الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد – حمه لخضر الوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
الشعبة : علوم فلاحية
التخصص: انتاج نباتي

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر تخصص علـــــــوم فلاحية

بعنوان

# تقييم تأثير الإجهاد المائي في مرحلة الإنبات لعدة أنواع من القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*)

اعداد الطلبة

جاب الله ياسين

بحري الياس

لجنة المنـــــــــــاقشة

| | | |
|---|---|---|
| احمـد علالي ا.م.ب | رئيسا | جامعة الشهيد حمه لخضر |
| صـــراوي طاهر ا.م.ا | مشرفا | جامعة الشهيد حمه لخضر |
| بوعفيان مبروكة ا.م.ب | ممتحنا | جامعة الشهيد حمه لخضر |

2025/2024

بسم الله الرحمن الرحيم

# لإهداء

إلى من كلل العرق جبينه ومن علمني أن النجاح لا يأتي إلا بالصبر والإصرار

إلى النور الذي أنار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي فبدا من بدل الغالي والنفيس واستقديت منه قوتي واعتزازي بذاتي

والدي العزيز

إلى من جعل الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها إلى الإنسانه العظيمة التي لطالما تمنت أن تقر عينها لرؤيتي في يوم كهذا

أمي العزيزه

إلى ضلع الثابت وأماني أيامي إلى ما شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع

أرتوي منها إلى خيرة أيامي وصفونها إلى قرة عيني.....

إلى إخواني وأخواتي الغاليين

لكل من كان عونا وسندا في هذا الطريق للأصدقاء الأوفياء ورفقاء السنين الأصحاب الشدائد والأزمات إلى من أفاضني بمشاعره ونصائحه المخلصة إليكم عائلتي أهديكم هذا الانجاز وثمرة نجاح التي لا طالما تمنيته ها أنا اليوم أكملت وأتممت أول ثمراته بفضله سبحانه وتعالى

على ما وهبني وأن يجعلني مباركا وأن يعينني أينما كنت فمن قال أنا لها

نالها فأنا لها وإن أنت رغما عنها أتيت بها فالحمد الله شكرا وحيا وامتنان

على البدء والختام وأخر دعواهم أن

لحمد لله رب العالمين

الياس

# الإهداء

إلى من لا يمكن للأرقام أن تحصي فضائلهما

إلى والدي العزيزين أدامهما الله لي

إلى إخوتي و الاصدقاء

إلى كل طلبة الماستر فلاحة دفعة 2025

وفي الأخير أرجوا من الله تعالى أن يجعل عملي هذا نفعا يستفيد

منه جميع الطلبة المتربصين المقبلين على التخرج

ياسين

# شكر والعرفان

الحمد لله على احسانه و الشكر له على توفيقه و امتنانه ونشهد ان لا اله الا الله وحده لا شريك له تعظيما لشانه ونشهد ان سيدنا محمد عبده و رسوله صلى الله عليه وسلم

وبعد أتقدم بجزيل الشكر الى: الأستاذ الفاضل:صراوي الطاهر على كل المجهودات المبذولة من توجيه وارشاد،اسال الله له تمام الصحة والعافية

كما أتوجه بجزيل الشكر لكل من ساهم من قريب أو بعيد. لإتمام هذا العمل

والله ولي التوفيق ولا موفق سواه سبحانه

جاب الله ياسين وبجري الياس

**ملخص:**

يعد الإجهاد المائي من أبرز العوامل التي تؤثر بشكل كبير على إنتاجية القمح الصلب (***Triticum durum Desf***) في الجزائر. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثيرات نقص المياه الناتج عن استخدام **PEG 6000** بتركيز20% على مختلف مراحل إنبات بذور خمسة انواع من القمح الصلب، هم الواد البارد وماسينيسا ومغرس ومنصورة والصاورة . تبين أن الإجهاد الناتج عن **PEG 6000** أدى إلى تأخير في عملية الإنبات لدى البذور المختبرة، حيث أثر ذلك بشكل ملحوظ على النسبة النهائية للإنبات وسرعة حدوثه. كما لوحظ أن **PEG 6000** أثر سلبًا على نمو الجذور والجزء الهوائي للشتلات. في الختام، أظهرت النتائج أن الاصناف المختبرة اتبعت استراتيجيات متشابهة في استجابتهم للإجهاد المائي، لكن بدرجات متفاوتة. حيث ان صنف الواد البارد اعطى اعلى استجابة للإجهاد المائي مقارنة بالأصناف لأخرى في حين ان صنف مقرس كان اضعف استجابة للإجهاد المائي في حين ان لأصناف الثلاثة الأخرى كانت متقاربة في الاستجابة للإجهاد المائي وبالتالي، يمكن اعتبار هذه لأصناف أساسًا مهمًا في برنامج اختيار أصناف القمح الصلب لتحمل للإجهاد المائي.

