**مقاومة إجهاد الجفاف**

**Drought stress resistance**

**مقاومة التجفيف**

**تقسيم لفت للمقاومة**

**التقسية ضد التجفيف**

**مقاومة التجفيف**

**Desiccation resistance**

تتفاوت النباتات فيما بينها بشكل كبير في مقدرتها على تحمل الجفاف وكذلك تتغير درجة التحمل مع تغير مراحل التطور. تتراوح مقدرة النباتات على تحمل التجفيف بين المقدرة على القيام بالبناء الضوئي والنمو عند انخفاض جهد ماء الخلايا والمقدرة على المعيشة عندما تجفف الخلايا هوائياً. كما في عدد من أنواع الطحالب الخضراء المزرقة والتي من الممكن أن تجفف في الهواء وتعاود نشاطها عندما تتشرب بالماء **( عن Clarke and Durley)**.

فكرة مقاومة التجفيف وضَعَها **(Maximove and Liigin عن Parker, 1968)**، وقد استعرض **(Parker, 1968)** التعريفات والمصطلحات ذات العلاقة بمقاومة التجفيف. عَرَّف العالم **(Liigin)** مقاومة التجفيف على أنها أقل رطوبة نسبية يستطيع النبات أن يصل إلى حالة إتزان معها دون أن تحدث له أضرار. إستخدم العالم **(Hofler)** مصطلح نقص التشبع الحرج **(Critical saturation deficit)** (كنسبة مئوية من ماء التشبع) للتعبير عن أكبر كمية من الماء يستطيع النبات فقدها دون أن تحدث له أضرار. استخدم العالم **(Oppenheimer)** مصطلح نقص تشبع الماء دون الميت **(Sublethal water saturation deficit)** للتعبير عن المحتوى المائي (كنسبة مئوية من الوزن الجاف) الذي يبدأ عنده ظهور بقع جافة على الأوراق.

يقاس التحمل باستخدام طريقة **(Liigin, 1927 عن Levitt, 1980)** لقياس مقاومة التجفيف. تعتمد هذه الطريقة على وضع قطاعات من النسيج النباتي في هواء معلوم جهده المائي أو الرطوبة النسبية وتترك إلى أن تصل إلى حالة إتزان معه، ثم تقاس نسبة الخلايا الحية باستخدام طريقة البلزمة أو باستخدام أصباغ خاصة. يرى **(Levitt, 1980)** أن جهد الماء أو الرطوبة النسبية للمحيط التي تسبب قتل **(50%)** من النسيج النباتي هي درجة تحمل الجفاف للنبات **(ψe50-)**.

**النباتات التي تتحمل التجفيف**

استعرض **(Bewley, 1979 و Bewley and Krochko, 1982)** الأسس الفسيولوجية لمقاومة التجفيف، واستنتج من هاتين المقالتين أن هناك ما يتراوح بين **(60 و 70 )** نوعاً من السراخس و **(60)** نوعاً من مغطاة البذور وعدداً كبيراً من الطحالب والأشنات تتحمل التجفيف.

يصل عدد الطحالب التي تتحمل التجفيف إلى **(430 )** نوعاً ومعظمها من الطحالب الخضراء المزرقة والطحالب الخضراء وعدد قليل من الطحالب الحمراء والطحالب البنية والدياتومات. ويبدو أن التركيبات الساكنة مثل الجراثيم أكثر تحملاً للتجفيف من الخلايا الخضرية **(عن Bewely, 1979)**.



***Nostoc communce***

الفترة الزمنية التي مكّن الطحالب من تحمل طويل جداً فقد وصلت إلى **(107)** سنوات للطحلب الأخضر المزرق **(*Nostoc commune*)** **(عن Bewely, 1979)**. تشير نتائج عدد من الأبحاث إلى أن تراكم الزيوت **(Oils)** والشحوم **(Fats)** تسبب زيادة في مقدرة البروتوبلازم على تحمل الجفاف، وكذلك وجود جدر خلوية سميكة وإنتاج المواد المخاطية يساعدان على إعاقة فقد الماء من الخلايا أثناء الجفاف **(عن Bewely, 1979)**.

