تقسيم النباتات تبعا لوجود الرطوبة وحاجتها للماء:-

إذ يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مجاميع رئيسة وهي كالآتي:

أولا- النباتات المائية Hydrophytes: تعيش هذه النباتات في وسط مائي وتمتاز بان مجموعها الجذري يكون صغيرا أو مختزلا ويكون قسما منها طافيا على سطح الماء. ويلاحظ كون طبقة الأدمة رقيقة أو معدومة ووجود عدد من البلاستيدات الخضراء في خلايا البشرة في الورقة لاستغلال الضوء في عملية البناء الضوئي مع وجود أنسجة تهوية في نسيجها المتوسط في الأوراق والذي يمتاز بمسافات بينية واسعة بين خلاياها. وقد يلاحظ أن المساحة السطحية لأوراق بعض هذه النبات تكون كبيرة. أما بالنسبة للجذور فتكون القشرة فيها واسعة وتتكون من خلايا برنكيمية ذات فراغات بينية واسعة تسمح بخزن الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون، وتحاط هذه الفراغات بخلايا برنكيمية خاصة تعرف باسم الخلايا الهوائية Aerenchyma. ومن الأمثلة على النباتات المائية الرز والشمبلان، فضلا عن نباتي القصب والبردي المنتشرة في المسطحات المائية في جنوب العراق كالأهوار. ويمكن أن نلخص أهم الصفات التي تتميز بها هذه النباتات في:

أ- اختزال الأنسجة الدعامية والواقية والناقلة: إن لهذه النباتات مجموع جذري صغير جداً إذ لا تحتاج هذه النباتات الى مجموع جذري كبير قوي لعدم احتياجها لصفات أو وظائف هذا المجموع الجذري، وتحصل هذه النباتات على احتياجاتها الغذائية والمائية عن طريق الساق والأوراق.

ب- تتميز هذه النباتات برقة طبقة الأدمة والجدر السليلوزية للخلايا مما يسمح بامتصاص الماء والمواد المعدنية من الوسط المحيط بالنباتات.

ت- احتواء البشرة على بلاستيدات خضراء.

ث- اختفاء الثغور في بشرة النباتات المائية المغمورة وقد تكون أثرية أحيانا، وتتم عملية تبادل الغازات من الجدر الخلوية مباشرةً، وتحتوى بشرة السطح العلوي لأوراق النباتات الطافية على الثغور بكثرة.

ج- أوراق النبات المغمورة يكثر فيها الممرات والغرف المملوءة بالغازات، والغرف الهوائية كبيرة الحجم، كما إنها لا تحتوى على خلايا سكلارنكيمية.

ح- يحتوي اللحاء على أنابيب غربالية متسعة وبرنكيما لحاء.

ثانيا- النباتات الوسطية Mesophytes: وهي تلك النباتات التي تعيش في وسط بيئي وتحتاج الى كميات معتدلة من الماء أحيانا كما هو الحال في معظم نباتات المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير والذرة والقطن، والخضراوات كالباقلاء والباذنجان والخيار والطماطة، ونباتات الزينة كالورد وعين البزون والقرنفل والرازقي ونباتات الفاكهة كالتفاح والعنب والبرتقال وغيرها. تعيش النباتات متوسطة الجفاف في بيئة معتدلة الحرارة والرطوبة، والتهوية تكون جيدة حول منطقة انتشار الجذور، وعند تغير هذه الظروف تختنق النباتات وتموت. تقسم نباتاتها الى مجموعتين وذلك على حسب احتياجاتها الضوئية وشدة الإضاءة التي تتعرض لها:

1- مجموعة نباتات الإضاءة العالية (النباتات الشمسية).

2- مجموعة نباتات الإضاءة المنخفضة (نباتات الظل).

تتميز مجموعة النبات متوسطة الجفاف ببعض الصفات المورفولوجية لأجزاء النبات المختلفة نذكر منها:

نسبة المجموع الجذري لهذه النباتات الى المجموع الخضري اكبر مما في النباتات المائية.

خلاياها متوسطة الحجم، مغطاة بطبقة من الكيوتكل لتقليل فقد الماء من النبات.

تغلق الثغور عند تعرض بعض النباتات لدرجات الحرارة المرتفعة والرطوبة الجوية المنخفضة.