**الكلمات المفتاحية :**

**القمح الصلب – انبات - اجهاد مائي – التحمل - اصناف**

Résumé :

Le stress hydrique constitue l'un des principaux facteurs limitant la productivité du blé dur (Triticum durum Desf.) en Algérie. Cette étude vise à évaluer les effets du déficit hydrique induit par une solution de PEG 6000 à une concentration de 20 % sur les différentes phases de germination des graines de cinq variétés de blé dur : Oued El Bared, Massinissa, Magrass, Mansoura et Saoura. Les résultats ont montré que le stress provoqué par le PEG 6000 a entraîné un retard significatif dans le processus de germination des graines testées, affectant à la fois le taux final de germination et la vitesse de son déroulement. De plus, une inhibition marquée du développement des racines et de la partie aérienne des plantules a été observée. En conclusion, les résultats indiquent que les variétés étudiées ont adopté des stratégies de réponse similaires face au stress hydrique, mais avec des degrés de tolérance variables. La variété Oued El Bared a montré la meilleure réponse au stress hydrique, tandis que la variété Magrass s'est révélée la plus sensible. Les trois autres variétés ont présenté des réponses intermédiaires et relativement proches. Ainsi, ces variétés pourraient constituer une base importante dans les programmes de sélection de variétés de blé dur tolérance au stress hydrique.

Mots clés :

Blé dur -Germination – Stress hydrique -Tolérance– Variétés.

**Abstract**:

Water stress is one of the most significant factors affecting the productivity of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in Algeria. This study aims to assess the effects of water deficit induced by 20% polyethylene glycol (PEG 6000) on various germination stages of seeds from five durum wheat varieties: Oued El-Bared, Massinissa, Magrass, Mansoura, and Saoura. The results showed that PEG 6000-induced stress delayed the germination process in the tested seeds, significantly affecting both the final germination percentage and germination speed. Additionally, PEG 6000 negatively impacted the root and shoot growth of the seedlings. In conclusion, the tested varieties exhibited similar strategies in response to water stress, albeit with varying degrees of tolerance. The variety Oued El-Bared demonstrated the highest tolerance to water stress, while Magrass showed the weakest response. The other three varieties exhibited intermediate and comparable responses. Therefore, these varieties can serve as a valuable basis in breeding programs aimed at selecting drought-tolerant durum wheat genotypes.

**Keywords:**

Durum wheat – Germination – Water stress – Tolerance – Varieties.

# فهرس المحتويات

**الفهرس:**

# المحتويات

**الاهداء**
**شكر والعرفان**
**ملخص**
**الفهرس:**
**فهرس الجداول:**
**فهرس الأشكال:**
**مقـــدمة:..... ..... أ**

**الفصل الأول ملخص ببليوغرافي**

**أ- معلومات عامة حول: القمح الصلب..... 4**
**1-أهمية واستخدامات القمح الصلب ..... 4**
**2- أصل القمح الصلب..... 4**
**2-1- الأصل الوراثي ..... 4**
**2-2- الأصل الجغرافي..... 6**
**2-3- الوصف والتصنيف النباتي ..... 7**
**2-4- حبوب القمح . ..... 8**
**1.الجنين أو اللب: ..... 9**
**2.الأغلفة التي تضم ثلاث طبقات:..... 9**
**3.اللب الأميلوسي أو اللب النشوي : ..... 9**
**2-5- دورة الحياة ..... 10**
**2-5-1- المرحلة النباتية: من الزراعة حتى بداية الارتفاع..... 10**
**2-5-2- تكوين التفرعات..... 10**
**2-5-3- الإزهار ..... 11**
**2-5-4- فترة تكوين ونضج البذرة..... 11**

