويسود الشكل المتوسط فى الأنحاء الأخرى من العالم. ونادراً ما يتواجد شكلان فى منطقة واحدة. وقد أثار هذا التوزيع اهتماماً فيما يتعلق بسلوك التربية للأشكال الثلاثة، كما يعتقد بتأثيره كعائق فى تكاثر النبات بالبذور.



شكل رقم (٢): طُرز القلم فى أزهار النبات: القلم الطويل (A)، القلم المتوسط (B)، القلم القصير (C).

المناخ والنبات

يتواجد النبات طوال العام كنبات معمر فـى الميـاه العذبـة بالمنـاطق الاسـتوائية وشبه الاستوائية. وحتى فى المناطق التى تتواجد فيها المياه بصفة مؤقتة يسـتطيع النبات أن يظل حياً على الطين مثبِّتاً جذوره فى التربة. ويؤثر الانخفاض الشـديد فى درجة الحرارة تأثيراً بالغاً علـى النبـات، لـذا فـيرتبط وجـوده ارتباطـاً وثيقـاً بدرجة برودة الشتاء. وفى الأنحاء المتاخمة للمناطق المعتدلـة كاليابـان وكاليفورنيـا بالولايات المتحدة تموت معظم النباتات عادة خلال فصل الشتاء، ولكن النباتـات القليلـة التـى سـنحت لهـا فرصـة البقـاء خـلال وجودهـا فـى الجيـوب الصغـيرة المغطاة، تستطيع أن تنمو وتتكاثر بسرعة خلال فصلى الربيع والصيف.

ويمكن مشاهدة الإزهار عادة خلال العام كله باسـتثناء فصـل الشـتاء، وخاصـة فى أوقات معينة. وقد تبين فى شمال الهند أنه توجد فترتان محدودتان للإزهار، همـا قبـل موسـم الأمطـار (إبريـل إلى يونيـو) وبعـد موسـم الأمطـار (أغسـطس إلى ديسمبر) (١٢٠) كما ينمو النبات ويزهر أيضاً خلال يناير فى جنوب الهند حيث يكون الشتاء دافئاً. وفى جنوب الولايـات المتحـدة وجـد الإزهـار فـى أقصـاه فـى فترتين إحداهما فى يونيو والأخرى فى ديسمبر (٢٦٨)، كما لوحظت الأزهار فـى بيركلى بكاليفورنيا (٣٥ درجة شمالاً) من منتصف يوليو حتى نوفمبر (٨١).

وفى مصر، تدل بعض الدراسات على إزهار النبات من مايو إلى سبتمبر (٣٣٥). وفى كلكتا (٢٢ درجة شمـالاً) بـالهند وجـدت فترتـان، مـن إبريـل إلى منتصـف مايو ومن يوليو إلى منتصف ديسـمبر (١٣). وفـى نـهر الكونغـو (٥ درجـة شمـالاً حتى ١٠ درجة جنوباً) يزهر النبات طوال العام (١٢٦). وفى سرى لانكا يحـدث الإزهار من إبريل حتى أغسطس (١٧٠).

هذا ولا يتم الإزهار بصورة تلقائية فى جميـع النباتـات فـى التجمـع الواحـد، فكثيراً ما لوحظ إزهار جـزء مـن التجمـع بينمـا يكـون بـاقى التجمـع فـى حالتـه الخضرية دون إزهار. وكما سيذكر لاحقاً، فإن الإزهـار يرتبـط بعـدد مـن العوامـل

منها كثافة النباتات فى التجمع. وعادة ما يكون الإزهار كثيفاً ومتزامناً فى التجمعات ذات الكثافة المنخفضة وفى النباتات التى تحمل أوراقها طافيات. وعلى رغم ذلك فقد يحدث الإزهار فى التجمعات الكثيفة ذات الأوراق الطويلة. هذا وتنتج النباتات الموجودة فى الأماكن الضحلة زهوراً وبذوراً ناضجة أكثر من النباتات الطافية (٣٥١)، كما أن إنبات البذور أكبر فى المياه الضحلة. لذا بدت هناك علاقة بين موضع إنتاج البذور وإنباتها.

ويختلف عدد الأزهار على القنديل الزهرى كما ذُكر، كما يتفاوت الوقت المطلوب لتفتح جميع الأزهار من يومين إلى ١٥ يوماً. وقد تتفتح معظم الأزهار على القنديل الزهرى فى اليوم الأول (٦٢).

دورة حركة الأزهار

تتفتح أزهار النبات عادة فى الصباح عقب شروق الشمس، وقد يتأخر تفتحها فى الأيام الغائمة أو الرطبة (١٣). وعادة ما تظل الأزهار متفتحة ليوم واحد فقط، ثم تذبل الزهرة حتى لو لم يتم التلقيح. وعقب ذلك ينحنى القنديل الزهرى إلى أسفل وعادة ما يغطس الجزء الزهرى فى الماء. وتتم هذه الدورة فى مدة ٣٥ إلى ٤٠ ساعة. وقد وجد فى بعض المناطق أنه خلال الصيف – حيث متوسط درجة حرارة الليل ٧٥ درجة والنهار ٩٠ درجة فهرنهيت – يتم الإزهار وانحناء القنديل الزهرى خلال نحو ٤٨ ساعة (٢٦٨).

وفى تلك الدورة، وجد فى كاليفورنيا، أن البراعم الزهرية تبدأ فى الانبثاق من الغمد حوالى الساعة الخامسة مساءاً، وبحلول الساعة التاسعة مساءاً تكون نصف البراعم قد نتأت من الغمد، وفى الساعة الحادية عشر مساءاً يكتمل انبثاق جميع البراعم. ثم يبدأ البرعم الزهرى فى الانحناء لأسفل تجاه الوضع الأفقى ويصل إلى وضعه النهائى (حوالى ٤٠ درجة) فى الساعة الرابعة صباحاً. وتتفتح الأزهار فى الصباح وتستغرق حوالى الساعة لتصل إلى كامل التفتح. وقد وجد ارتباطاً بين انحناء محور القنديل الزهرى وفترة الإضاءة الشمسية ودرجة الحرارة والوقت من

النهار (٢٩٠)، كما وجدت علاقة بين تفتح آخر زهرة وبداية الانحناء. وقد تبين أيضاً أن نزع الأزهار الطرفية وقمة محور القنديل الزهرى لم يؤثر فى سلوك الانحناء والوقت اللازم له (١٢٠). وقد أثبت ذلك عدم اعتماد الانحناء على فعل الأكسينات (الهرمونات النباتية)، كما لم توجد علاقة مع الحرارة أيضاً. وقد استنتج أن دورة حركة الأزهار هذه تنظم بإيقاع ما داخل النبات.

وتتطور ثمرة النبات داخل الماء، وحينما تكون هناك بعض العوائق تحول دون غمر المحور فى الماء، يمكن للثمار أن تتطور خارجه، إلا أن درجة التطور تكون أكبر فى الماء عنها فى خارجه. هذا وتستغرق عملية نضج البذور من ١٦ إلى ٣٢ يوماً.

التكاثر الخضرى

يتكاثر النبات وتزداد أعداده أساساً بالطريقة الخضرية فى عملية سريعة طوال العام ما عدا موسم الشتاء. ومن الشائع مشاهدة النبات مغطياً لسطح الجسم المائى كلية خلال فترة قصيرة بعد غزوه للماء. ويمكن للنبات أن يكون ورقة جديدة كل ثلاثة أيام، ويبدو عدد الأوراق على النبات الناضج ثابتاً وذلك لتحلل الأوراق السفلية القديمة.

وقد سُجلت حالات كثيرة تدل على القدرة الفائقة على التكاثر، فقد أشارت إحدى الدراسات إلى إمكانية النبات فى الزيادة إلى سبعة أمثال انتشاره وذلك خلال ٥٠ يومًا (٢٦٦)، واتساع حافة تجمع النبات لمسافة ٦٠ سنتيمترا كل شهر (٢٦٨). كما أمكن لنباتين أن يتكاثرا إلى حوالى ٣٠ نباتا فى نحو ثلاثة أسابيع و١٢٠٠ نبات فى غضون أربعة شهور (٢٨٢). وفى الظروف المواتية يمكن أن ينتج ٢٥ فرداً من النبات كمية كافية من الفسائل تغطى هكتاراً خلال موسم نمو واحد فى المناطق المعتدلة.

وفى لويزيانا، استطاع نبات واحد أن يتكاثر إلى نحو ٦٥٠٠٠ نبات خلال موسم ربيع عادى وإلى أكثر من ذلك فى المناطق الجنوبية الدافئة من الولاية

(٢٥٢). وفى نهر النيل استطاع نبات بمتوسط سبعة أوراق ومساحة قاعدية ٤٥٠ سنتيمترا مربع ووزن أخضر ٤٠ جرامًا أن ينمو خلال ٥٠ يومًا إلى نباتات لها ٤٣ خلفة وبمساحة حوالى متر مربع ووزن أخضر حوالى ١٢٠٠ جرام وعدد أوراق إجمالى ٢٠٨ ورقات (٦٥)، وخلال ٢٠٠ يوم وصل النمو إلى حوالى ثلاثة ملايين ونصف نبات غطت مساحة حوالى ١٥٠٠٠ متر مربع.

ولا يبدو أن النبات يعتمد فى نموه على كثافته، حيث يمكن لتجمع من النبات أن ينمو ليصل إلى درجة كثيفة وسميكة وقوية إلى الدرجة التى يمكن للإنسان أن يمشى فوقه، كما أنه من الصعب أحياناً أن يتكسر بمرور السفن بينه. وقد دلت إحدى الدراسات على زيادة مساحة سطح النبات بقيمة ٦ - ١٠٪ فى اليوم الواحد، كما تضاعفت المساحة تحت الغطاء النباتى كل حوالى ستة أيام (٥٧). ومن ناحية الوزن، فقد وجدت زيادة ٥٠٪ فى ١٣ يوماً (٨٤) أو عشرة أيام (٢١١) وأقلها فى سبعة أيام. وهذه الاختلافات يمكن أن تعزى إلى تفاوت المحتوى من العناصر الغذائية فى البيئة المائية تحت النبات بين مختلف الأماكن مما يؤثر على النمو.

التكاثر الجنسى

أعتُقد فى الدراسات الأولى عن النبات أنه لا ينتج بذوراً أو أنه إذا تكونت فإنها لا تلعب دوراً كبيراً فى تكاثره. فقد لوحظ فى بعض الحالات بالفعل تكاثر النبات خضرياً فقط (٢٩٤) وغياب التكاثر الجنسى فى بعض المناطق مثل كاليفورنيا (٨٢) إلا أنه لوحظ فى دراسات أخرى تكون الثمار الناضجة فى الفترة من مايو إلى ديسمبر (٢٦٨). وفى بعض المناطق مثل لويزيانا اعتُقد أيضا أن تكوين البذور أمر غير ذى أهمية (١٨٢). إلا أنه يعتقد أن تكوين البذور فى المناطق الاستوائية يلعب دوراً هاماً فى نشر النبات فى بعض المناطق مثل سرى لانكا (١٧٠).