جميع مغطاة البذور التي تتحمل التجفيف هي أعشاب وشجيرات صغيرة لا يتجاوز ارتفاعها في الغالب متراً واحداً. ما يقرب من **(0.1%)** فقط من أنواع ذوات الفلقة الواحدة تتحمل التجفيف **(عن Bewely, 1979)**.

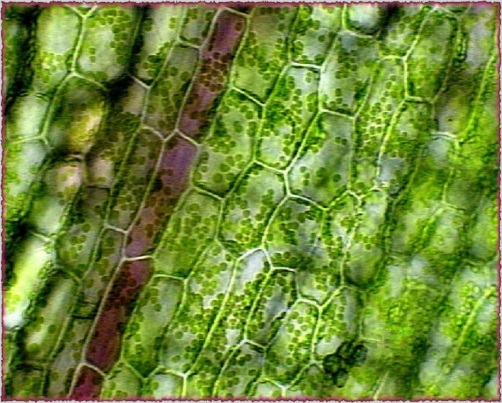
تشير نتائج الأبحاث التي أجريت على **(Xerophyte schnitzleinia)** إلى أهمية حدوث التجفيف بشكل بطيء لزيادة مقاومة الإجهاد، وهذا يساعد على عدم فقد الخلايا لحيويتها أثناء التجفيف وهذا النبات يتطلب **(5 أيام)** للتجفيف. ولكن هناك بعض النباتات التي من الممكن أن تجفف بشكل سريع في ظروف الحقل مثل **(*Chamaegigas intrepidus*)** الذي من الممكن أن تجفف في خلال ساعة واحدة **(Gaff, 1977 عن Bewely, 1982)**.

**بعض المميزات ذات العلاقة بتحمل التجفيف**

يرى **(Henctel, 1964)** أهمية كبيرة لمطاطية البروتوبلازم في مقاومة التجفيف ويرى أنه في النباتات المتوسطة الإحتياج للماء توجد علاقة طردية بين مطاطية البروتوبلازم وتحمل التجفيف.

إستعرض كل من **(Levitt, 1980 و Bewely, 1979 و Bewely and Krochko, 1982)** المميزات التي يمكن أن تكون لها علاقة بتحمل الجفاف وأهم هذه المميزات هي:

1. **مميزات شكلية (مورفولوجية):**

تُظهر نتائج الأبحاث التي أجراها **(Kolkounov, 1905-1915 عن Levitt, 1980)** وجود علاقة بين مقاومة الجفاف وحجم الخلية **(جدول 1)** ويرى **(Maximove, 1929 عن Levitt, 1980)** أن خلايا النبات التي تتحمل الجفاف (مثل الحزازيات المنبطحة الجفافية والأعضاء الساكنة في النباتات الراقية) تتميز بشكل عام بصغر حجم خلاياها ويتراوح حجم خلاياها بين **(100 و 1000 مايكرومتر مكعب) (يصل إلى 2.1 مليون ميكرومتر مكعب)** حجم الخلايا البالغة للنباتات الراقية. ويرى هذا العالم أن تحمل الجفاف يزداد مع نقص النسبة بين حجم الخلية / السطح الخلوي وهذه النسبة في الخلايا الحساسة للجفاف والتي تُقتَل برطوبة نسبية **(97% إلى 99%)** وهي تقريباً **(20 مقارنة بــ 1 إلى 2 خلايا)** الحزازيا ت المنبطحة الجفافية.