2-5-5- نضج الحبوب ..... 11
3- أهمية زراعة القمح في العالم وفي الجزائر ..... 12
4- الإنبات..... ..... 13
4-1- شروط الإنبات ..... 13
4-2- الآليات الفسيولوجية للإنبات..... 14
4-2-1- مرحلة الامتصاص المائي..... 14
4-2-2- مرحلة الإنبات بالمعنى الدقيق..... 14
4-2-3- مرحلة النمو..... 14
الإجهاد المائي.. ..... 15
1- تعريف الإجهادات..... 15
2- مفهوم الإجهاد المائي..... 16
3- آليات الاستجابة للإجهاد المائي..... 17
3-1- استراتيجية التجنّب ..... 17
3-2- التملّص من الجفاف (التهرّب)..... 17
3-3- التحمل..... 19
4- الآليات الجزيئية لتحمل الجفاف ..... 20
5- الآليات الجزيئية الخاصة بنقص الماء..... 21

**الفصل الثاني المواد والأساليب**

1- المادة النباتية ..... 24
2-المواد المستعملة..... 26
2- إعداد التجربة: تطبيق الإجهاد المائي وتحديد مرحلة القياس ..... 26
3- المتغيرات المقاسة ..... 29
3-1- المعايير الموروفسيولوجية ..... 29
3-1-1- معدل الإنبات النهائي (Germination %)..... 29
3-1-2- ديناميكية الإنبات (CG, %)..... 30
3-1-3- طول الجذر (سم) ..... 30
3-1-4- طول الجزء الخضري (الكوليوبتيل) (سم)..... 30