وقد سَجِّلت بعض الدراسات وجود بادرات النبات فى الطبيعة، واعتُبر ذلك مصدراً هاماً لإصابة نهر النيل بالنبات (٢٧٣). وفى اليابان، لوحظت أيضاً

بادرات النبات فى فصلى الصيف والخريف بعد موت معظم النباتات الأم فى فصل الشتاء السابق (٣٠٢). إلا أنه لم يعثر فى مناطق درست بأمريكا الجنوبية على البذور أو الثمار الناضجة أو البادرات أو أية نباتات صغيرة على رغم ملاءمة الظروف لإنتاج البذور وإنباتها (٢٤٢). لهذا فلا تبدو هناك علاقة بين إنتاج البذور ودوره فى تكاثر النبات من ناحية والتوزيع الجغرافى من ناحية أخرى. إلا أنه من المعروف أن تكوين البذور يتأثر بالعوامل البيئية وأنه تتكون بذوراً أكثر فى المناطق الاستوائية عنها فى المناطق المعتدلة (٦٣).

وتلعب البذور بالفعل دوراً فى تكاثر النبات خاصة فى المناطق الاستوائية، حيث يمكن رؤية بادراته على الضفاف المكشوفة للقنوات المائية التى يغزوها النبات أو على مخلفات الحصائر الطافية. وخلال شهرين تتكون الطافيات على معظم الأوراق وتنتج فسائل جديدة صغيرة.

وعلى رغم جاذبية زهرة النبات ومناسبتها للتلقيح بالحشرات التى تنقل حبوب اللقاح من المتك إلى مياسم الأزهار، وعلى رغم زيارة عديد منها للأزهار ومنها نحل العسل الذى يعد هاماً فى بعض الأنحاء مثل كاليفورنيا لإتمام التلقيح، فإن الرياح أيضاً تعتبر عاملاً هاماً فى تلقيح الأزهار فى كثير من المناطق حيث يزداد تكوين الثمار التى تحوى بذوراً كلما امتدت فترة الرياح (٣٤٠)

إنبات البذور

تنفصل الثمار عند نضجها عن محور القنديل الزهرى وتنشق طولياً وتتحرر منها البذور. وأحياناً ما تنفصل الثمار مبكراً وتظل طافية لمدة يوم أو يومين قبل انطلاق البذور. وتهبط الأخيرة إلى القاع حيث تظل إلى أن تحل الظروف المواتية لإنباتها.

وقد وجد أن البذور تظل حية محتفظة بحيويتها وبقدرتها على الإنبات لعدة أعوام (٢٣٦ ، ٢٥٢)، وقد تتجاوز هذه المدة ١٥ عاماً. وقد سجلت حالات إصابة مجددة من مكان سبق غزوه بالنبات بعد ١٤–٢٠ عامًا، كما لوحظ فى

حالات أخرى كمون البذور "عدم إنباتها على رغم وجودها حية" لمدة تصل إلى ٢٠ عامًا. ويبدو أن حيوية البذور لا تتأثر سواء كانت تحت الماء أم فى ظروف جافة، على رغم إشارة بعض الدراسات إلى أن البذور تظل حية لمدة أطول عند بقائها تحت الماء (١٧١).

ويعد تعاقب الظروف الرطبة والجافة ضرورياً أو مفيداً للإنبات، فقد وجد فى دراسة بالبرازيل أن التجفيف ضرورى للإنبات (٢٥٠)، كما وجد أيضاً أن الإنبات يحدث خلال سبعة أيام للبذور التى حفظت فى الماء على رغم أن التجفيف يساعد على تشقق غلاف البذرة فيسهل إنباتها. ووجد فى دراسة أخرى أن الإنبات يحدث فى البذور بعد سبعة أيام من جمعها ولم يظهر أن التجفيف أو التخزين الجاف ضرورى للإنبات (١٧١).

ولدرجة الحرارة والضوء تأثير كبير على الإنبات. فيساعد ارتفاع شدة الإضاءة وتعاقب الحرارة العالية والمنخفضة على تحسين نسبة الإنبات (١٤٨). ويعد وجود فرق فى درجة الحرارة حوالى ٢٠ درجة مئوية ما بين فترة الضوء والظلام "٣٠ — ٤٠ درجة فى الضوء و٢٠ درجة فى الظلام" من المتطلبات الهامة للإنبات. كما يتحسن الإنبات حال وجود البذور على عمق ٢,٥ — ٣ سنتيمترات فى تربة طينية غنية بالمادة العضوية (٢٥٩). هذا ويؤدى نزع غلاف البذور إلى رفع معدل إنباتها بدرجة عظيمة، كما تعلو نسبة الإنبات مع زيادة نسبة الأكسجين فى الماء.

تطور البادرة

تنمو الورقة الأولى من البادرة عقب تثبيت الجذير لنفسه فى التربة. وتنمو الأوراق القليلة الأولى فى تعاقب سريع وتكون ذات شكل سوطى أو ملعقى. وفيما بعد، تبدأ الأوراق فى التطور لتحمل الطافيات وذلك بعد ظهور ٤ — ٨ أوراق، ويستغرق الأمر لذلك ٣٠ — ٤٠ يومًا. وبعد شهرين من الإنبات تحمل جميع الأوراق طافيات ولا يمكن تمييز النبات فى هذا الطور عن النبات الناضج (١٢٠).

وقد لوحظ أن البادرات الصغيرة تنمو أولا مثبتة فى الطين وعادة علـى عمـق ميـاه ١٠ – ١٥ سنتيمتراً، وبعد ذلك تصبح طافية حرة الحركـة عنـد وصولهـا إلى طـور ١٠ – ١٢ ورقة. هذا ويساهم غنى التربة بالعناصر والـذى يساعده تحلـل الأوراق القديمة للنبات الأم، على إنبات وتطور البادرات.

كروموسومات الخلية

يبلغ عدد الكروموسومات فى خلية النبات ٣٢ كروموسوماً ($2n = 32$). وتصنف تلك الكروموسومات إلى ثـلاث مجموعـات طبقاً لحجمـها (٢١٦). فيوجـد أربعـة أزواج طويلة منهم اثنان لهما جزء مركزى centromere متوسط واثنـان لهمـا جـزء مركزى أقل من متوسط. وثمانية أزواج متوسـطة الطـول منـهم زوجـان لهمـا جـزء مركزى متوسط وستة لهم جزء مركـزى أقـل مـن متوسـط. وأربعـة الأزواج الباقيـة قصيرة لهـا جـزء مركـزى أقـل مـن متوسـط. ولا تُظـهر النـواة الجسـمية وجـود الكروموسومات التابعة (SAT)* satellite chromosomes.

(*) الكروموسوم التابع SAT : جسم كروى يتصل بكروموسوم معين ويتبعه أثنـاء تحركـه داخـل نواة الخلية ويستخدم كمميِّز لهذا الكروموسوم.

الفصل الثانى

توزيع النبات فى العالم

أفريقيا

أمريكا الشمالية

أمريكا الوسطى والجنوبية

آسيا

استراليا وجزر المحيط

أوروبا

أسماء النبات فى العالم

توزيع النبات فى العالم

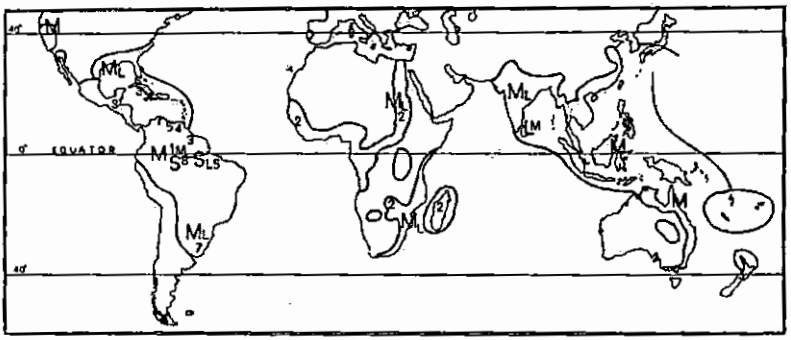
ينمو نبات ورد النيل فى كل مكان بالعالم الزراعى فيما عدا الأجـزاء الشمالية للمناطق المعتدلة. وبسبب إعجاب الإنسان وولعـه بأزهـار هـذا النبـات سـاهم فـى نشره بأرجاء المعمورة باستزراعه فى الأحواض والحدائق. ومـازال النبـات يعـرض للبيع كنبات زينة فى أماكن عديدة بالعالم. وبسبب إهماله وتقصيره فـى تنظيـف ناقلاته التجارية فى البر والبحر، ساهم الإنسان فى حركة النبـات مـن مكـان إلى آخر. وفى أفريقيا تستخدم النباتات كوسائد فى القوارب الصغيرة لسد الثقوب فى أجولة الفحـم النبـاتى حـين نقلـها مـن الأدغـال. ويَعْلَـق النبـات بجوانـب وقـاع الناقلات المائية وبذلك ينتقـل مـع حركـة التجـارة فـى المنطقـة. وتسـاعد القـوى الطبيعية أيضًا فى انتشاره حيث تعمل أوراقه العريضة كأشرعة أمام الرياح.

ويتواجد النبات منذ عقود فى جميع المناحى الاستوائية وشـبه الاسـتوائية مـن العالم (شكل ٣) كما يمتد إلى خط عرض ٤٠ درجة شمالاً و٤٥ درجـة جنوبـاً فـى البحيرات والمناطق الساحلية حيث يمكنه تحمل البرودة إلى درجة كبيرة وهـو مـا سيُبَيَّن فيما بعد. ويعيش النبات أيضاً فى البرك والخزانات (١٤٤، ١٦٦)، وفـى القنـوات المائيـة والأنـهار (٣٦، ٣٩، ٣٢٧). ولا يتجـاوز تـاريخ انتشاره القـرن الماضى، حيث لم يكن تَواجده معروفًا من قبله بمكان آخـر غـير موطنـه الأصلـى. وتتوافر بالفعل أدلة كافية على أن الإنسـان قـد نقـل النبـات مـن موطنـه الأصلـى بإرادته الحرة أو بطرق ليست متعمدة مما ساعد على انتشاره الحالى.

لهذا فإن أول وصف للنبات اعتمد على نباتـات تم جمعـها مـن جنـوب شـرق البرازيل حيث كان منتشراً آنذاك فـى وسـط وجنـوب أمريكـا. وقـد كتـب العـالم (هوكر Hooker) (١٨٨) عن عدة مجموعات من البرازيل، ونهر ديميرارا بجيوانا، وجرانادا الجديدة (حالياً: فنزويلا، إكوادور، كولومبيـا، بنمـا)، وبوينـس إيـرس والأرجنتين. لهذا فبرغم أن كثـيرًا مـن العلمـاء اعتـبر أن النبـات موطنـه الأصلـى

البرازيل (٥٤، ١٤٤، ٢٢٤) فإن البعض الآخر اعتبر أن الموطن الأصلى هو جنوب أمريكا (٥٨، ٨٩).