**جدول (1): العلاقة بين حجم الخلية وتحمُّل الجفاف**

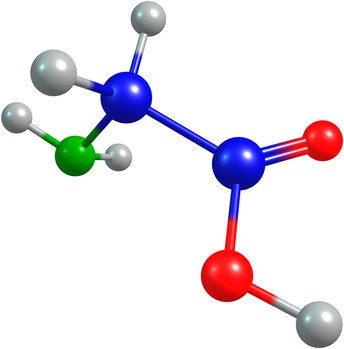
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| النوع النباتي | العضو | الجفاف القاتل  رطوبة نسبة % | الأسموزية  الجزيئات الجرامية من السكروس | الحجم  M2 | الحجم/السطح |
| *Begonia maculate* | الساق | 99 | 0.2 | 1690000 | 21.4 |
| *Clerodedron fragrand* | الساق | 97 | 0.3 | 720.00 | 16.2 |
| *Pelargonium zonatum* | الساق | 93 | 0.4 إلى 0.5 | 885000 | 17.2 |
| *Nerium oleander* | الورقة | 90 | 0.5 | 3600 | 2.3 |
| *Dianthus sp* | الورقة | 87.5 | 0.7 إلى 0.8 | 21660 | 4.4 |
| *Hedera helix* | الورقة | 85 | 0.85 | 18100 | 4.2 |
| *Buxus sempervirens* | الورقة | 85 | 1.0 | 6350 | 3.1 |
| *Mnium hornum* | الثالوس | 0 | 1.7 | 3350 | 2.7 |

1. **التركيب الدقيق للخلايا**

يرى **(Ligin عن Levitt, 1980)** أهمية كبيرة لتركيب الخلية في درجة تحمل التجفيف، ويرى هذا العالم أن المقدرة على تحمل التجفيف تزداد باستبعاد الفجوات العصارية من الخلية ، أو عندما تُملأ بمركبات لا تجف.

يرى **(Bewely, 1979)** أنه لا توجد إختلافات كبيرة في التركيب الدقيق للخلايا أثناء التجفيف بين خلايا النباتات التي تتحمل التجفيف وتلك التي لا تتحمل التجفيف.

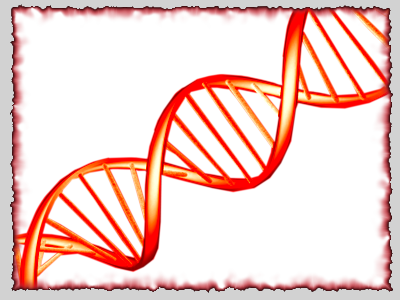
1. **تراكم المواد المذابة**

****المواد المتراكمة في الخلايا مثل السكريات بالإضافة إلى دورها في تعديل الأسموزية فقد يكون لها دور كبير في تحمل الجفاف **(عن Levitt, 1980)** **(جدول 2)** فمثلاً تستطيع خلايا الجزر المزروعة **(Callus)** أن تتحمل فقد كمية كبيرة من الماء تصل إلى **(92%)** من وزنها الرطب عندما تزداد كمية السكر في الوسط الغذائي إلى **(100 جرام/لتر)** **(Nitzchim, 1978 عن Levitt, 1980)**.

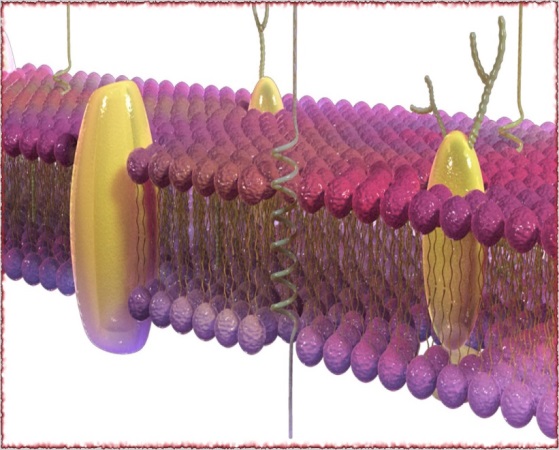
يرى **(Bewely, 1979)** أن وجود بعض المركبات مثل السكريات والأحماض الأمينية (مثل البرولين) مع الجزيئات الكبيرة قد يساعد هذه الجزيئات الكبيرة على الإحتفاظ بنسبة من محتواها المائي أثناء التجفيف وبالتالي قد يكون لهذه المركبات دور في تحمل الجفاف. حماية إنزيمات بعض الفطريات للجفاف يعتمد على تكوينها مركبات معقدة مع الكربوهيدرات **(Darbyshire, 1974 عن Bewely, 1979)** وبعض الإنزيمات النقية ينقص نشاطها بشكل كبير عندما تفقد **(10%)** من محتواها من الجلوكوز **(Bewely, 1979)**. يرى **(Sontarius, 1964-1973 عن Bewely, 1979)** أهمية كبيرة للسكريات في حماية غشاء البلاستيدات الخضراء من الجفاف ويعتقد أن للسكريات دور في ثبات البروتين أثناء الجفاف.