يمكن للنباتات متوسطة الجفاف أن تكتسب بعض صفات النباتات الصحراوية إذا تعرضت لظروف تقل فيها كمية الماء التي يمد بها النبات.

تكتسب صفات النباتات المائية إذا ما نمت تحت ظروف إجهاد مائي يزيد عن حاجاتها، إذ يزداد عندها حجم الورقة ويكبر حجم الخلايا وتغطى القشرة بطبقة من الكيوتكل.

ثالثا- النباتات الصحراوية Xerophytes: تعيش هذه النباتات في بيئة صحراوية قاحلة وتحتاج بذلك الى بعض التحورات لتقليل فقدان الماء من أجسامها. وبشكل عام تمتاز النباتات الصحراوية بما يلي:

1- اختزال سطح الورقة حتى تصبح الورقة إبرية.

2- صغر حجم الخلايا.

3- تغطية كافة أجزاء النبات المعرضة للهواء وكذلك الثغور بطبقة من الشعيرات تعوق مرور الهواء على سطح الأوراق فيقلل النتح ويمنع التبخر السريع.

4- التفاف الأوراق مما يؤدي إلى نقص أو منع فقد الماء من الثغور.

5- نقص عدد الثغور في الورقة ويكون ذلك متزامنا مع قلة مساحة السطح الكلي للورقة، أو باختزال عدد الثغور في وحدة المساحة.

6- تغطى البشرة بطبقة سميكة من الكيوتكل.

7- يكون نمو المجموع الجذري كبيرا إذ يمتد الى عمق كبير في التربة بحثا عن الماء كما في نباتات الشوك والعاقول.

8- كما تتصف بعض نباتات الجفاف (الصحراوية) عادة ببعض الصفات الفسيولوجية ونذكر منها على سبيل المثال:

أ- ارتفاع درجة تركيز الأزموزية في خلايا النبات، ويساعد ذلك على امتصاص الماء وتخزينه بكميات كبيرة داخل أنسجة النبات كما في النباتات العصارية كنبات الصبار.

ب- تزداد قدرة الخلايا على مقاومة التأثير السام للمحلول الملحي الذي يضر بكثير النباتات الأخرى.

ج- تتصف النباتات الصحراوية بأنها نباتات بطيئة النمو ولذا تقل أهميتها الاقتصادية الزراعية. وعلى الرغم من ذلك فإنها تناسب ظروف المنطقة الصحراوية التي تنمو فيها، وتقتات عليها الحيوانات المنتشرة في الصحراء كالجمال. وتلعب النباتات الصحراوية دوراً هاماً في عملية تثبيت الكثبان الرملية التي تعد من أهم عوامل التصحر نتيجة زحف الكثبان الرملية.

من المتوقع عند الري الغزير والفائض عن حاجة النبات أن تظهر أعراض الإجهاد الشديد على النبات يعقبه موت سريع، والسبب في ذلك يكمن في ضعف تهوية التربة والتي تحدث ظروفا لا هوائية تعيق عمليات التنفس في الجذور مما يترتب عليها انخفاض الطاقة اللازمة للامتصاص. فبالرغم من وجود كميات كافية من العناصر المغذية حول الجذور إلا أن ضعف نشاط الخلية يقلل من مقدرتها على الامتصاص وبالتالي يقل ضغط الامتلاء في الخلايا مما يحول السايتوبلازم فيها الى سايتوبلازم كامن وبالتالي يعيق ذلك عمليات النقل وحركة الماء داخل النبات. كما إن تشبع التربة بالماء يؤدي الى تكون ثاني أوكسيد الكربون مما يسبب نقصا في النفاذية وقلة الأوكسجين في التربة وبالتالي تتأثر عملية التنفس وعملية الامتصاص في بيئة الجذور. إن ضعف قدرة النبات على الامتصاص يعمل أيضا على تجفيف النبات مما يترتب عليه غلق الثغور نتيجة لتراكم هرمون الإجهاد (ABA) مما يؤثر سلبا على منع التبادل الغازي (O_2 و CO_2) أي انخفاض معدلات البناء الضوئي والتنفس.