ويدل توزيع الأنواع الأخرى لجنس النبات (شكل ٣) على أنه ربما قد نشأ فى أمريكا الوسطى (شاملة شمال البرازيل، جيوانا، فنزويلا، كوستاريكا). وتشير بعض الدراسات إلى أن النبات لا يمثل مشكلة فى منطقة برنامبوكو بحوض نهر الأمازون (البرازيل) وفى الجزء المنخفض من نهر أورينوكو (فنزويلا)، إلا أن النبات يمثل خطورة فى أمريكا الوسطى. وقد ظلت قناة بنما تُطَهَّر بصفة دورية من النبات تسهيلاً للملاحة (١٧٩).



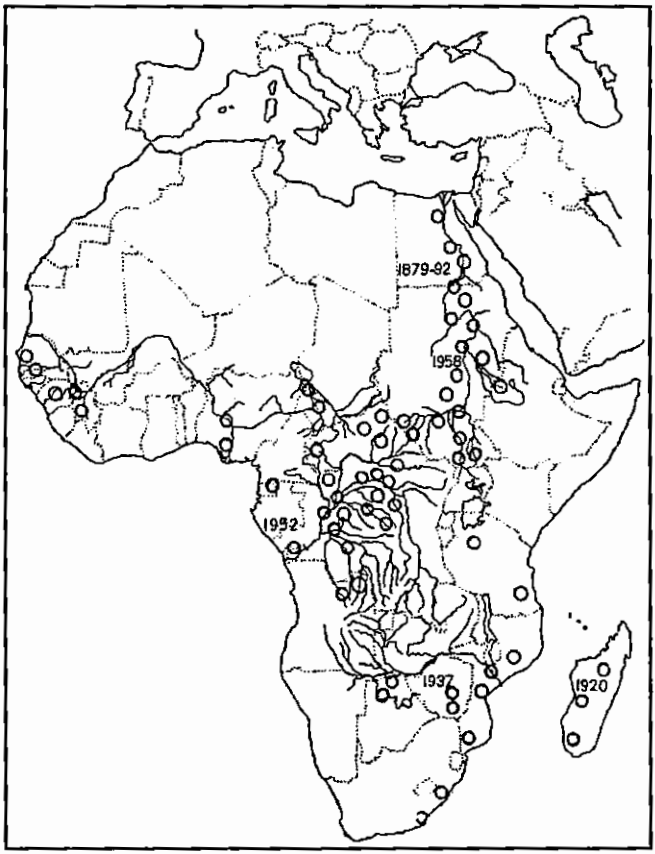
شكل رقم (٣): التوزيع العالمى للنبات والأنواع القريبة له. يبين الخط السميك منطقة توزيع النبات. تشير L, M, S إلى طرز الأزهار طويلة ومتوسطة وقصيرة القلم على التوالى. تشير الحروف الكبيرة إلى الطرز السائدة. تشير الأرقام إلى الأنواع القريبة للنبات:

1. *Eichhornia azurea*. 2. *E, diversifolia*. 3. *E. heterosperma*. 4. *E.paniculata*, 5. *E. paradoxa*, 6. *E. cordifolia*, 7. *E. meyri and* 8. *E. pauciflora*.

أفريقيا

من المقترح أن النبات قد دخل مصر أولاً فى الفترة ما بين عامى ١٨٧٩ و١٨٩٢م (٣٣٥) وذلك بواسطة المستر (بيردوود) حاكم أملاك الجيزة والجزيرة فى ذلك الوقت، وإلى ناتال فى بدايات القرن الماضى (٣٦٣). وقد سجل فى جنوب روديسيا عام ١٩٣٧م، وبالقرب من برازافيل بالكنغو (زائير) عام ١٩٥٢م (١٤٤)،

وخلال فترة وجيزة أصبح النبات مشكلة خطيرة مغطياً امتداد ١٠٠٠ ميل من نهر الكونغو. وقد سجل العالم (ليبرن Leburn) (٢١٩)، أنه خلال عامى ١٩٥٦ و١٩٥٧م جُرِف أكثر من ١٥٠ طن من النبات فى الساعة بمياه نهر الكونغو عبر ليوبولدفيل. وقد ساهمت عدة روافد للنهر مثل كاساى وأوبانجوى وسانجا وإتمبيرى ومونجالا فى نشر النبات فى تلك المنطقة. ويوضح شكل ٤ توزيع النبات فى دول القارة والعام المسجل لدخول النبات لكل دولة.



شكل رقم (٤): توزيع النبات فى أفريقيا. تشير الأرقام إلى العام المرجح لدخول النبات.

ويمثل النبات مشكلة فى مصر والسودان، وتوجد العديد من الدراسات التفصيلية عن انتشار النبات على امتداد نهر النيل (٢٥٧، ٢٥٨). وقد شوهد النبات لأول مرة بالقرب من الخرطوم عام ١٩٥٨م (١٥٤، ١٥٦) حيث كان موجوداً فى الأغلب باتجاه الجنوب أيضاً. ويبدو أن النبات قد دخل إلى السودان من نهر الكونغو عبر فيضانات النهر (٦٩، ١٨٠).

وينتشر النبات أيضاً فى إثيوبيا وزائير وأفريقيا الوسطى ومدغشقر وموزمبيق (٢٥٣) وناتال وروديسيا (زمبابوى) وتنزانيا وحوض نهر أوكوفانجو فى بوتسوانا، وزامبيا وأنجولا وغينيا والسنغال. ولا توجد مؤشرات على امتداد انتشاره إلى كينيا ونيجيريا وأوغندا وغانا (١٧٢). وتعد أحواض الأنهار الرئيسية بالقارة الموبوءة بالنبات هى كاجارا ولوجون والنيجر والسنغال وزامبيزى وسابى وروافد تلك الأنهار.

أمريكا الشمالية

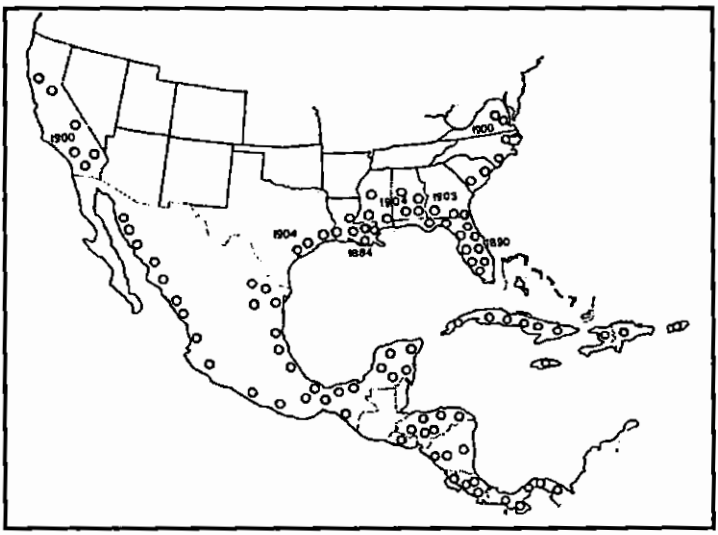
توجد دلائل قوية على أن النبات قد دخل الولايات المتحدة عام ١٨٨٤م. وقد سجل عديد من العلماء أنه قد جُلب من المناطق المنخفضة لنهر أورينيكو بفنزويلا لتوزيعه بواسطة وفد الحكومة اليابانية فى معرض القطن الدولى فى نيوأورليانز (لويزيانا) عام ١٨٨٤م (٣٧٥). وعلى رغم ذلك ذكرت إحدى الدراسات أن النبات قد وجد فى لويزيانا عام ١٨٦٠م (٣٣٤). ويبدو أن المزارعين فى تلك الولاية قد استزرعوا النبات فى البرك الموجودة بمزارعهم وألقوا بالزيادة فى الأنهار القريبة ومنها انتشر النبات إلى الولايات الساحلية الأخرى (٢١٠).

وقد وصل النبات إلى فلوريدا عام ١٨٩٠م، واستخدم كغذاء للماشية فى جنوب تلك الولاية فى أواخر التسعينات من القرن التاسع عشر (٣٧٥). وقد عاق النبات القنوات المائية فى جنوب لويزيانا بحلول عام ١٨٩٤م. وقد وصف فى عديد من الدراسات مدى الإصابة بالنبات فى نهر سان جون الواقع شمال فلوريدا (٢٩٦، ٣٦٠). وقد أدخل النبات إلى الولايات الأخرى فيما بعد ذلك بسرعة، حيث وجد فى فرجينيا وكاليفورنيا عام ١٩٠٠م (٨٣، ٢٠٠)، وفى جورجيا عام ١٩٠٣م (٢٦٨)، وتكساس (٣١٣) وميسيسبى وألاباما (٨٢) عام ١٩٠٤م. ويتواجد النبات

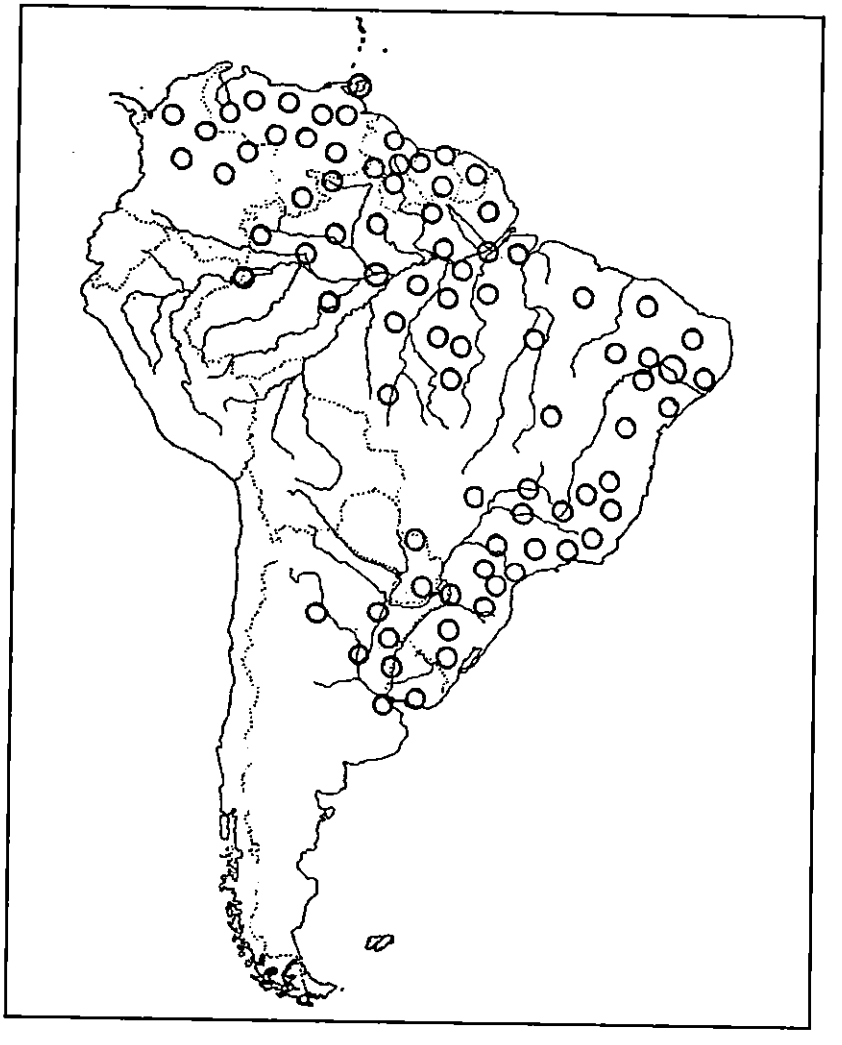
كآفة خطيرة أيضًا فى كارولينا الشمالية وكارولينا الجنوبية. ويوضح شكل ٥ توزيع النبات فى الولايات المتحدة الأمريكية.