**الفصل الثالث النتائج والمناقشة**

**1- تأثير الإجهاد المائي على المعايير الموروفسيولوجية ..... 32**

**1-1- تغير معدل الإنبات. ..... 32**

**2- تغير طول الجزء الجذري لدى لأصناف المدروسة..... 33**

**3- تغير طول الجزء الخضري لدى لأصناف المدروسة ..... 34**

**4- تغير وزن الجزء الخضري والجذري لدى لأصناف المدروسة (الشواهد) ..... 35**

**5- تغير وزن الجزء الخضري والجذري لدى لأصناف المدروسة (المضاف اليها PEG6000) ..... 36**

**6-النتائج والمنـــــــــــــاقشة .....37**

**الخاتمة:..... 41**

**قائمة المصادر والمراجع ..... 43**

## فهرس الجداول:

**الجدول 1: تصنيف القمح الصلب: ..... 7**

**الجدول 1: الخصائص الرئيسية للاصناف المدروسة من القمح الصلب ( ITGC Steif 2023): ..... 25**

**فهرس الأشكال:**


**الشكل 1: سلسلة نسب القمح الصلب (©ARVALIS Institut du Végétal) : ...5**

**الشكل 2: خريطة مركز منشأ وانتشار زراعة القمح الصلب (Bonjean, 2001):.....6**

**الشكل 3: مورفولوجيا القمح (المعرفة2024).....8**

**الشكل 4: تركيب حبوب القمح (المعرفة2024): .....9**

**الشكل 5 : دورة حياة القمح (امارات مصر للتنمية الزراعية 2024):..... 11**

**الشكل 6: الأحداث الرئيسية المصاحبة لعملية الانبات (d'après bewley,1997):15**

**الشكل 7: بولي إيثيلين جلايكول 6000 :..... 26**

**الشكل 8: عينات القمح خلال مرحلة الغسل والتعقيم:..... 27**

**الشكل 9: صورة تمثل الحاضنة الزراعية :..... 28**

**الشكل 10: صورة تمثل البذور خلال مرحلة الإنتاش :..... 29**

**الشكل 11: المنحنى البياني يمثل نسبة عملية لإنتاش بدلالة الساعات : ..... 32**

**الشكل 12: أعمدة بيانية تمثل متوسط طول الجذري لأصناف المدروسة :..... 33**

**الشكل 13: أعمدة بيانية تمثل متوسط طول الجزء الخضري لأصناف المدروسة : ... 34**

**الشكل 14: أعمدة بيانية تترجم وزن الجزء الجذري والخضري للأصناف الخمسة للشواهد :..... 35**

**الشكل 15: أعمدة بيانية تترجم وزن الجزء الجذري والخضري للأصناف AVEC PEG6000 : ..... 36**

# مقـــــــدمة

## مقـــدمة:

يعتبر القمح الصلب (*Triticum durum Desf*) من أقدم أنواع القمح ويشكل جزءًا هامًا من النظام الغذائي للبشر، مما يبرز أهميته الاقتصادية. يساهم القمح في توفير نسبة كبيرة من التغذية على مستوى العالم، حيث توفر الحبوب حوالي 95% من هذه التغذية عبر المحاصيل الغذائية الرئيسية. لقد حقق مزارعو القمح تقدمًا كبيرًا في زيادة الإنتاجية على مر العقود الماضية، خاصة في الدول النامية. رغم ذلك، ما زالت هناك العديد من التحديات التي تواجههم في توفير الغذاء بطرق مستدامة، مع ضرورة تلبية احتياجات السكان المتزايدة.

في الجزائر، يُعد القمح أحد المكونات الرئيسية للنظام الغذائي، حيث يُستخدم بشكل واسع في تحضير السميد (الكسكس، الفطائر، المعكرونة) والدقيق (الخبز والمعجنات)، بالإضافة إلى استخدامه كعلف للحيوانات. ومع تزايد الطلب الناتج عن النمو السكاني، لم تتطور القدرات الإنتاجية في البلاد بما يتماشى مع هذا الارتفاع في الطلب، بسبب تأثير الظروف المناخية التي تؤثر بشكل كبير على الزراعة ومحاصيلها. وقد أدى انخفاض إنتاج الحبوب، خاصة القمح، إلى تصنيف الجزائر من بين أكبر مستوردي القمح عالميًا. وتعتبر الجزائر ثالث أكبر مستورد للقمح في العالم، وهي تعمل على تحقيق الاكتفاء الذاتي بحلول موسم الحصاد لعام 2025 لتقليل تكاليف الاستيراد على الخزينة العامة. يتم زراعة الحبوب على مساحة تقدر بـ 3.5 مليون هكتار (AGRO 2019)، وترجع تقلبات الإنتاج بشكل رئيسي إلى العوامل الحيوية وغير الحيوية.

يُعد نقص المياه من العوامل غير الحيوية الرئيسية التي تؤثر بشكل كبير على نمو وإنتاجية القمح، ويُعتبر من أكبر التحديات التي تواجه زراعة القمح في العديد من المناطق حول العالم، خاصة في دول حوض البحر الأبيض المتوسط مثل الجزائر (Royo et Abio., 2003). وللتغلب على هذه المشكلة، يصبح من الضروري التركيز على زراعة أصناف قمح تتحمل الجفاف، وذلك من خلال تنفيذ برامج التحسين الوراثي. ولهذا فإن الفهم

العميق للآليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية التي تلعب دورًا في تحمل الإجهاد المائي يعد أمرًا مهمًا لاختيار الأصناف الأكثر قدرة على التكيف مع ظروف نقص المياه.

في هذا الإطار، تعتبر دراسة مرحلة الإنبات من العناصر المهمة في البحث العلمي، حيث تشكل هذه المرحلة الأساس لنمو المحاصيل، مما يؤثر بشكل كبير على تطور النبات في مراحله المبكرة ويحدد سير العمليات اللاحقة. كما أن تحديد المعايير التي تحد من تأثير نقص المياه على تقدم مراحل الإنبات يعد من الأهداف الأساسية في أي برنامج تحسين يهدف إلى تعزيز قدرة القمح القاسي على تحمل هذا النوع من الإجهاد. لمواجهة هذه المشكلة،

تمت دراسة تأثير الإجهاد المائي الناتج عن استخدام PEG6000 على سلوك خمسة أصناف من القمح الصلب؟

تبدأ هذه المذكرة بمقدمة، تليها ثلاثة فصول رئيسية

**الفصل الأول:** يتناول استعراضًا ببليوغرافي حول القمح، بداية من أصله وأهميته، وصولاً إلى تأثير الإجهاد المائي على النباتات وكيفية استجابتها لهذا النوع من الإجهاد.