تقسيم النباتات المقاومة للجفاف:

ذكر بعض الباحثين انه بالإمكان تقسيم النباتات المقاومة للجفاف الى أنماط مختلفة تبعا لطرق تعايشها مع ظروف الجفاف وهي:

1- النباتات التي تتحمل الجفاف Desiccation tolerant plants: وهذه تتمثل بعدد قليل جدا من الأنواع النباتية الراقية التي تتحمل الجفاف، أي التي يجف ماءها ومع ذلك يظل البروتوبلازم فيها حيا بحيث تعاود نشاطها الحيوي عند توفر الماء. وهذا النوع لا يوجد في الصحاري العربية ولكن بعضها يعيش في صحراء جنوب إفريقيا واستراليا. كما أن بعض الطحالب والأشنات تتحمل الجفاف بل تتحمل دورات متبادلة من التجفيف والترطيب وهي توجد في الصحراء في أماكن موضعية مثل الشقوق بين الصخور وتحت الحصى.

2- النباتات الصحراوية الهاربة من الجفاف Drought escaping plants: تتمثل هذه المجموعة في النباتات الحولية قصيرة العمر Annuals (Ephemerals) والتي تظهر بعد سقوط الأمطار وتستكمل دورة حياتها خلال الفترة الرطبة من السنة، وجذورها ضحلة وتمضي باقي السنة على هيئة بذور كامنة منتشرة في رمال الصحراء ومدفونة فيها، وتعد هذه النباتات وسطية وليس لها من صفات النباتات الصحراوية Xerophytes شيء يذكر. كما أن لها القدرة على النمو السريع واستكمال دورة حياتها في فترة قصيرة لا تتعدى بضعة أسابيع حين تكون الرطوبة متاحة لها.

3- النباتات الجفافية المعمرة Perennial xerophytes: وهي تلك الأنواع التي تعيش في التربة أكثر من عام وقد يطول عمرها إلى عشرات السنين ويعني ذلك أنها تتعرض لظروف الجفاف القاسية ولذا يطلق عليها النباتات الصحراوية الحقيقية، ولها من الصفات ما يجعلها تتحمل Tolerate أو تقاوم Resistأو تتحاشى Evade الجفاف وقسوة الحرارة المرتفعة. وهذه النباتات لها أنماط مختلفة فمنها الأشجار والشجيرات والأعشاب والنجيليات والعصيريات.

إن أي وضع غير طبيعي لنمو النبات كنقص الماء الميسر (الشعري) في التربة يؤثر سلبا على معدل إفراز ونشاط بعض منظمات النمو في المجموع الجذري كالسايتوكاينينات بحيث تقل كميتها مما يؤدي الى قلة كفاءة النمو في النبات والمتمثلة بقلة استطالة الخلايا. كما وجد قلة في تفرع النبات الواقع تحت ضغط الإجهاد كون النبات يعمد الى ذلك لتقليل المجموع الخضري نسبة الى المجموع الجذري فيزيد المحتوى المائي داخل النبات، ويعد ذلك نوعا من المقاومة التي يبديها النبات لتجنب الإجهاد المائي. كما يستحث النبات زيادة تكوين هرمون ABA في خلايا النسيج الوسطي لأوراق النبات المجهد ويعد هذا الهرمون من الهرمونات المثبطة للنمو كونه يعمل على منع انقسام الخلايا واستطالتها، ويوقف تصنيع

وإنتاج الأحماض النووية. فضلا عن ذلك فانه يلعب دورا هاما في غلق الثغورعند تعرض النبات لإجهاد الجفاف أو كردة فعل تجاه انخفاض المحتوى المائي في التربة، وهذا بدوره يعمل على خفض المحتوى السكري العضوي في العصير الخلوي داخل الخلايا نتيجة لعدم قدرة النبات على تثبيت غاز CO_2 وبالتالي عدم قدرته على القيام بعملية البناء الضوئي الضرورية لتكوين المواد اللازمة للنشاطات الأيضية. كما إن انخفاض معدل التنفس كنتيجة حتمية لغلق الثغور يسبب موت النبات عن طريق تراكم نواتج التنفس اللاهوائي من CO_2 والكحول الأثيلي. وقد وجد أن النقص في المحتوى المائي للخلايا الحارسة في الثغور بسبب النقص الشديد في المحتوى المائي للنبات يحفز تفاعلات كيميائية يتكون فيها سكر النشا بكميات كبيرة وبسرعة وبالتالي يقل الضغط الأزموزي داخل الخلايا الحارسة مما يؤدي الى غلق الثغور.