أمريكا الوسطى والجنوبية

توجد عدة تسجيلات تبين انتشار النبات فى مناطق توزيعه بين الدول الاستوائية فى تلك القارة. وقد أصبح كثير من الخزانات التى أنشئت موبوءة بالنبات. وعلى سبيل المثال بحيرتا بروكبوند وباراماريبو فى سورينام (١٣٥، ٢٢١) منذ عام ١٩٦٥م، وبحيرة ريوليمبا فى السلفادور منذ عام ١٩٦٤م (١٥٢، ٢٢٦)، وبحيرة أباناس فى نيكاراجوا منذ عام ١٩٦٥م (٢٢٧، ٢٢٨). ويتواجد النبات بدرجة حادة فى المكسيك (٢٧٨)، وفنزويلا (٢٧٦)، والأرجنتين وإكوادور وهندوراس وباراجواى وأوروجواى وكوستاريكا وبورتريكو (١٥٢) وجزر الكاريبى والهند الغربية (شكلى٥ و ٦).



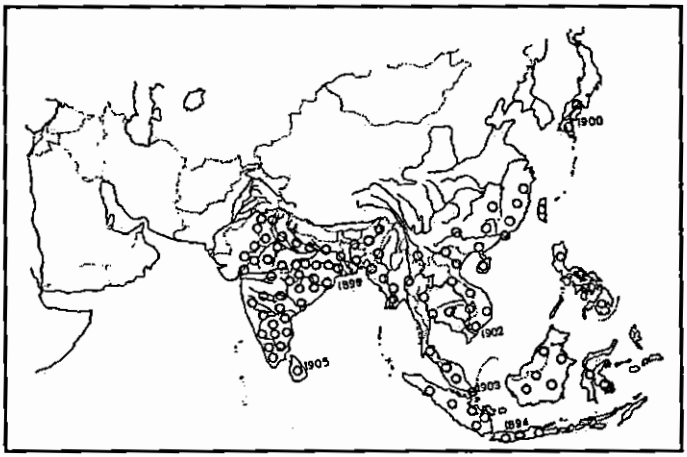
شكل رقم (٥): توزيع النبات فى الولايات المتحدة وأمريكا الوسطى. تشير الأرقام إلى العام المرجح لدخول النبات.



شكل رقم (٦): توزيع النبات فى أمريكا الجنوبية.

آسيا

تدل الدراسات على أن النبات قد انتشر من المناطق الاستوائية إلى العالم القديم فى نفس الوقت تقريباً فى مطلع القرن الماضى (شكل ٧). وقد أدخل النبات إلى اليابان فى العصر الميجى (١٨٦٨ - ١٩١٢م) وانتشر بعدها للمناطق الجنوبية للبلاد (٣٠٢). وقد أشارت إحدى الدراسات إلى أن النبات قد انتشر من اليابان إلى الولايات المتحدة، إلا أن هذه النظرية تبدو غير صحيحة. وقد سُجّل النبات فى اليابان لأول مرة فى مقاطعة أوكاياما عام ١٩٦٠م (٣٤٤) حيث تكاثر بدرجة عظيمة فى الأنهار وقنوات الرى وغيرها، ويتواجد النبات فى معظم أنحاء البلاد، باستثناء بعض المناطق بشمال البلاد لشدة برودتها شتاءاً (٣٥٠).



شكل رقم (٧): توزيع النبات فى آسيا. تشير الأرقام إلى العام المرجح لدخول النبات.

وقد أدخل النبات إلى سرى لانكا عام ١٩٠٥م وانتشر بسرعة داخل الجزيرة مجبراً السلطات المختصة على إصدار قرار خاص بالنبات (قرار ٤ لعام ١٩٠٩م) يحظر استيراد النبات ومعاقبة من يستزرعه أو يفشل فى القضاء عليه فى منطقته. وعلى رغم ذلك استمر النبات فى الانتشار وأعلن كعشب مؤذ عام ١٩٢٤م (٢١٢).

وبحلول عام ١٩٢٥م أصبح عشباً خطيراً (٣١)، وفى عام ١٩٣٦م لم يتبق من الجزيرة سوى الأقاليم الشمالية والشرقية التى لم تصب بالنبات (٣٢).

وفى جنوب شرق آسيا أدخل النبات أولا إلى الحديقة النباتية فى بوجور بإندونيسيا عام ١٨٩٤م (٥٤). وتدل إحدى الدراسات على أن النبات قد أدخل إلى المناطق الاستوائية بالعالم القديم فى حدود عام ١٨٢٩م، وإلى إندونيسيا عام ١٨٨٦م (٢٩٤). كما تدل دراسة أخرى على أن النبات قد استزرع أولاً فى أوروبا ثم أدخل من هناك إلى إندونيسيا (٩٧) حيث ينمو بسرعة كبيرة مسبباً إزعاجاً ومشاكل عديدة، وقد ألقى أو تسرب إلى نهر (تجى لى وُنج) والذى حمله بدوره إلى أماكن أخرى، وينمو النبات حاليًا حتى ارتفاع ١٦٠٠ متر فوق سطح البحر.

ويُعتقد أن النبات قد أخذ إلى هانوى عام ١٩٠٢م، ومن هناك أخذ إلى جنوب الصين وهونج كونج. وقد استزرعه الصينيون وبدءوا فى تغذية الخنازير المرباة عليه، وحملوه إلى سنغافورة فى عام ١٩٠٣م (٩٧)، ثم تسرب بعد ذلك إلى حقول الأرز والأجسام المائية الأخرى. ومن المسلم به أن الإنسان قد ساعد على انتشارات إضافية للنبات على طول الطرق البحرية، هذا بجانب أثر الفيضانات على امتداد الأنهار والتى تسببت فى حمل النبات إلى المناطق العليا من تلك الأنهار تاركة إياه فى المناطق المنخفضة منها.

وعلى رغم أنه لا يعرف تاريخٌ محدَّدٌ لدخول النبات إلى الهند، فإنه من الثابت أنه قد دخل إلى البنغال قبل عام ١٩٠٠م، وترى بعض الدراسات دخوله خلال عامى ١٨٨٨ و ١٨٨٩م (٢٣٩). وتدل دراسات أخرى (٧٩) على أن النبات قد تمركز فى البنغال فى حدود عام ١٨٩٦م. وتبين وجود النبات فى نهر إراوادى ببورما والأنهار الأخرى بالمنطقة. ويوجد النبات حالياً فى أنحاء الهند المختلفة. وباكستان وبنجلاديش وسرى لانكا وبورما وماليزيا وسنغافورة وإندونيسيا (٣٢٦)، والفلبين (١٥١)، وتايلاند (٣٦، ١١١) والمناطق المتاخمة.

استراليا وجزر المحيط

استدر النبات في انتشاره حتى وصل إلى المناطق النائية. وأصبح الكثير من الأجسام المائية العذبة في جزر عديدة بالمحيط موبوءة بالنبات. ويوجد النبات حالياً في جزر هاواى وفيجى وكوك (٤٥، ٤٧)، وجزر سولومون وجوام وكاليدونيا الجديدة (١٣٢، ٣٠٥). كما ينتشر النبات أيضاً بالمناطق الشمالية لاستراليا (٣٥٦)، ونيوزيلاندا (٢٣٧). وفى داخل استراليا يتواجد النبات فى فيكتوريا ونيوساوث ويلز وكوينزلاند، لكنه يمثل مشكلة خطيرة فقط فى أنهار كوينزلاند (٤١ ، ٧٧) (شكل ٨).

شكل رقم (٨): توزيع النبات فى استراليا وجزر الباسفيك. يعد عام ١٨٩٠م هو العام المرجح لدخول النبات.

أوروبا

يوجد النبات فى المياه الطبيعية بالبرتغال منذ عام ١٩٣٩م (١٦٤)، إلا أنه لم يعثر عليه فى مناطق أخرى من أوروبا باستثناء الحدائق النباتية وبعض المراكز البحثية. وقد أبدى بعض العلماء تخوفهم من تسرب النبات إلى مياه البلدان الأوروبية الأخرى (١٣٦)، إلا أن هناك توقعاً بأن شدة البرودة فى فصل الشتاء سوف تحول دون استمرار وجوده، حيث لا يتحمل النبات الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة كما سوف يوضح فى الفصل التالى.

أسماء النبات فى العالم

تتنوع أسماء النبات فى دول العالم، وإن كان يعرف فى عديد من الدول بياسنت الماء، ومن أسماءه الشائعة:

جمهورية مصر العربية: **ورد النيل**.

السودان: **أعشاب النيل**.

الولايات المتحدة، أستراليا، نيوزيلندا، شرق أفريقيا، جنوب أفريقيا، زمبابوى، الفلبين: **ووتر هياسنث**.

هولندا: **ووتر هياسنت**.

فرنسا: **ياسنث دى يو**.

ألمانيا: **فاسر هياسنث**.

البرازيل: **أكوابى**.

الأرجنتين: **كامالوت**.

فنزويلا: **لاجونا**.

كولومبيا: **بوشون**.

بورتريكو: **فلور دى أجوا**.

فيجى: **بيكابيكاراجا**.

الهند: هندى: **جالكومبى**، تيلوجو: **بيساشى تانانا**، تاميل: **أكاسا سامارای**، مالايالام: **كولافاسا**، أوريا: **كاجور باتى**، بنغالى: **كاتشوريبانا**، كانادا: **كولافالى**.

بنجلاديش: **كاتشوريبانا**.

بورما: **بيدا بن**.

كامبوديا: **كامبلوك**.

ماليزيا: **جامبان**.

إندونيسيا: **بنجكوك**.

مورشيوس: **بونجا**.

تايلاند: **باك توب جافا**، **توب تشاوا**، **ساوا**.

سيام: **باكتوبشافا**.

فيتنام: **لوك بن**.

اليابان: **هوتيأوى**.

الفصل الثالث

أداء وبيئة النبات

أداء النبات

فقد الماء بالنتح

البناء الضوئى

إنتاج المادة الجافة

بيئة النبات

تركيب المجتمع والتنافس

تثبيت النيتروجين

الضوء والحرارة

العناصر الغذائية

تركيز أيون الأيدروجين

أداء وبيئة النبات

نُلْقى الضوء فى هذا الفصل على أهم أداء ورد النيل من ناحية وظائف الأعضاء (العمليات الفسيولوجية)، خاصة عملية فقد الماء عن طريق النتح وعملية البناء الضوئى وإنتاج المادة الجافة. كما يُستعرض بيئة النبات من زوايا تكوين المجتمع والتنافس وتثبيت النيتروجين وتأثير كل من الضوء والحرارة والعناصر الغذائية ودرجة تركيز أيون الأيدروجين بالماء عليه.