1. **زيادة الماء المربوط**

يساعد إحتفاظ الجزيئات الكبيرة مثل الإنزيمات والأحماض النووية بكمية من الماء أثناء التجفيف المحافظة على تركيبها وعدم تجزئتها **(Bewely, 1979)**.



1. **الغشاء البلازمي**

يسبب التجفيف أضراراً للغشاء البلازمي ينتج عنه تسرب للمواد عند تشرب الخلايا بالماء، ويبدو أنه في النباتات التي تتحمل التجفيف يحدث إصلاح لهذه الأضرار أثناء التشرب، ومع ذلك يحدث في المراحل الأولي من التشرب تسرب لبعض المركبات تتوقف بعد فترة من الزمن. قد يحدث الإصلاح عن طريق تخليق بعض مركبات الأغشية **(Bewely, 1979)**.

1. **التفاعلات الأيضية**

تستطيع النباتات التي تتحمل التجفيف أن تقوم بالعمليات الأيضية مثل تخليق البروتين والبناء الضوئي والتنفس عندما تتشرب الخلايا بالماء وترجع هذه المقدرة إلى الخلايا أثناء التجفيف على فعالية هذه التفاعلات. وكذلك يبدو أن خلايا بعض النباتات تحتفظ بــ **(mRNA)** وتستطيع القيام ببناء البروتين عند التشرب حتى لو منع من تكون الأحماض النووية **(عن Bewely, 1979)**.

**جدول (2): العلاقة بين الجهد الأسموزي لخلايا النبات وتحمل الجفاف**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| النوع النباتي | القيمة الأسموزية  جزيء جرامي | الجهد الأسموزي  ضغط جوي | الجفاف القاتل | |
| رطوبة نسبية % | جهد اسموزي  ضغط جوي |
| *Coleus hybridus* | 0.2 | 4.7 | 99 | -14 |
| *Malachium aquaticum* | 0.26 | 6.2 | 97 | -40 |
| *Rumex acetosa* | 0.28 | 6.7 | 97 | -40 |
| *Bicers tripurius* | 0.35 | 8.2 | 96 | -52 |
| *Scrofuloria nodosa* | 0.40 | 10.0 | 94 | -75.5 |
| *Plantago media* | 0.45 | 11.4 | 92 | -110 |
| *Dorycnium Germanium* | 0.50 | 12.8 | 92 | -110 |
| *Iris pseudocorus* | 0.55 | 14.2 | 92 | -11 |
| *Ranunculus repens* | 0.60 | 15.8 | 92 | -110 |
| *Clematis citable* | 0.60 | 15.8 | 94 | -79.5 |
| *Cemtaurea rhenana* | 0.60 | 15.8 | 90 | -142 |
| *Aster trifolium* | 0.65 | 17.2 | 90 | -142 |
| *Terragonsiobus siliquos* | 0.75 | 20.7 | 90 | -142 |
| *Linaria genistifolia* | 0.80 | 22.4 | 90 إلى 88 | -142 إلى -173 |
| *Planuago maritime* | 1.0 | 30.0 | 90 | -142 |
| *Red beet* | 0.80 | 22.4 | 87.5 | -181 |
| *Hedera helix* | 0.85 | 24.3 | 85 | -220 |
| *Barcus sempervirens* | 1.0 | 30 | 85 | -220 |

**تقسيم لفت للمقاومة**

قسّم لفت النباتات حسب طريقة مقاومتها لإجهاد الجفاف إلى مجموعتين وقسّم كل مجموعة إلى عدة مجاميع. وسوف نستعرض هذه المجاميع ونشير باختصار إلى ميكانيكية المقاومة في كل مجموعة، وذلك للتعرف بشكل أكثر لميكانيكية مقاومة النباتات لإجهاد نقص الماء.