التأثيرات الفسيولوجية والكيموحيوية للإجهاد المائي:

1- **إنبات البذور Seed germination:** إن عملية دخول الماء الى البذرة يكون قائم على فرق الجهد المائي بين الماء الخارجي المحيط بالبذرة وجهد الماء المقيد داخل البذرة، فجهد الماء الخارجي أعلى (ضغط ازموزي اقل) من جهد ماء البذرة المقيد (ضغط ازموزي أعلى) لذا تتشرب البذرة بالماء مبدئيا تحت فرق الجهد للماء الخارجي والداخلي. فإذا حصلت البذرة على الرطوبة الكافية لتحفيز الجنين على تحرير هرمون الجبرلين المقيد والذي بدوره يؤثر على عمليات تصنيع وانتشار أنزيمات التحلل المائي مثل الألفا أميليز واللايبيز وغيرهما من طبقة الأليرون (للنباتات ذوات الفلقة والفلقتين) الى أنسجة الجنين لتحليل المواد المعقدة الى مواد ابسط والتي لها الدور الهام في رفع الضغط الأزموزي داخل خلايا الجنين والبذرة بصورة عامة والذي يعد أعلى من قوة الضغط الجداري للخلايا، مما يمكنها من امتصاص الماء بصوره أسرع، ويحدث تمزق للقصرة وتبادل للغازات لتبدأ عمليات الأكسدة (هدم مثبطات الإنبات) وعملية التنفس الهوائي، كما يجب أن لا يغيب عنا أيضا دور الجبرلين في تحرير أنزيمات تحلل الجدر الخلوية والمؤدية الى خفض ضغط الجدار والذي يسمح بدوره بمرور الماء ودخوله الى داخل الخلايا بصوره أكبر الى حد معين.

2- **نمو النبات Plant growth:** إن الكتلة الحية للنبات تزداد مع الزمن تحت الظروف الطبيعية للنمو. ولكن في وجود درجات متفاوتة من الإجهاد يبدأ معدل النمو في التناقص بحيث يكون هذا التناقص قليلا أثناء الإجهاد الطفيف وفي هذه الحالة يكون النبات قد تأقلم للنمو تحت ظروف الإجهاد ولو بمعدل أقل من الطبيعي. أما في وجود الإجهاد الشديد فربما يتوقف النمو ويصبح هدف النبات تحت هذه الظروف هو البقاء حياً فحسب. عندئذ ربما يميل النبات إلى خفض معدلات العمليات الحيوية إلى أقل مستوى ممكن

والبقاء على هذه الحالة حتى زوال الإجهاد. أما إذا استمر الإجهاد الشديد أو أصبح أشد فربما يتناقص وزن النبات نتيجة الشيخوخة المبكرة للأوراق أو حتى بعض أجزاء الساق ومن ثم تساقطها مما يؤدي أخيرا إلى موت النبات. وهذا يحدث إذا تعرض النبات لإجهاد مستديم، أما في حالة الإجهاد المؤقت فيمكن للنبات أن يستعيد معدل نموه الطبيعي إذا تعرض للإجهاد الطفيف لفترة وجيزة رغم أن الكتلة الحية الإجمالية ربما تقل عنها في الحالة المثالية. أما إذا تعرض النبات لإجهاد شديد ومؤقت فغالباً ما يكون معدل نموه فيما بعد أقل من الطبيعي ويكون الفقد في الكتلة الحية أكبر مما في حالة الإجهاد الطفيف.