أداء النبات

• فقد الماء بالنتح

يحتوى النبات على نسبة عظيمة من الرطوبة تصل إلى ٩٥٪ (١٦٠، ٢٢٩)، ويموت خلال بضعة أيام بعد إبعاده عن الماء، ويتوقف ذلك بدرجة ما على درجة الحرارة وكمية ضوء الشمس المباشر ودرجة الرطوبة المحيطة، وقد وجد أن النباتات الموجودة أسفل كومة منها قد تستمر حية لمدة ثلاثة أسابيع على الأقل.

ويعرف النبات جيداً بقدرته العالية على التسبب فى فقد الماء بسرعة خلال عملية النتح من الأوراق. ويطلق عليه فى الهند تعبير (سامودرا سوخ) أى الذى يستطيع أن يمتص ماء المحيط. وهناك دراسات لا تحصى عن هذه القدرة الفريدة على التسبب فى فقد الماء مقارنة بالسطح المكشوف الخالى من النباتات. وتتفاوت هذه الدرجة باختلاف عديد من العوامل أهمها الظروف الجوية وبخاصة درجتا الحرارة والرطوبة النسبية، وعمر النبات وطبيعته فى بيئته وبخاصة سطحه النوعى وغير ذلك من عوامل. فقد وجد فى بعض الدراسات فقد ١,٢٦ مرة عن السطح المكشوف (٩٣)، وفى دراسة أخرى من ٥,٧٨ إلى ٩,٨٤ مرة فى مواسم مختلفة (١٢٠)، وتتراوح نتائج الدراسات الأخرى فيما بين هذه القيم. وعند

استخدام ارتفاع الماء كدالة، وجد أن تجمعاً من النبات أبعاده ١٠٠ × ٥٠ × ٢,٥ قدماً قد تسبب فى خفض ارتفاع الماء تحته ٣,٣ سنتيمترات يومياً (٢٤١) وفى موضع آخر ١,٥ سنتيمتر يومياً.

ويمكن أن يعزى الفقد السريع للماء بالنبات إلى كبر حجم الثغور والمسافات بينها. فقد وجد أن اتساع الثغور يبلغ نحو ١٢ × ٢٧ ميكروناً، أى أنه حوالى ضعف حجم الثغور فى النباتات الأخرى. كما أن المسافات بين الثغور أطول حوالى ثمانى مرات عن فتحات الثغور. ومثل هذه المسافة لا تسمح بأى تداخل بين بخار الماء النافذ للخارج فى عملية النتح والذى لو تداخل لحدَّ من عملية فقد الماء إلى الجو المحيط.

● البناء الضوئى

للنبات قدرة فائقة على البناء الضوئى، ويعد أكثر النباتات استغلالاً للطاقة الشمسية. ففى تركيز تجريبى ٤٠٠ جزء فى المليون من ثانى أكسيد الكربون ودرجة حرارة ٢٥ مئوية و٧٠٪ رطوبة نسبية وشدة إضاءة من ٧,٣ – ٣٧ كيلولَكس تراوح معدل البناء الضوئى من ١,٦ إلى ١٥,٥ ملليجرام ثانى أكسيد كربون لكل ديسيمتر مربع فى الساعة، وكانت نقطة تعويض ثانى أكسيد الكربون ٦٠ جزءًا فى المليون (٣٢٥).

كما يمكن للنبات أيضاً استغلال ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء خلال الجذور لإتمام عملية البناء الضوئى (٣٥٣)، وقد ثبت ذلك باستخدام الكربون المُعَلَّم (C 14). ويعد النبات نفسه هو المصدر الأساسى لوجود ذلك الغاز فى الماء وذلك خلال تنفس جذوره.

● إنتاج المادة الجافة

يبلغ المحصول الفعلى للنبات فى عديد من الدراسات من ٧ إلى ٦٠ طنًا للهكتار فى العام، ووجد معدل إنتاج أولى للهكتار سنوياً ٤٠,٥ طنًا (١٦٣) حتى

١٧٢,٨ طناً وذلك عند نمو النبات فى برك الأكسدة التى تستخدم لمعالجة مياه صرف المدن (٣٧٨). كما أنتج النبات ١٩٤ كيلوجراماً للهكتار فى اليوم فى بركة غنية بالعناصر بمحصول أولى ٤٣٨ كيلوجراماً للهكتار (٩٠). كما قد يصل الإنتاج السنوى إلى ٢٦٩ طناً للهكتار (٢١١). ووجد أيضاً إنتاجٌ يومىٌ وصل إلى ٢٩٠ كيلوجرامًا للهكتار (٣٦٥) وإلى ٥٤٠ كيلوجرامًا للهكتار فى البحيرات الغنية بالعناصر (٣٧٩). هذا وقد أجريت معظم تلك الدراسات خلال فترات معينة وخلال موسم نشاط النمو الذى يشمل فصول الربيع والصيف والخريف.

بيئة النبات

• تركيب المجتمع والتنافس

يتوالد النبات بسرعة كبيرة حيث يكَوِّن تجمعات متصلة مغطياً لسطح الماء، ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح فى القنوات المائية وخاصة قنوات الصرف التى يغزوها النبات حالة عدم اتخاذ إجراءات لمكافحته. وتعوق هذه التجمعات السميكة نفاذية الضوء إلى الماء، مما يتسبب عادة فى القضاء على أنواع الأعشاب المغمورة مثل ديل الفرس ونخشوش الحوت وغيرها. إلا أنه عند رفع النبات من الماء فإن تلك الأعشاب تنمو وتزدهر مرة أخرى. وحينما تكون كثافة النبات منخفضة فإنه يتواجد معه عادة بعض أنواع الأعشاب الطافية الأخرى مثل خَسّ الماء والأزولا والسلفينيا وغيرها وذلك فى البلدان التى تتواجد بها تلك الأنواع. وتعمل التجمعات القديمة الكثيفة كبيئة مناسبة لإنبات ونمو بادرات بعض أنواع الأعشاب المنبثقة مثل التايفا والغاب (ملحق الصور).

ويُكَوِّن النبات أحياناً تجمعات طافية تزداد فى سمكها تدريجياً حتى ترتكز قاعدتها على القاع. وفى هذه الحالة قد تحتوى حصائر النبات من الحجم المتوسط على ٢ مليون نبات للهكتار الواحد وبوزن غض من ٢٧٠ إلى ٤٠٠ طن مترى للهكتار.

ويلعب النبات دوراً سيادياً فى التعاقب الخضرى فى نظم المياه العذبة وذلك بعمله كرصيف عائم للأنواع المستعمِرة من أنواع النباتات البرية ونباتات الأراضى

الرطبة والنباتات المائية. كما تساعد الأتربة والعوالق التى يحتجزها النبات من الهواء أو الماء وكذلك كميات المادة العضوية المعلقة التى ينتجها النبات نفسه من تحلل بقاياه الميتة من الأوراق والجذور القديمة، تساعد على نمو وظهور جزر طافية تعرف بالسَّد sudd والتى تتغطى تدريجياً بأنواع نباتات المستنقعات والنجيليات وحتى بادرات الأشجار. وتوجد مثل هذه التكوينات من الجزر فى الهند (٣٤٩). وقد وجد عدد من الأنواع النباتية فى تجمعات النبات بالنيل الأبيض مثل نبات البردى *Cyperus papyrus* ونبات أم الصوف *Vossia cuspidata* وغيرها (١٥٥). وفى الهند يتواجد مع النبات فى مثل تلك التجمعات أجناس التايفا *Typha* والغاب *Phragmites* والحميض *Rumex* ونباتات أخرى نجيلية.

وفى أنهار وسط إفريقيا، يقتصر غزو النبات على الأماكن الخالية بين تجمعات الأنواع النباتية الأخرى، ويتخلل فقط بدرجة بسيطة تكوينات نبات أم الصوف وبعض الأنواع الأخرى (٩٩). وفى ولاية كارولينا الشمالية وبعض الولايات الساحلية الأخرى بالولايات المتحدة، قد تختفى تجمعات النبات ليحل محلها النوع العدوانى الشرس عشب التمساح *Alternanthera philoxeroides*. إلا أن النبات يمكنه منافسة أنواع أخرى بقوة مثل خَسّ الماء *Pistia stratiotes* (١٥٥) حيث اختفى الأخير من بعض مناطق النيل الأبيض بعد غزو النبات لها، وكذلك فى بحيرة أباناس بنيكاراجوا (٣٣٧). ويعزى هذا إلى أن أوراق ورد النيل تعمل كمظلة تحتل سطح الماء مظللاً نباتات خَسّ الماء الأصغر حجماً فيحرمها من عملية البناء الضوئى الحتمية لاستمرار الحياة (ملحق الصور).

كما يبدو أن درجة تركيز أيون الأيدروجين فى الماء، تعمل فى صالح النبات فى تنافسه مع خَسّ الماء (٣٣٨). وفى بعض القنوات المائية بكيلارا بالهند، ينمو النبات جيداً مع نباتات السلفينيا التى قد تستبعده فى بعض المواطن، ويتكون السَّد عادة من كلا النوعين حيث يمكن مشاهدتهما بصورة شائعة فى الأجسام المائية الضحلة. وفى جاميكا، للنبات قدرة تنافسية عالية مقارنة بغيره من الأنواع

التى تتبع جنسه والمتوطنة هناك وأهمـها *Eichhornia paniculata* حيث ينتشر بدرجة أكبر على رغم أن النوع المتوطن ينتج بذوراً وفيرة بجانب تكاثره الخضرى.

وقد أوصى فى الهند باستزراع بعض الأنواع النباتية المتوطنة المفيدة فى الماء بعد رفع النبات يدوياً لعدة سنوات متتالية حيث تحل هذه الأنواع محل النبات نهائياً (٣٠٨). وفى بنجلاديش يستزرع بعض الأنواع مثل الجوت والسيسبان على ضفاف الأنهار لاستبعاد النبات من تلك الأنهار.

ويتواجد مع النبات تجمعات خاصة من المملكة الحيوانية (٢٤٧) منها عديد من أنواع القشريات crustaceans والدَوّارات rotifers والحشرات المائية ويرقاتها، كما تزداد أعداد الهائمات الحيوانية zooplanktons بعد غزو النبات كما حدث فى النيل الأبيض. ويُعَد خفض سرعة تدفق الماء بسبب وجود النبات عاملاً هاماً فى خلق بيئة مناسبة لتلك الهائمات فتزداد فى أعدادها (٢٩٩). ويرجح من التجارب أن جذور النبات تطلق بعض الأحماض الأمينية والكربوهيدرات فى الماء المحيط والتى قد تكون إحدى الأسباب الهامة لإثراء البيئة للحياة الحيوانية المائية وإحدى نقاط البداية للسلسلة الغذائية بينها. كما تلعب الجذور دوراً كبيراً كموطن لعديد من أنواع القواقع. وقد وجد بنهر النيل عند أسيوط عديد من تلك القواقع المصاحبة للنبات تنتمى لأجناس ليمنيا *Lymnaea* وبولينوس *Bullinus* وبيومفلاريا *Biomphalaria* وميلانيا *Melania* وكليوباترا *Cleopatra* (٢١) والتى سوف يأتى ذكرها ببعض التفصيل فى الفصل الرابع.