1. **مقاومة الجفاف بالتجنب (Drought avoidance)**

تتميز النباتات التي تقاوم الجفاف بالتجنب باحتفاظ خلاياها بجهد ماء مرتفع ولذلك لا تتعرض إلى أضرار إجهاد الجفاف. وقد قسّم لفت نباتات هذه المجموعة إلى ثلاث مجموعات هي:

* **النباتات الهاربة من الجفاف**
* **النباتات المقتصدة في إستهلاك الماء**

وهي نباتات تتجنب الجفاف بالإقتصاد في إستهلاك الماء، وتتميز بعدّة تأقلمات ساعدها على ذلك أهمها:

1. سرعة إنغلاق الثغور
2. إنخفاض النتح الأدمي

**ويرجع نقص النتح الأدمي إلى عدة أسباب منها:**

* زيادة ترسب الدهون على سطح الأوراق. فمثلاً في أوراق نبات فول الصويا عندما يقسى ضد الجفاف تزداد كمية الدهون التي يمكن إستخلاصها من سطح الأوراق، ويرافق ذلك نقص في النتح **(جدول 3)**. ويمكن زيادة النتح بإزالة الدهون من على سطح الأوراق.
* ترسُّب الدهون على الجدر الخلوية لخلايا النسيج الوسطي.
* ترسُّب المواد المخاطية على الجدر الخلوية لخلايا النسيج الوسطي.
* نقص مساحة السطح الناتح
* تأقلمات في الجذور

مثل تغطية الجذور بمادة تمنع فقد الجذور للماء إلى التربة الجافة. سرعة تكوُّن الجذور المطرية، كما في النباتات العصارية ، زيادة مقاومة الجذور لحركة الماء وهذا يسبب نقصاً في معدل توصيل الماء للسطح الناتح وينقص بذلك معدَّل النتح.

يخزن الماء في خلايا خاصة تسمى الخلايا المائية **(Water cells)** وتصبح الخلايا مصدراً مائياً للخلايا الأخرى أثناء الجفاف.

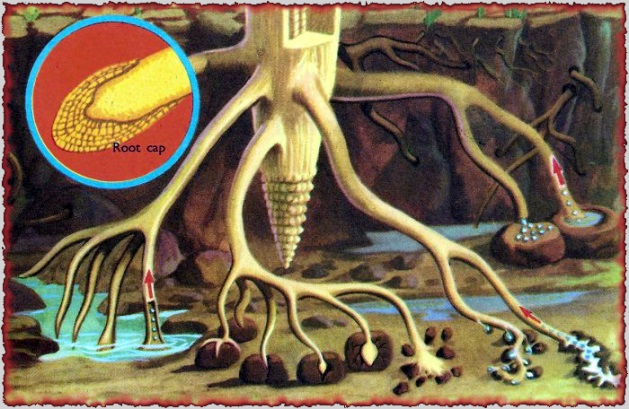
**الماء الأيضي (Metabolic water)**

وضع **(Gendel et al., 1967 عن Levitt, 1982)** إفتراض أهمية أحيائية لإنتاج الماء من تفاعلات التنفس في المحافظة على المحتوى المائي للنبات أثناء الجفاف. ويفترض هؤلاء الباحثون أن النباتات المقسَّاة ضد الجفاف يزداد فيها التنفس مقارنة بالنباتات غير المقسَّاة. ولا يرى لفت أن لإنتاج الماء أثناء التنفس دوراً في محافظة النبات على محتواه المائي أثناء الجفاف، والماء الذي ينتح في تفاعلات التنفس يستخدم في تفاعلات البناء الضوئي.

* **النباتات المستهلكة للماء (Water spenders)**

تتجنب هذه النباتات الجفاف ولكنها تتميز بارتفاع معدل النتح نظراً لإنفتاح الثغور **(يصل معدل النتح فيها إلى 5 جرامات/ساعة)**، ومع ذلك تتميز خلاياها بإرتفاع محتواها المائي وبإرتفاع ضغط الإمتلاء ويستمر فيها البناء الضوئي مرتفعاً وتتميز بإرتفاع معدل نموها مقارنة بالنباتات المقتصدة للماء.