**الفصل الثاني:** يتضمن عرضًا للمواد والطرق المستخدمة في البحث، حيث يتم وصف المواد النباتية وظروف الزراعة، بالإضافة إلى المتغيرات التي تم قياسها ودراستها.

**الفصل الثالث:** يتخصص في تقديم النتائج التي تم التوصل إليها، مع تحليل ومناقشة لهذه النتائج بشكل مفصل.

وأخيرًا، تختتم المذكرة بالخاتمة التي تلخص أبرز الاستنتاجات، بالإضافة إلى عرض رؤية مستقبلية للبحث.

# الفصل الاول:

# ملخص ببليوغرافي

**أ- معلومات عامة حول: القمح الصلب**

**1-أهمية واستخدامات القمح الصلب**

يعتبر القمح من الموارد الغذائية الأساسية التي تساهم في توفير حوالي 30% من احتياجات الطاقة للبشر. كما يُستخدم في تغذية الحيوانات. يُستخدم القمح في تصنيع العديد من المنتجات الغذائية ، بفضل قدرة البروتينات الموجودة فيه على تشكيل شبكة لزجة ومرنة عند إضافة الماء، مما يؤدي إلى تكوين الغلوتين. ومع ذلك، لا تقتصر المكونات الضرورية للحصول على أطعمة لذيذة ومغذية على البروتينات فقط؛ فالنشا، الذي يشكل الجزء الأكبر من الحبوب، وكذلك الدهون والإنزيمات تلعب دورًا هامًا في تحسين الجودة. تشمل الإنزيمات الرئيسية مثل ألفا وبيتا أميليز، البروتياز، بالإضافة إلى الليباز والليبوكسيجيناز (samson et morel 1995)