• تثبيت النيتروجين

وجدت بعض أنواع البكتيريا غير التكافلية المثبتة للنيتروجين مصاحبة لجذور وأوراق النبات. وقد عثر على بكتيريا الأزوت *Azotobacter chroococcum* على نباتات نامية فى بركة قُرب (ليبا) بالفلبين. وقد وجد أن هذه البكتيريا يمكنها تحسين نمو أوراق وسيقان وجذور بعض النباتات نظراً لإنتاجها مَوَادَّ للنمو مثل الجبريلين والثايمين والريبوفلافين (١٩٣). كما حدثت زيادة فى محصول القمح والأرز نتيجة رش معلقات تلك البكتيريا عليها (١٩٤).

هذا وقد وجدت بكتيريا الأزوت حول قواعد أوراق النبات (٢٨٥)، كما وجد على جذوره بكتيريا مشابهة لها القدرة على تثبيت النيتروجين (١٣٧ ، ٣١٧).

● الضوء والحرارة

يتعاظم نمو النبات تحت كثافة الضوء الشديدة ودرجة الحرارة المرتفعة (٢٦٨). ووجد أن احتياجات الضوء الكلية للنمو المثالى توازى ٢٤٠ كيلولَكس/ساعة وحد أدنى مقداره ٤٠ كيلولَكس/ساعة. لهذا يمكن للنبات أن ينمو فى مدى واسع من كثافات الضوء. ويظهر النمو أيضاً علاقة مباشرة مع طول الفترة الضوئية على رغم النمو الجيد على فترات ضوئية تتراوح بين ٦ و ١٦ ساعة (١٢٠ ، ١٤٨). والنبات من ذوات النهار المتعادل بالنسبة للتزهير. هذا ويتأثر شكل الورقة بكثافة الضوء، ففى كثافات الضوء العالية تتكون الطافيات فى الأوراق، بينما تتكون الأوراق الطويلة فى الظلام أو تحت ظروف التزاحم فى كثافات الضوء المرتفعة. وقد وجد أن الحد الأدنى من كثافة الضوء لتكوين الطافيات هو ٥,٣٤ كيلولَكس.

ومتطلب الحرارة المثلى للنبات هو ٢٧ – ٣٠ درجة مئوية (٢١١). ولا يستطيع النبات الحياة إذا كانت درجة حرارة الماء أكثر من ٤٠ درجة أو أقل من ١٠ درجة مئوية. لذا فإن درجة التجمد قاتلة للنبات، إلا أنه قد يظل حياً لفترة قصيرة لو كانت درجة الحرارة قريبة من درجة التجمد (٢٦٨). وتموت الأوراق بالصقيع ولكن لا يموت النبات كلية حتى يتجمد قمة الريزوم (الواقع تحت سطح الماء مباشرة). ويموت النبات خلال ٤٨ ساعة إذا ما وصلت درجة حرارة الماء إلى ٤٥ مئوية.

وتحفز درجة الحرارة المنخفضة نمو أغصان النبات وتخفض من مساحة الورقة (٢٩). كما تؤثر درجة الحرارة على امتصاص العناصر من الماء وكذلك على عملية النتح. وقد وجدت علاقة بين عدد الأغصان وشدة الإضاءة (٣٢٥). وفى اليابان، تموت النباتات خلال الشتاء ولكن القليل منها يظل حياً فى جيوب الجسم المائى المحمية المغطاة وينمو ثانية فى الربيع التالى (إبريل – مايو) (٣٠٢، ٣٥٠).

ويتأثر الإزهار بدرجة حرارة الليل والنهار (١٨٢). ويحفز تلك العملية وجود درجة حرارة دنيا ٢٠ درجة مئوية، أو ٢١ درجة خلال الليل و٣٥ – ٤٠ درجة خلال النهار، ولا يحدث الإزهار على الإطلاق إذا ما ظلت الحرارة تحت درجة ١٦ مئوية.

● العناصر الغذائية

للنبات احتياجات غذائية قليلة مقارنة بغيره من نباتات الأرض (١٨٢)، إلا أنه يستجيب مباشرة لمستويات العناصر الغذائية فى الماء. ويرتبط النمو مباشرة بمستوى النيتروجين والفوسفور خاصة. وقد وجد نمواً مثالياً بإضافة ١٠٠ – ١٥٠ جرام مادة عضوية متحللة لكل لتر من الماء (١٨٢). كما ازداد نمو النبات فى مياه صرف المدن فى عديد من الدراسات (١٠٠، ٣٥٨). وتزيد مخصبات النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من نمو النبات (٩١). وقد وجد أن الحد الحرج من الفوسفور للنمو هو ٠,١ جزء فى المليون (١٧٣) وأن المستوى المثالى لهذا العنصر للنبات هو ٢٠ جزءًا فى المليون، كما يمتص النبات ذلك العنصر بشراهة من التركيزات العالية منه. وترشح العناصر الممتصة الزائدة عن حاجة النبات عادة إلى خارج الريزوم والجذور خلال ستة أيام.

وفى مصر، يعتقد أن من أسباب ازدهار النباتات المائية فى الترع والمصارف هو تزايد استعمال الأسمدة فى الزراعة وما صاحب ذلك من تزايد نسب بقاياها فى المياه الزائدة عن حاجة الرى ومن مياه الصرف التى تصرف على بعض الترع والمصارف نتيجة التكثيف الزراعى الذى واكب توفر المياه طوال العام بعد بناء السد العالى (٧). وقد أعطت إحدى الدراسات الرائدة التى أجريت بأسيوط (١٤٢، ١٤٣) تفسيرا عن ازدهار ورد النيل فى المياه الراكدة وقنوات الصرف بوجود علاقة بين نقص الجهد المائى للبيئة المائية وسريان الكاتيونات (كالبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم).

وفى نهر النيل، تعزى زيادة الأعشاب المائية فى العقود الأخيرة إلى توقف مياه الفيضانات التى كانت تعتبر بمثابة عملية غسيل طبيعية تتم سنوياً لمجرى

النهر كاسحة أمامها بقايا النباتات وبخاصة الأنواع الطافية مثل ورد النيل والمخلفات والمواد العضوية وكذلك النموات الجديدة، إلى جانب زيادة شفافية الماء مما يساهم فى ازدهار الأعشاب المغمورة.

وتؤثر شدة الإضاءة تأثيراً مباشراً على امتصاص بعض العناصر كالفوسفور لكنها لا تؤثر على امتصاص النيتروجين والبوتاسيوم (٣٢٢، ٣٢٣، ٣٢٤). وتبين أن إضافة كبريتات النحاس إلى البيئة المائية يؤثر على امتصاص جذور النبات للماء (٢٦٥)، وأن إنتاج المادة الجافة بالنبات يرتبط مباشرة مع عملية النتح (٢٦٣). وقد وجدت علاقة مباشرة بين إنتاج المادة الجافة وعدد الأوراق والتغذية النيتروجينية والفوسفاتية للنبات (١٠١، ٣٦٢). هذا ويؤثر قطع الأوراق بصورة دورية تأثيراً معاكساً على إنتاج المادة الجافة.

والنبات من نباتات المياه العذبة كما ذُكر ، ولا يستطيع تحمل ملوحة ماء البحر، لكنه يتحمل درجات الملوحة المنخفضة حتى ٠,٠٦ ٪ رغم معاكستها للنمو (٢٦٨). وفى مصر، وجدت بعض تجمعات النبات متناثرة فى بحيرة التمساح فى بداية العقد الماضى. وقد كان هناك تخوفٌ كبيرٌ من انتشار وتمركز النبات فى قناة السويس فيعوق من عمليات الملاحة (٢)، ولكن تبين أن هذه النباتات كانت متسربة من إحدى القنوات المائية بالمنطقة، ولم تستطع تلك النباتات سوى أن تحيا ذابلة لفترة محدودة.

• تركيز أيون الأيدروجين

ينمو النبات بصورة مثالية عند درجات pH للماء من ٦ – ٨. وتميل النباتات الموجودة فى بيئات أعلى أو أقل من هذا المدى إلى أن تغير الدرجة لتجعلها فى هذا المدى (٢٦٥). ويتأثر نمو النبات بشدة على الدرجات العالية أو المنخفضة لكنه يظل حياً. وقد وجد نمواً للنبات على درجة ٤ (غَيَّرَها النبات إلى ٤,٦ بعد أربعة أسابيع) وكذلك نما بصور متفاوتة على درجات حتى ٨ (غَيَّرَها النبات إلى ٧,٣ بعد أربعة أسابيع) (١٧٣، ١٧٤).

ووجد فى دراسات أخرى عديدة أن أفضل نمو للنبات يكون على درجة pH ٧ (١٠١). ولوحظ أن امتصاص عنصر الفوسفور بالنبات يتعاظم عند درجة ٤، وكذلك النيتروجين والبوتاسيوم عند درجة ٧. ويعزى التأثير السلبى للدرجات المنخفضة على النبات نسبياً إلى عدم تيسر العناصر للنبات عند تلك الدرجات، لأن التركيز العالى لأيونات الأيدروجين يتداخل مع امتصاص العناصر. ومما يؤكد ذلك عدم وجود النبات فى موطنه الأصلى بأمريكا الجنوبية فى المناطق التى تقل فيها الدرجة بالماء عن ٥ كما فى مناطق ريونيجرو وريوأريباس بينما يتوافر فى مياه المناطق الأخرى الأعلى فى درجاتها مثل منطقة أمازونيا.

الفصل الرابع

الأضرار على بيئة الإنسان

المحاصيل والمنشآت

الأنشطة المائية

الصحة العامة

نوعية الماء ومكوناته

كمية الماء

مواجهة المخاطر

الأضرار على بيئة الإنسان

يستطيع نبات ورد النيل – كما ذُكر هو وغيره من أنواع الأعشاب غزو الأجسام المائية والانتشار فيها. ومن بين العديد من تلك الأعشاب يوجد ٣٥ نوعاً، معظمها معمر، ذو أهمية على مستوى العالم (٢٨٣)، حيث تعد حشائشَ ضارة فى الشبكات والنظم المائية وفى حقول الأرز، وتنتمى تلك الأنواع إلى ١٨ عائلة نباتية مختلفة. وقد جذبت الحشائش المائية الطافية انتباه الإنسان عن غيرها من الحشائش المائية الأخرى نظراً لأن تجمعاتها الكثيفة ملفتة للأنظار، ولأن حركتها بالرياح أو الفيضانات قد تتسبب فى إلحاق الدمار بمنشآت الإنسان وأنشطته.