ويعزى هبوط نمو النبات تحت تلك الظروف الى:

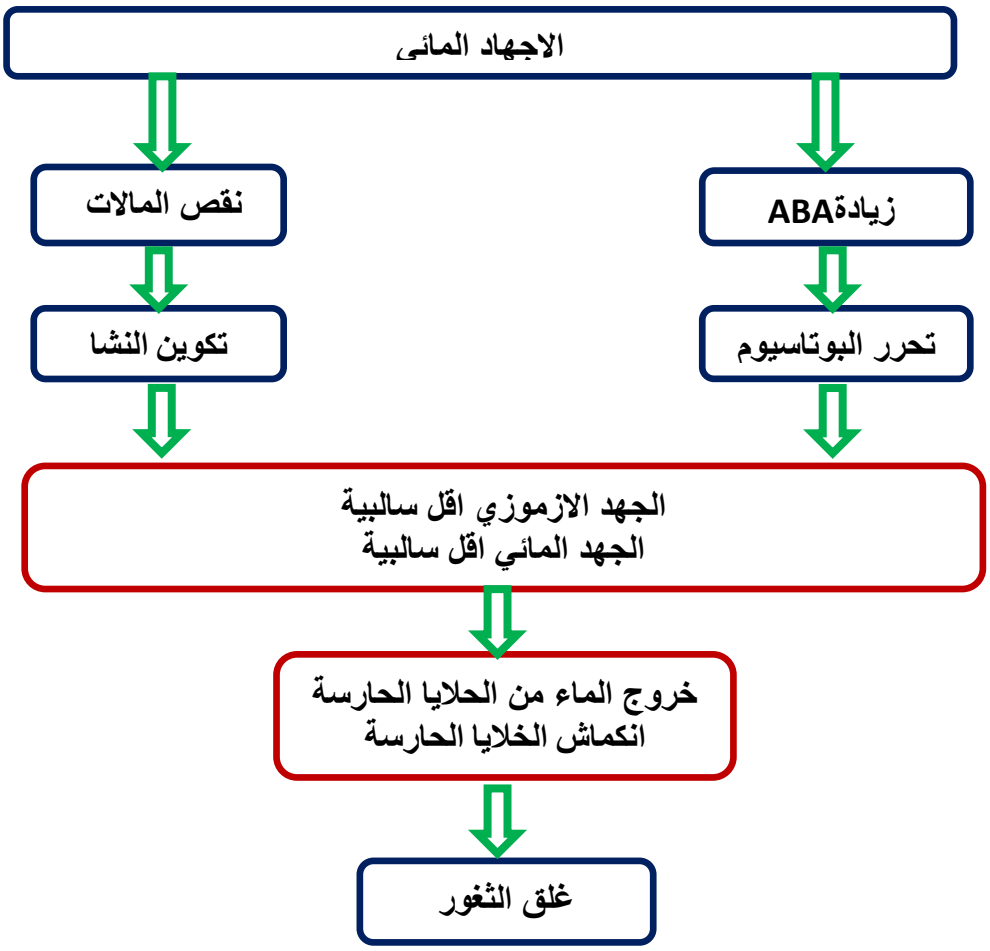
ا- تثبيط عملية الانقسام الخلوي: وهذا من شأنه أن ينقص عدد الخلايا.

ب- تثبيط عملية الاتساع الخلوي: وهذا يقلل من حجم الخلايا.

3-إنتاجية النباتات Plants product: يصعب إيجاد علاقة رياضية دقيقة بين النمو الخضري والإنتاجية. والمقصود بالإنتاجية هنا هو قدرة النباتات على إنتاج البذور أو الثمار بالرغم من أن بعض النباتات يزرع بهدف إنتاج المجاميع الخضرية وليس الثمار أو البذور مثل البنجر وقصب السكر. وقد وصفنا سابقا تأثير الإجهاد المائي على النمو الخضري. ونظرا لأنه من الضروري للنبات أن يُتم مرحلة النمو الخضري قبل تكوين الثمار والبذور، فمن المتوقع أن أي تأثير سلبي على النمو الخضري سوف ينعكس سلبا على الإنتاجية أيضا. تتأثر إنتاجية النباتات بالعديد من العوامل منها التركيب الوراثي للنبات، وموعد الزراعة، ومدى توفر العناصر الغذائية في التربة وغيرها. وبفرض ثبات جميع هذه العوامل يمكن أن يؤثر الإجهاد المائي على الإنتاجية من خلال تأثيره على قدرة النبات على مراكمة المواد اللازمة لتكوين الثمار والبذور أثناء النمو الخضري أو قدرة النبات على تحريك هذه المواد في الوقت المناسب من الأجزاء الخضرية إلى الثمار أو كليهما. ويعتمد تأثير الإجهاد المائي على الإنتاجية على عدة عوامل منها شدة الإجهاد وتوقيته، أي المرحلة التطورية التي يتعرض فيها النبات للإجهاد ومدته. وكما أشرنا فيما سبق إلى أن الإجهاد المائي أثناء النمو الخضري يؤثر سلباً على الإنتاجية حسب شدة الإجهاد بحيث يزداد الفقد في الإنتاجية كلما ازدادت شدة الإجهاد ومدته.