**2- أصل القمح الصلب**

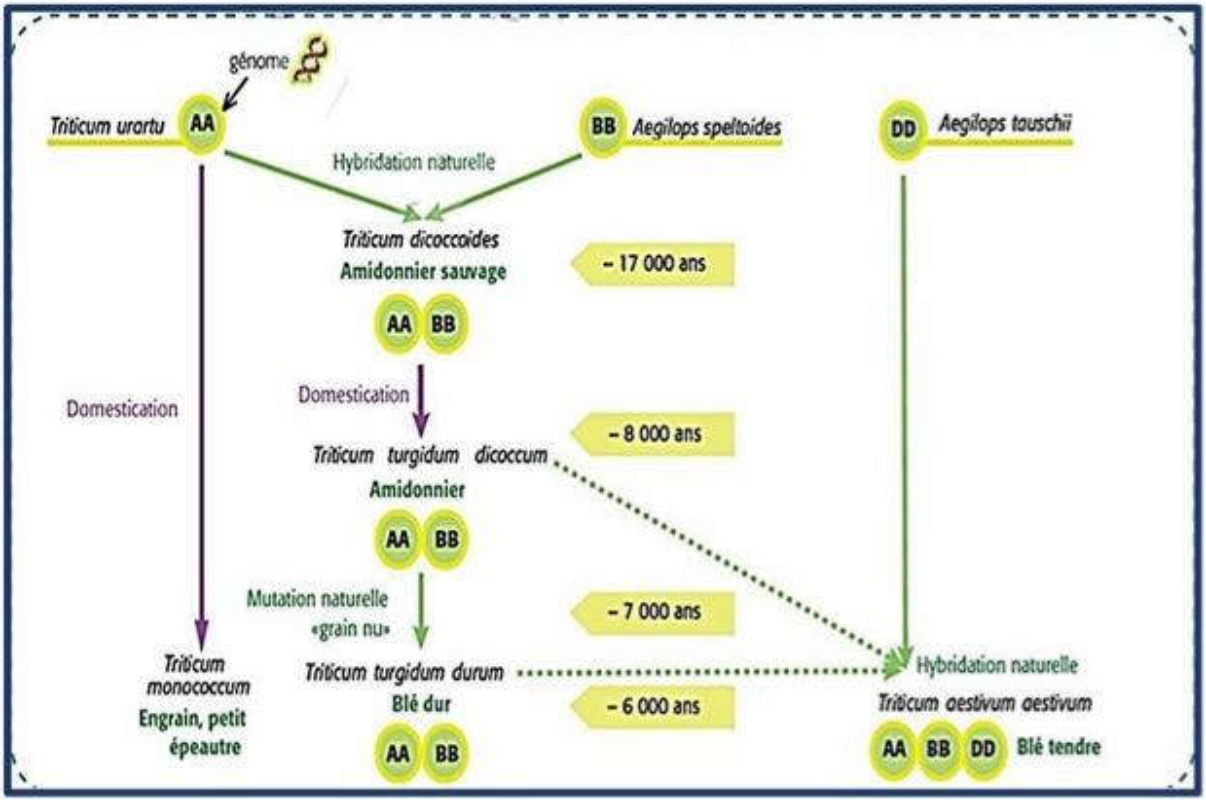
**2-1- الأصل الوراثي**

ينتمي القمح إلى الفصيلة النجيلية (Gramineae = Poaceae)، التي تضم أكثر من 10,000 نوع مختلف. تُصنَّف عدة أنواع ذات مستويات مختلفة من التعدد الصبغي ضمن جنس Triticum (تعدد الصيغ الصبغية التضاعفي)، حيث تعود الجينومات المتماثلة إلى تهجين بين أنواع مختلفة تنتمي إلى الفصيلة نفسها (Levy و Feldman، 2004).

أكثر أنواع القمح زراعة اليوم هما القمح الطري (Triticum aestivum) والقمح الصلب (Triticum turgidum). وتشير البيانات الأثرية إلى أن زراعتهما تعود إلى حوالي 10,000 سنة. وقد مكنت الدراسات الخلوية لجميع هذه الأنواع من تحديد أصل القمح المزروع؛ إذ يُعزى الجينوم A إلى Triticum monococcum، والجينوم B إلى نوع من Aegilops (مثل A. bicornis، A. speltoides، A. longissima أو A. searsii)، أما الجينوم D فيعود إلى Aegilops squarrosa.

أما القمح الصلب فيحتوي فقط على الجينومين AA وBB، بمجموع 28 كروموسومًا. وقد أدى التهجين الطبيعي بين T. monococcum ونوع من Aegilops (الحامل للجينوم B) إلى ظهور قمح صلب بري من النمط AABB

(Triticum turgidum السلالة dicoccoides)، الذي تطوّر تدريجيًا إلى T. turgidum السلالة dicoccum، ثم إلى T. durum، أي القمح الصلب المزروع (الشكل 1)