ويعد نبات ورد النيل عالمياً أخطر عشب بين تلك الأعشاب المائية على الإطلاق، ويقع ترتيبه الثامن بين أخطر الأعشاب، وكل من يسبقه فى الخطورة أعشاب أرضية (١٨٤)، وتعزى خطورة النبات إلى انتشاره فى معظم البلدان الاستوائية وشبه الاستوائية مسبباً لعديد من المشاكل والخسائر. فهو مهدد للأنهار الرئيسية فى العالم، ويوجد فى الزراعة فى حقول الأرز، كما أنه يؤثر على الإنسان وعلى العديد من مصادره الطبيعية وأنشطته المختلفة وذلك بطرق مباشرة وغير مباشرة.

ويحوى النبات كمية هائلة من الماء تبلغ ٩٣–٩٦٪ من وزنه، وله قدرة فائقة على النمو والتكاثر كما ذُكر، قد تصل بإنتاجيته إلى أكثر من ٢٠٠ طن للهكتار فى العام (١٢٧) ومعدل نمو قد يجاوز ٢٠ جرامًا فى المتر المربع فى اليوم الواحد، وزمن تضاعف لأعداده من ٥ – ١٥ يوماً، وقدرة على تحمل الظروف غير المواتية، ويعد ذلك أهم الأسباب فى تدعيم انتشار النبات واستفحال أخطاره، مما حدا بتسميته فى بعض البلدان بأسماء دالة على خطورته منها (رعب البنغال) و(لعنة البغال) و(الشيطان الأزرق) (٨٩، ٣٥٦).

المحاصيل والمنشآت

مثل كل النموات الرهيبة لبعض الأعشاب المائية الأخرى، يخلق النبات مشاكل جمة خاصة تلك المتعلقة باستخدام وإدارة الموارد المائية. وفى نمواته الكثيفة، يعوق النبات تدفق المياه فى قنوات الرى، ويتداخل مع الملاحة والمحطات الهيدروليكية لتوليد القوى (٣٩، ٧٤). كما تمثل تجمعات النبات ثقلاً أمام المنشآت المائية وماكينات الرى بضغط التيارات المائية القادمة من أعالى المجرى، فيهدد تلك المنشآت ويفتك بالضعيف منها وقد يتلف ماكينات الرى ويعوق أدائها. ويتسبب النبات أيضاً فى تغيير درجة واتجاه التيار مسبباً نحراً موضعياً أو خفضاً لدرجة النحر وفقاً للموقع ودرجة وكثافة التجمع (٢٨٠). وفى مصر، يسبب وجود النبات خفضاً للكفاءة الهيدروليكية بمقدار ٦٠٪ بالترع الصغيرة و٤٠٪ فى الترع الكبيرة، بينما تؤثر الأعشاب المغمورة بنسب تتراوح بين ١٠ و٥٠٪ (٧).

وقد وجد خَفْضٌ لتدفق المياه بسبب وجود النبات بلغ ٤٠ – ٩٥٪ فى قنوات الرى (١٥٣، ١٦٨). وقد يؤدى ذلك إلى كوارث الفيضانات كما يحدث عادة فى ماليزيا وجيوانا. وقد قدر أن إعاقة النقل الزراعى فى دلتا نهر الميسيسيبى بسبب النبات قد تسبب فى فقد أكثر من ٣٥ مليون دولار وكذلك تقريباً فى ولايات فلوريدا وألاباما ولويزيانا بالولايات المتحدة (١٨٥ ، ١٨٦). وفى نهر الكونغو بزائير، أنفقت الملايين لتطهير النهر لجعله صالحاً للملاحة. وفى السودان، استخدمت وزارة الزراعة السودانية عام ١٩٦٣م أسطولاً من ٤٢ قارباً وثلاث طائرات وأنشأت ثلاث محطات على نهر النيل لمحاولة شق طريق فى النهر لعبور السفن البخارية التجارية خلال التجمعات الكثيفة للنبات ولتيسير الوصول إلى شواطئ القرى (٧٣). وقد تكلفت أعمال الصيانة والإصلاحات لسفن النقل بسبب النبات حوالى نصف مليون جنيه وتكاليف للمكافحة حوالى مليون جنيه لتطهير النهر.

كذلك فى مصر، تصرف ميزانيات ضخمة لتطهير المناطق الموبوءة من نهر النيل وشبكات الـرى والصـرف. وتواجَـه نفس المشـاكل فـى جيوانـا وزامبيـا والمنـاطق المنخفضة من نهر الميكونج فى لاوس وكذلك فى تايلاند وبنجلاديش. وعلـى رغـم أن النبـات يـهدد القنـوات المائيـة وحقـول الأرز أساسًـا، ففـى بعـض المنـاطق كبنجلاديش تتغطى بعض المزارع بكميات هائلة من النبات حين اندفـاع الفيضـان من الأراضى الأعلى فى موسم المطر.

وتحدث فى عديد من الدول، وبخاصة الهند، خسائر اقتصادية فادحة نتيجـة الإضرار بحقول الأرز فى مختلف الولايات، حيث يتداخـل النبـات مـع إنبـات ونمو بادرات ذلك المحصول (٢٠٤). وفى غرب البنغال وحدهـا قـدرت الخسـارة بسبب غزو النبات بأكثر من ١٥ مليونًا من الدولارات (٦٤).

وقد ثبت من ناحية أخرى احتـواء النبـات علـى مـواد كيميائيـة تتسـبب فـى تضـاد إنبـات ونمـو بـادرات بعـض المحـاصيل الاقتصاديـة (١٩). وتنطلـق هـذه المواد من تحلـل بقايـا النبـات الميتـة فـى البيئـة المائيـة، وقـد تصـل تلـك المـواد إلى الحقول المنزرعة وذلك عند رى الأرض بمياه يعيش فيـها النبـات خاصـة فـى المناطق الضحلة.

الأنشطة المائية

النبات مؤذ أيضاً للأسماك والحياة الحيوانيـة الأخـرى (٢٩١، ٢٩٣)، حيـث ينخفض إنتاج الأسماك بشدة (٣٧، ١٠٢). وفى وسط البنغال تسبب النبـات فـى فقد أكثر من ٤٥ مليون كيلوجرام من الأسماك فى عام واحد. وقد هبطـت كميـات الأسماك فى إحدى الدراسات من ٩٠٥ كيلوجراماً للهكتار فى حالـة عـدم وجـود النبات إلى ٢٨٠ كيلوجرامًا عند وجود غطاء للنبـات يمثـل رُبـع مسـاحة المسـطح المـائى، حيـث تسـبب ذلـك فـى خفـض كثافـة أعـداد الهائمـات النباتيـة phytoplanktons نتيجة لتظليل الغطاء النباتى للماء وامتصـاص النبـات للفوسـفور الذى يعد هاماً لنمو تلك الهائمـات. وبزيـادة درجـة تغطيـة النبـات للمـاء يـزداد

التأثير على تلك الهائمات، فقد لوحظ أن إنتاج تلك الهائمات انخفض إلى ٢,٢٥ من الجرام للمتر المربع عند ١٠٪ تغطية وإلى ١,٩٧ من الجرام للمتر المربع عند ١٥٪ تغطية لسطح الماء بالنبات. ومن المعلوم أن تلك الهائمات تلعب دوراً جوهرياً فى السلسلة الغذائية للأسماك (ملحق الصور).

وتسبب التجمعات الكثيفة للنبات نضوباً للأكسجين الذائب وبالتالى القضاء على الأسماك (٦٨ ، ٣٠٩). وفى المياه الضحلة يجعل النبات مناطق التكاثر ووضع بيض الأسماك غير ملائمة لها. كما لا يستطيع الصيادون الوصول إلى مناطق الصيد، وتتهدد حياة الصيادين بالقوارب الصغيرة لاضطرارهم إلى الاتجاه للأماكن العميقة ذات التيارات الشديدة ودفعهم إلى تحويل نشاطهم إلى المياه المكشوفة القريبة من قلب المجرى حيث خطر العمق والتيارات الأكثر اندفاعاً (١٥). وفى كثير من المجتمعات البشرية فإن هذا يعنى فقد مصدر رئيسىٍ للبروتين.

كما يعوق النبات عمليات الإنقاذ والإغاثة والمطاردة. ويُذكر مساعدة النبات ذات مرة لأحد طريدى العدالة بصعيد مصر على عبور نهر النيل متخفياً أسفل كتل النبات الطافية ومستخدماً للتنفس ساقاً مجوفة من نبات الغاب. وقد تمكن الطريد من السباحة بهذه الطريقة ساعات طويلة، وعلى رغم الحصار الذى فرض على المنطقة لم تتمكن القوات المنوطة بضبطه من القبض عليه إلا بعد أن نال منه التعب والإنهاك.

الصحة العامة

من المسجل فى أوائل القرن الماضى أن النبات لم يكن معروفاً بتهديده للصحة العامة (٣٠٦)، إلا أنه من المعروف الآن أنه يمثل مأوى ومصدراً لغذاء عديد من الكائنات الحيوانية المائية المؤذية وبعض ناقلات الأمراض كالملاريا والتهاب الدماغ encephalites وغيرها (١١، ٣٩، ١٢١).

وفى مصر، تفضل قواقع البلهارسيا نبات الهلّلس *Potamogeton pectinatus*، وهو من النباتات المغمورة الشائعة، ثم نبات ورد النيل (١٢٣)، وقد وجد فى

دراسة على النبات الموجود بنهر النيل جنوب مدينة أسيوط عديد من أنواع القواقع الضارة والناقلة للأمراض ملتصقة بالنبات وبخاصة الجذور أهمها :

Melania tuberculatus, Lymnaea cailliaudi, Bullinus truncatus, Cleopatra bulimoides, Biomphalaria alexandrina. وفي وجود النبات وصل قوقع *B. alexandrina* (العائل الوسيط لبلهارسيا المستقيم) إلى نموه الأقصى (١٢٥). كما وجدت علاقة موجبة بين القواقع الناقلة للبلهارسيا والنباتات المائية. هذا وقد ثبت أن النبات يوفر بيئة مثالية لمختلف أنواع القواقع التى تؤثر على نوعية الماء واستخدامه، وتُغيِّرُ من طعم الماء ورائحته.

كما يساهم النبات فى نشر حشرات البعوض المؤذية ومنها أنواع *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* وغيرها عن طريق خفض شدة تيار الماء وتوفير بيئة جيدة لتكاثرها (٣٠٦). ومن المعروف أن النبات يحمل أيضاً مسببات الأمراض النباتية التى تهاجم نباتات المحاصيل مثل بكتيريا *Rhizoctonia solani* وبكتيريا *Attractomorpha crenulata* وغيرها (٢٩١). وفى المناطق العليا لنهر النيل يعوق النبات المائية من الشرب بأمان لإيواءه للتماسيح (١٢٢).