4- الثغور Stomata: تغلق الثغور كليا أو جزئيا وما ينطوي عليه من تغيير في عملية التبادل الغازي والذي يؤثر سلبا في عمليات البناء الضوئي والتنفس. إن عملية غلق الثغور بفعل الإجهاد المائي قد درست في كثير من النباتات إذ اتضح أن هناك عمليات فسيولوجية وكيموحيوية تجري في الخلايا الحارسة، فالإجهاد المائي يسبب زيادة في حامض ABA والذي يسهم في ضخ أيون البوتاسيوم من الخلايا الحارسة وبالتالي غلق الثغور، فضلا عن ذلك فان الإجهاد المائي يسبب نقص في المالات بسبب

تحولها الى النشا ذو النشاط الازموزي الضئيل. تحاط الثغور بخليتين من خلايا البشرة متخصصتين تعرفان بالخلايا الحارسة والتي تتحكم في فتح وغلق الثغور. وعند فتح الثغور بالكامل يقدر عرضها بحوالي (3 الى 12 ميكرون) وطولها حوالي (10 الى 40 ميكرون). ويختلف عدد الثغور على سطح الورقة من نوع الى آخر وفي بعض الأنواع يحتوى كل سم^2 واحد ما يقارب 1000 ثغر، في حين تحتوى أنواع أخرى على حوالي 60000 ثغر. وعلى الرغم من هذا العدد الهائل من الثغور على سطح الورقة فإنها عندما تفتح بالكامل لا تمثل سوى (1-2%) من السطح الكلي للورقة. وفي العادة توجد الثغور على السطح السفلي للورقة، إلا انه في بعض الأنواع توجد على كلا السطحين.



شكل (5) العمليات الفسيولوجية التي تجري داخل الخلايا الحارسة والتي توضح غلق الثغور تحت الاجهاد المائي.

5- **البناء الضوئي Photosynthesis:** الإجهاد المائي يسبب تثبيط تفاعلات البناء الضوئي ومن أهمها تفاعلات هيل Hill reactions وهبوط في الأنظمة الضوئية Photosystems، فضلا عن انخفاض في محتوى صبغات البناء الضوئي. أما عمليات التنفس الضوئي Photorespiration فان الدراسات المختلفة أشارت إلى استجابات متباينة إذ أوضحت بعض البحوث هبوطا في هذه العملية، بينما أكدت دراسات أخرى على تحفيز مسار الجلايكوليت Glycolate pathway.

6- التنفس Respiration: يسبب الإجهاد المائي حدوث اضطرابات في المسارات الحيوية لعملية التنفس والتي تتلخص في هبوط حاد في عملية الفسفرة التأكسدية واستهلاك O_2 وتحفيز تفاعلات التحلل السكري ومسار فوسفات السكر الخماسي Pentose phosphate pathway، فضلا عن حدوث اضطرابات معقدة عند الإجهاد المائي القاسي في بعض النباتات إذ تبدي عملية التنفس ارتفاعا في معدلها بسبب زيادة تركيز الأنزيمات والمركبات المشتركة في العملية ذاتها، ولا تلبث تلك العملية أن تهبط سريعا عندما ينخفض الجهد المائي كثيرا.

7- تراكم الذائبات Solute accumulation: تميل النباتات المختلفة إلى خفض الجهد الازموزي Ψs (جهد الذائبات Solute potential) وتدعى هذه العملية بالتعديل الازموزي Osmotic adjustment والتي تبقي التدرج في الجهد المائي Water potential gradient لصالح دخول الماء من التربة إلى أنسجة النبات. ومن أهم مكونات عملية التنظيم الازموزي الأيونات اللاعضوية كالبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم، أو المركبات العضوية والتي تشمل الأحماض العضوية مثل أحماض الماليك والستريك والفيوماريك والأحماض الأمينية مثل البرولين والجلوتامين وفنيل ألينين وغيرها، وكذلك المركبات الكربوهيدراتية الذائبة مثل الجلوكوز والفركتوز والسكروز وغيرها، فضلا عن تراكم مركبات الأمونيوم الرباعية Quaternary ammonium compounds مثل البيتان Betaine والكولين Choline.