**يفترض لفت إمتلاك هذه النباتات عدة مميزات تمكنها من رفع معدل النتح والمحافظة على ارتفاع محتواها المائي وأهم هذه المميزات هي:**

* زيادة الأنسجة التوصيلية مقارنة بالأنسجة الأخرى فعدد من النباتات الجفافية تمتاز بتقارب العروق في الورقة ويزداد فيها طول شبكة العروق في وحدة سطح الورقة، وهذا يساعد على سرعة ت وصيل الماء للسطح الناتح.
* زيادة النسبة بين المجموع الجذري إلى المجموع الخضري.
* إرتفاع قوة إمتصاص الجذور للماء. نقص الجهد الإسموزي في خلايا الجذر يمكِّن الجذر من إمتصاص الماء من التربة ذات المحتوى المائي المنخفض. وهناك عدد من الأدلة على أن النباتات المختلفة تختلف في مقدرتها في نقص المحتوى المائي للتربة إلى قيم مختلفة من النسبة المئوية للذبول الدائم، وهذا يعتمد على الجهد الأسموزي للنبات. وبعض النباتات تستمر في إمتصاص ماء التربة حتى ينقص محتواها المائي إلى مستوى أقل من النسبة المئوية للذبول الدائم **(Slayter, 1957 عن Levitt, 1980)**.
* إمتصاص الندى
* التحول إلى مقتصدة للماء عند زيادة شدة الإجهاد.



1. **مقاومة الجفاف بالتحمل (Drought tolerance)**

ينخفض في النباتات التي تقاوم إجهاد الجفاف بالتحمل جهد ماء أنسجتها أثناء الجفاف، وبالتالي تكون معرضة لأضرار إجهاد الجفاف.

وقد قسّم لفت النباتات التي تقاوم الجفاف بالتحمل إلى عدة مجموعات حسب طريقة مقاومتها للشد الذي قد ينشأ عن الإجهاد

تجنب التجفيف **(Dehydration avoidance)**

يرى لفت **(Levitt)** أن مقاومة الجفاف بالتحمل عن طريق تجنب التجفيف يُمكِّن النبات من تجنب كل من تثبيط النمو والأضرار التي قد تنشأ عن التجفيف.

يتضح تجنب تثبيط النمو الذي يسببه الجفاف بشكل كبير في الكائنات الدقيقة والتي لا تمتلك ميكانيكية لتجنب إجهاد الجفاف، وجهدها المائي في حالة إتزان مع جهد ماء الوسط الذي تعيش فيه. تقاوم هذه الكائنات الجفاف بالتحمل ومع ذلك تستطيع أن تنمو عندما تتعرض إلى إجهاد جفاف شديد.

**قسّم (Walter, 1955 عن Levitt, 1980) الكائنات الدقيقة على أساس جهد ماء الوسط (يساوي جهدها المائي) الذي تستطيع أن تنمو عنده إلى :**

**نباتات ستينوهيدرك (Stenohydric plants)**

تستطيع النمو في مدى ضيق من جهد الماء وتتوقف عن النمو عند رطوبة نسبية أقل من **(99%)**

**نباتات إيوهيدريك (Euhydric plants)**

تنمو في مدى واسع من جهد الماء وبعضها يستطيع أن ينمو عند رطوبة نسبية **(88%)** وجهد مائي منخفض يصل في بعض الأنواع إلى **(-600 بار)**. ويرى لفت أن سبب إستمرار النمو في هذه الكائنات عند جهد مائي منخفض يرجع بشكل كبير إلى تعديل الأسموزية.

يرى لفت أن سبب إستمرار النمو في هذه الكائنات عند جهد مائي منخفض يرجع بشكل كبير إلى تعديل الأسموزية.

**تحمل التجفيف (Dehydration tolerance)**

يرى لفت أن النباتات التي تتحمل الجفاف ولا تستطيع تجنب التجفيف المقاومة فيها تكون عن طريق تحمل التجفيف. والمقاومة إما أن تكون عن طريق تجنب الشد الأيضي أو عن طريق الشد الأيضي.