نوعية الماء ومكوناته

من التأثيرات المستترة للنبات تأثيره على الماء نفسه، فيتسبب غطاؤه النباتى فى وجود رائحة غير مقبولة للماء ووجود مواد ملونة وعالقة، هذا خلاف إنضابه للأكسجين الذائب. وقد وجد أن حِمل إنضاب الأكسجين من الماء فى مساحة هكتار واحد موبوءة بالنبات يعادل مثيله لمياه صرف صحى ناتجة من ٨٠ فردًا من البشر (٢٩٣). ويخفض هذا التأثير من القدرة الطبيعية للجسم المائى لامتصاص المكونات العضوية كما يخلق رائحة عفنة ولوناً غير مرغوب.

ومن ناحية أخرى، يزيد النبات من تركيز ثانى أكسيد الكربون بالماء (٣٥٢) ويخفض من درجة شفافية الماء (٢١٥). كما يزيد تحلل بقاياه من الأوراق والجذور الميتة من الاحتياج البيولوجى للأكسجين BOD والاحتياج الكيميائى للأكسجين COD (١٧، ١٨)، والتأثير على مدى استخدام المياه فى الشرب.

وتتسبب التجمعات العائمة للنبات فى قطع نموات النباتات المغمورة وبالتالى المساعدة على نقلها مع التيار وإصابتها لمناطق أخرى، كما تطغى تلك التجمعات على نموات نباتات الضفاف التى تعمل كموائل للطيور المائية البرية وتدعم وجودها.

ونظراً للإنتاج الغزير للنبات من المادة العضوية فإن بقاياه منها تتراكم فى قاع الجسم المائى، وتتحلل هذه البقايا عادة ببطء شديد، ويمكن التعرف على الأوراق الميتة فى القاع لبضعة أشهر. وتظل بقاياه العضوية المتحللة معلقة فى الماء تحت تجمعاته مما يساعد على تكوين وازدهار الجزر الطافية (السُّد sudd) (٣٤٩) التى سبق الحديث عنها لما تحويه تلك البقايا من مغذيات لتلك الجزر.

وتكوين الجزر العائمة أو اختفاء سطح الجسم المائى كلية قد حدث فى بعض المناطق مثل بحيرة ألين فى كانبور بالهند (١٦٠). وقد قدر معدل ترسيب المادة العضوية على القاع تحت تجمعات النبات بحوالى ٣٠ سنتيمترًا فى العام (١٨٧) مما يعمل على ضحالة الماء عاماً بعد عام. ويعمل النبات على إثراء الماء بالعناصر بتحلل بقاياه العضوية، وكذلك يساعد على حجز السلت والعوالق الصلبة الموجودة فى الماء ويزيد بذلك من معدل الترسيب فى الجسم المائى (٩٤ ، ٢٢٢).

كمية الماء

كما ذُكر، فإن معدل النتح من غطاء النبات عال للغاية. ويرتبط النتح بدرجة الحرارة وامتصاص العناصر والضغط البخارى (٣٦١). ويتسبب هذا فى فقد كبير للمياه من الجسم المائى. وقد قدرت الخسارة بسبب هذا الفقد فى قنوات الرى بالولايات المتحدة بحوالى ٤٠ مليون دولار سنوياً (٧٢). كما يتسبب النبات فى فقد كميات هائلة من الماء من الخزانات الموبوءة به، مثل بحيرة ريولامبا فى السلفادور حيث استطاع ٤٠٥ هكتاراً من النبات فقد ١,٢٢ مليون متر مكعب من الماء.

وفى نهر النيل، حيث ينتشر النبات فيه من منابعه حتى مصبه، قُدِّر فقد الماء فى السودان بسبب وجود النبات فوجد أنه ١,٥ ملليلتر لكل سنتيمتر مربع فى اليوم مقارنة بقيمة ٠,٥٨ ملليلتر لكل سنتيمتر مربع فى اليوم من الماء المكشوف. وباعتبار أن المساحة الموبوءة بالنبات فى النهر وروافده بالسودان هى حوالى ٣٠٠٠ كيلومتر مربع (٢٥٧)، فإن إجمالى فقد الماء من النيل بسبب وجود النبات فى السودان هو حوالى سبعة مليارات متر مكعب سنوياً، وهو ما يمثل حوالى عُشر متوسط إيراد النيل الكلى من المياه. ويعد هذا الأمر من الأسباب الجوهرية لفكرة إنشاء قناة جونقلى، لحصر مرور المياه من "جوبا" جنوباً حتى "ملكال" شمالاً فى قناة واحدة مبطنة، بدلاً من سريان الماء مسطحاً منبسطاً فى البحيرات والمستنقعات شاسعة العرض الضحلة فى معظم أطرافها والتى يغزوها النبات فيما بين تلك المنطقتين، فيقل الفقد بالبخر مع تفادى المساحات الشاسعة الموبوءة بالنبات.

وفى مصر، تدل حسابات التقدير لفقد الماء بسبب غزو النبات بما يناهز ٥٠ مليون متر مكعب فى العام (٧)، وقد تم حساب ذلك على الأسس التالية:

- فقد الماء من النبات بالنتح تجريبياً فى مصر هو ٠,٦٢ ملليلتر لكل سنتيمتر مربع فى اليوم كمتوسط على مدار العام.
- المساحة المصابة بالنبات حوالى ٥٠٠٠ فدان معظمها بفرعى رشيد ودمياط.
- أطوال الترع المصابة بالنبات فى أماكن متفرقة مثل قناطر الحجز والكبارى وفتحات الرى والهدارات هى حوالى ٦٥٠ كيلومتر، الأطوال المصابة منها نسبتها ١٠٪ أى حوالى ٦٥ كيلومتراً.
- أطوال المصارف المصابة بالنبات فى أماكن متفرقة هى حوالى ٧٥٠ كيلومترًا، الأطوال المصابة منها نسبتها ٢٠٪ أى حوالى ١٥٠ كيلومترًا.
- فقد الماء بناء على ما سبق هو :
- من نهر النيل (من مساحة ٥٠٠٠ فدان) هو ٤٧,٥٢٣ مليون متر مكعب فى العام.

- من الترع (فى مسافة ٦٥ كيلومتراً بمتوسط عرض ٢٠ مترًا) هو ٢,٩٤١٩ مليون متر مكعب فى العام.
- من المصارف (فى مسافة ١٥٠ كيلومتر بمتوسط عرض ٢٠ مترًا) هو ٦,٧٨٩ مليون متر مكعب فى العام.
- جملة الفاقد من نهر النيل والترع والمصارف هو ٥٧,٢٥٣ مليون متر مكعب فى العام.

مواجهة المخاطر

تبدو المواجهة الأساسية لمخاطر النبات فى السيطرة على انتشاره والحد من تواجده بكل السبل الفاعلة المتاحة، وإن كان ليس مقصوداً من تطبيق تلك السبل إبادة النبات أو استئصاله كلية، فهذا الأمر عسير المنال صعب التحقيق إن لم يكن مستحيلاً، خاصة فى المياه المفتوحة شاسعة المساحة، وحتى فى قنوات الرى والمصارف المحدودة فى كثير من الحالات، نظراً لأن أية كمية قليلة من النبات لا تصلها يد المكافحة سرعان ما تتكاثر بسرعة فى مواسم النمو الطويلة. لذلك تركز الجهود على خفض كثافة النبات إلى أدنى درجة ممكنة باستخدام كافة الوسائل، مع ضرورة التركيز على المتابعة الدورية لإحكام السيطرة ودوامها. وتلعب الإمكانيات المتاحة وجدية العمل بالطبع دوراً كبيراً فى إنجاز ذلك.

فتسعى السودان مثلاً، والتى تعانى من غزو النبات بشدة كما ذُكر، إلى مواجهة النبات بوسائل المكافحة الفاعلة وخاصة المكافحة البيولوجية منذ نحو عقدين والتى سوف يأتى الحديث عنها فى الفصل السابع. كما تتضافر جهود وزارة الموارد المائية والرى ووزارة الزراعة المصرية فى خطة طموحة، بعد حظر استخدام الكيميائيات فى مكافحة النبات منذ مطلع العقد الماضى، إلى تطبيق برامج المكافحة الميكانيكية الفاعلة وبرامج المكافحة البيولوجية التى يؤمل التوسع فيها فى السنوات القادمة.

وللأضرار العديدة التى تهدد الإنسان وصحته وممتلكاته والناشئة عن وجود هذا النبات، تتخذ بعض الدول عديداً من الإجراءات الوقائية، خلاف إجراءات المكافحة التى سوف يتم الحديث عنها فى الفصول الأربعة التالية، أهمها رفع

الوعى بين العامة لتبيان خطورة النبات وللحد من انتشاره، كما فى الولايات المتحدة، ومنها طباعة النشرات والمطبوعات الإعلامية المجانية التى توزع عن طريق جهات معنية، للتعريف بالنبات والإبلاغ عن أماكن وجوده خاصة فى السدود والبحيرات العذبة (ملحق الصور).

كما تجرى الدراسات الحديثة لتبيان مدى تداول النبات وغيره من النباتات المائية الأخرى الخطيرة، ومنها دراسة أجريت بالولايات المتحدة عام ٢٠٠١م (٢٠٥) عن مدى استخدام الشبكة الدولية للمعلومات Internet فى شراء وتداول الأعشاب المائية. وقد تم التركيز فى تلك الدراسة على أكثر الأعشاب المائية إزعاجاً ومنها ورد النيل. وقد حصرت المواقع باستخدام محرك البحث (ياهو Yahoo). وقد تبين أن ٢٧ نوعاً من النباتات المائية ونباتات الأراضى الرطبة على الأقل تعرض للبيع تجارياً عن طريق حدائق النباتات المائية وبائعى الأحواض المائية، والقليل منها موجود عرضاً بين تلك الأنواع أثناء بيعها. وباستعراض ١٧٠٠ موقع فى الشبكة عن ورد النيل تبين فى مائة الموقع الأولى أن عشرة مواقع منها تعنى بالتشريعات الخاصة بالنبات و٦٦ موقعاً تعليمياً وعشرة مواقع إعلانات تجارية للبيع عن طريق الشبكة وثمانية مواقع للهواة وثلاثة مواقع تجارية أجنبية. كما تبين أن معظم المواقع موجودة بولايات نيويورك وكاليفورنيا وتكساس ودولة الدنمارك. ولم يسبق النبات فى عرضه تجارياً سوى نبات الهيجروفيلا الهندية *Hygrophila polysperma*، وهو من الأعشاب المُدْخَلة المغمورة (ملحق الصور). وتدق الدراسة ناقوس الخطر للجهات المعنية لمواجهة الأمر والسيطرة عليه، حيث إن كثيرًا من الهواة لا يدرك مدى خطورة مثل هذه الأعشاب ويعمل على نشرها خاصة أن هؤلاء الهواة عادة ما يلقون بالنباتات – غير المرغوبة بعد شرائها أو الزائدة عن الحاجة فى مرحلة معينة – فى البحيرات والأنهار والبرك وغيرها وكثيراً ما تجد تلك النباتات الظروف المواتية للنمو والتكاثر الشديد مما يساهم فى حدة المشاكل مستقبلاً.