8- اختلال التوازن الهرموني Hormone imbalance: ومن جملة الاضطرابات الأيضية بفعل الإجهاد المائي مايحدث للمحتوى الهرموني من تغيرات واضحة والتي تشمل زيادة في بناء ونشاط مثبطات النمو Growth retardants أو هبوط في بناء ونشاط محفزات النمو Growth promoters أو الاثنين معا. قدمت دراسات كثيرة على مختلف النباتات والتي أشارت بان معاملة النباتات بالهرمونات المحفزة للنمو تحت ظروف الإجهاد المائي من شانها أن تزيد من مستويات الحامض النووي الرايبوزي RNA والبروتين، وهذا يعني أن زيادة مستوى الهرمون الداخلي ضروري لاستعادة الفعاليات الأيضية نشاطها العادي تحت تلك الظروف.

9- **اضطراب محتوى الأحماض النووية والبروتينات:** تؤكد الدراسات العديدة أن تعرض النباتات الى ظروف الإجهاد كنقص الماء يؤدي الى اختلال في محتوى البروتين ويمكن مناقشة ذلك من جانبين رئيسيين ألا وهما بناء البروتين Protein synthesis وتحلل البروتين Protein breakdown. وارتبط التأثير السلبي للإجهاد المائي في عملية بناء البروتين بهبوط محتوى البولي رايبوسومات Polyribosomes وتغيرات في خصائص الأغشية البلازمية التي تقوم بفصل وتنظيم الأنشطة الأيضية أو تراكم مركبات مثبطة لبناء البروتين مثل ثاني كبريتيد الجلوتاثيون Glutathione disulfide وهبوط مستويات الـ ATP وتغير نمط المورث والذي من شأنه أن يحدث تغيرات كبيرة في بناء البروتين أو استحثاث بناء أنواع غير مألوفة من البروتينات، فضلا عن خفض تدفق النترات بسبب هبوط نشاط إنزيم Nitrate reductase. أما الجانب الثاني الخاص بتحلل البروتين فان هبوط بناء البروتين يمكن أن يعني حدوث عدم اتزان بين البناء والهدم لصالح الهدم، كما إن تحلل البروتينات الذي يحدث بفعل الجفاف له دور في توفير مركبات ذائبة تسهم من عملية التنظيم الازموزي.

وفي السنوات الأخيرة بذل العلماء جهودا كبيرة لدراسة تعبير المورث المرتبط بالتأقلم لظروف الإجهاد المائي إذ اتضح أن هناك بروتينات معينة تدعى أوزموتين Osmotins تبنى تحت تلك الظروف أو تحت ظروف الملوحة أو المعاملة بحامض ABA.

مقاومة الجفاف Drought resistance

من المهم دراسة مدى مقاومة الأنواع النباتية بل والأصناف المختلفة من النباتات المختلفة للجفاف ولا سيما في المناطق الجافة Arid zones أو التي تتعرض من فترة إلى أخرى لظروف الجفاف Semi-arid zones حيث يتوقف نجاح زراعة أي صنف في هذه المناطق على مدى مقاومته لظروف الجفاف. وبشكل عام فان النباتات المقاومة للجفاف تكون قادرة على الحياة أي البقاء حية إما لكون البروتوبلازم فيها قادر على احتمال انتزاع الماء منه Dehydration دون حدوث ضرر دائم له، أو لأن له تركيب خاص، أو أن من صفاته الفسيولوجية تجنب أو تحمل ذلك المستوى المميت من نقص الماء أو فقده . ومن أهم العوامل التي تعمل على مقاومة النبات للجفاف هي:

1- تحمل البروتوبلازم للتجفيف Desiccation Tolerance: كما هو الحال في الكثير من الطحالب والاشنات وحتى بعض النباتات البذرية فان البروتوبلازم فيها يمكنه أن يظل حيا عند نزع الماء منه Dehydration ويمكن أن نلاحظ ذلك بسهولة في الكثير من الأعشاب والشجيرات التي تنمو في المناطق الجافة. ويلاحظ بالنسبة لهذه النباتات أن الصفات الخاصة بمقاومة النبات تحتل المكانة الأولى وتعد أكثر أهمية من كمية المحصول. ومن أمثلة تلك النباتات الزيتون حيث يمكنه أن ينمو في ظروف

يكون الجفاف فيها على أشده، وقد وجد أن من صفاته كون أوراقه تقاوم نزع الماء منها بشدة، كما أن أوراقه تكون جلدية وصغيرة ومغطاة بالزغب وطبقة سميكة من الكيوتكل.

2- تجنب الجفاف أو تأخير حدوثه: إن لذلك أهمية أقل في تحمل الجفاف، ويوجد ذلك في معظم نباتات Mesophytes، وقد يرجع ذلك إلى بعض الصفات المورفولوجية والفسيولوجية والتي ينتج عنها تجنب حدوث نقص الماء وذلك بطرق كثيرة من أهمها:

أ- تعديل موسم النمو: كما في حالة الكثير من الحوليات التي تنمو وتزهر خلال أسابيع قليلة، فبعد نزول الأمطار على سطح التربة لا يلبث النبات أن ينمو ويكتمل نموه ويزهر ويكمل حياته قبل أن يحدث النقص الشديد في الماء وبذلك يتمكن النبات من مقاومة الجفاف من خلال تجنب الفترة التي يحدث فيها الجفاف حيث أن فترة حياته قصيرة وينمو في خلال أسابيع محددة، كما لوحظ أن بعض الأعشاب يحدث بها سكون خلال موسم الجفاف Dry season وخلال ارتفاع درجات الحرارة.

ب- المجموع الجذري المنتشر: إن المجموع الجذري المنتشر يعد من أكثر العوامل المؤثرة في حماية النباتات ضد ضرر الجفاف. فالعمق والانتشار الواسع والتفريع الكثير للجذور يعمل على وقاية النبات من الجفاف لان الجذور في هذه الحالة تكون قادرة على امتصاص الماء من طبقات التربة المختلفة ولذا يتجنب النبات ضرر الجفاف، فمثلا يلاحظ أن النباتات ذات الجذور المتفرقة والمتنوعة والتي لا تمتد كثيرا مثل البطاطا والخس تعاني من نقص الماء أكثر من تلك النباتات ذات الجذور المتعمقة والكثيفة كالطماطة والتي تتمكن من امتصاص الماء أكثر من طبقات التربة المختلفة.

ت- التحكم في معدل النتح: تعد من الطرق التي يتبعها النبات لتأجيل حدوث نقص الماء Plant water stress حيث يتفاعل النبات مع الظروف المحيطة به لكي يعمل على تقليل معدل النتح. كما أن الكثير من النباتات تتفاعل مع Water stressعن طريق إغلاق ثغورها. ويبدو أن تلك المجموعة من النباتات أكثر تحملا وأكثر مقدرة على المعيشة تحت ظروف الجفاف. وان استجابة النباتات لظروف الإجهاد في هذه الحالة وإغلاقها لثغورها يكون بمجرد بدء حدوث النقص المائي، كما أن وجود طبقة من الكيوتكل على الأوراق والتي ينتج عنها تحكم شديد فعال في معدل النتح تمكن النبات من مقاومة أو تجنب حدوث الجفاف.

المصادر:

صقر، محب طه.2006. أساسيات كيموحيوية وفسيولوجية النبات. كلية الزراعة-جامعة المنصورة. مصر. ع ص230.

عواد. حسن عودة. 2009. وراثة وتربية المحاصيل للإجهاد البيئي (الجفاف-الحرارة العالية-التلوث البيئي). الجزء الأول. المكتبة المصرية. للطباعة والنشر والتوزيع. الإسكندرية. جمهورية مصر العربية.

ياسين. بسام طه. 1992. فسلجة الشد المائي في النباتات. دار الطباعة والنشر. جامعة الموصل. ع ص 432.

Cazares, B., F. Ortiga, L. Elens and R. Medrano. 2010. Drought tolerance in crop plants. Am. J. Plant Physiol. 5(5):242-256.