**التقسية ضد الجفاف**

**Hardening against drought**

إستعرض **(Henckel, 1964)** الأبحاث التي نشرت في مجال تقسية النبات ضد الجفاف ويتضح من مقالته أنه من الممكن زيادة مقاومة النباتات للجفاف بتعريض البذور قبل الإنبات إلى إجهاد نقص الماء. وتسمى مثل هذه العملية بالتقسية قبل البذر **(Presowing hardening)**. ويتم ذلك بنقع البذور في الماء لمدة يومين ثم تجفف في الهواء. وتتفاوت المحتوى المائي للبذور **( كنسبة مئوية من الوزن الجاف)** بعد عملية التجفيف من نوع إلى آخر فهو للقمح **(45%)**، لعباد الشمس **(60%)** ولنبات الدخن **(30%)**. لا يؤثر تجفيف البذور بعد النقع على الإنبات ويسبب زيادة في مقاومة النبات للجفاف، ويسبب أيضاً زيادة في النمو والإنقسام الخلوي **(عن Henckel, 1964)**.

تسبب التقسية قبل البذر تغيرات في البروتوبلازم مثل:

* زيادة لزوجته
* زيادة خواص تميؤ المواد الغروية فيه
* زيادة الضغط الأسموزي **( نقص الجهد الأسموزي)**

تساعد هذه المميزات النبات على زيادة مقدرته على الإحتفاظ بالماء أثناء إجهاد الجفاف. يسبب هذا النوع من التقسية كذلك زيادة في مقاومة العمليات الأيضية للجفاف، فالنباتات المقسّاة تتميز بإرتفاع معدّلات البناء الضوئي وبناء البروتين والأحماض النووية مقارنة بالنباتات غير المقسّاة.

يرى **(Levitt, 1980)** أن التقسية هي المعاملة التي يجب أن تسبب زيادة في تحمل النباتات للجفاف. أما المعاملة التي تسبب زيادة في المقاومة بالتجنب ولا يؤثر على تحمل النبات للجفاف فقد أُطلق عليها إسم التقسية الكاذبة **(Pseudohardening)** (**جدول 3**). هذا وقد ذكر عدة طرق تستخدم للتقسية ضد الجفاف وهي:

* منع الري عن النبات حتى وصول النبات إلى ذبول مؤقت **(Tumanov, 1927)** وهذه المعاملة تسبب زيادة في تحمل بعض النباتات للجفاف.
* تجفيف البذور بعد التشرب وهذه المعاملة بالإضافة إلى أنها تسبب زيادة في نمو النبات أثناء الجفاف تسبب زيادة تشرب البذور بالماء عند الإنبات، وتسبب زيادة في سرعة الإنبات. الجدير بالذكر أن عدداً من الباحثين لم يتمكنوا من زيادة مقاومة عدد من الأنواع النباتية للجفاف باستخدام هذا النوع من التقسية **(عن Levitt, 1980)**.
* تُشرّب البذور لمدة **(20 ساعة)** في محلول من **(CaCl2)** تركيزه **(25%)** من الممكن إستخدام البورات **(Borate)** كذلك.
* يرى **(Levitt, 1980)** كذلك أن التعرض لدرجة حرارة منخفضة والتي تسبب تقسية ضد البرد **(Frost)** يمكن أن تسبب تقسية ضد الجفاف وأحياناً تكون أفضل من المعاملة بالجفاف. فمثلاً تكون نباتات حوض البحر الأبيض المتوسط أكثر تحملاً للجفاف في فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| النبات | الرطوبة النسبية التي تسبب قتل (50%) من النسيج النباتي | |
| غير مقسّاة | مقسّاة |
| الدخن | 92 | 92 |
| الكرنب | 96 | 92 |
| *Sempervivum glaucum* | 94 | 94 |
| القمح (Thrme) | 98 | 98 |
| القمح (Seneca) | 97 | 94 |
| الشعير (نهار طويل) | 96 | 90 |
| الشعير (نهار قصير) | 96 | 94 |

**جدول (3): تحمل الجفاف لنباتات غير مقسّاة ونباتات مقسّاة لمدة تتراوح بين (2 و 6 أسابيع)**

المصدر : **(Levitt, 1980)**