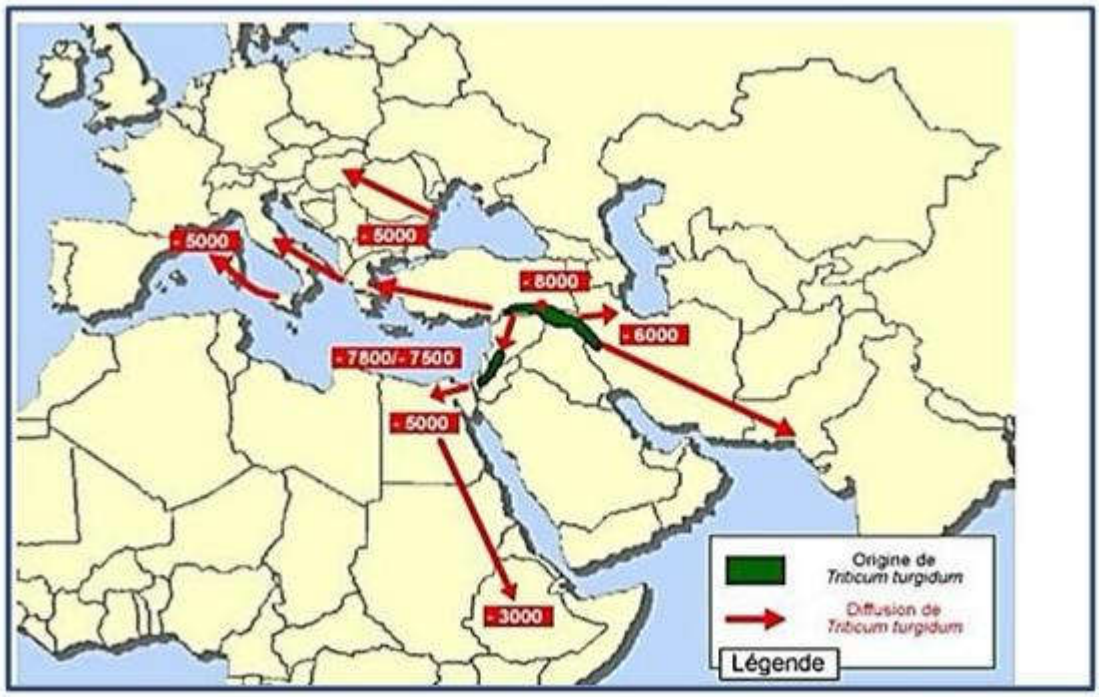



**الشكل 1: سلسلة نسب القمح الصلب (©ARVALIS Institut du Végétal)**

## 2-2- الأصل الجغرافي

يعد تحديد منشأ القمح الصلب من التحديات الحديثة التي تحظى بأهمية كبيرة، نظرًا للقيمة التي يضيفها إدعاء المنشأ للمنتجات النهائية عبر ارتباطها بالمادة الخام (Cavanna et al., 2020)

يُعتبر القمح الصلب من أقدم المحاصيل التي قام الإنسان بزراعتها وحصادها، حيث يعود تاريخه إلى أكثر من 7000 إلى 10,000 عام في منطقة الهلال الخصيب، التي تشمل فلسطين وسوريا والعراق وأجزاء من إيران (فيريت، 1996). وأكد بونجيان وبيكارد (1990) أن الحضارة الرومانية كان لها دور كبير في توسيع نطاق زراعة الحبوب من حوض البحر الأبيض المتوسط إلى المناطق الوسطى والغربية من أوروبا




**الشكل2: خريطة مركز منشأ وانتشار زراعة القمح الصلب**

**(Bonjean, 2001)**

### 2-3- الوصف والتصنيف النباتي

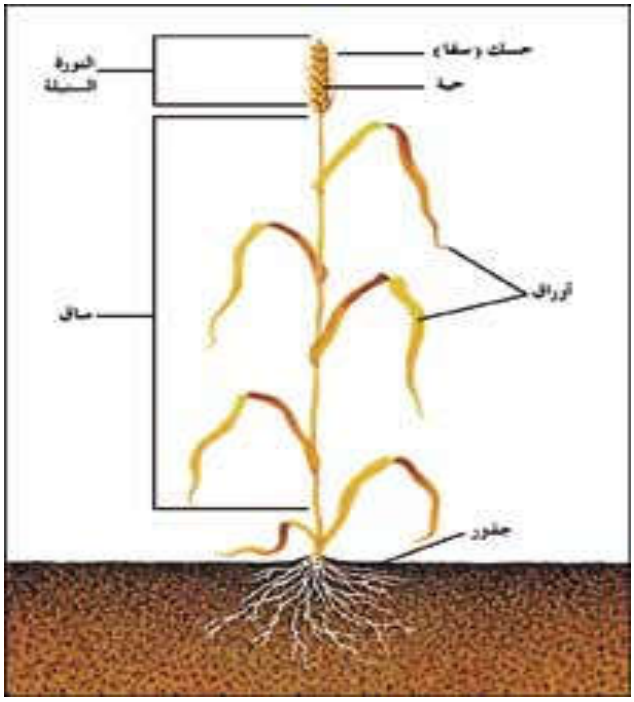
القمح هو نبات حولي ينتمي إلى فصيلة أحاديات الفلقة، ضمن رتبة النجيليات والفصيلة النجيلية، ويصنف تحت قبيلة القمح. تضم عائلة النجيليات أكثر من 600 جنس وحوالي 5000 نوع مختلف

| المملـــــــــكة | النباتيـــــة |
|---|---|
| القســـــم | النباتـــات الوعائية |
| الشعبـــــــة | حقيقيـــات الأوراق |
| الشعيبـــــــة | البذريـــات |
| الطائفـــــــة | احاديـــات الفلقـــة |
| الرتبـــــــة | النجيليـــات |
| الفصيـــــلة | النجيـــلية |
| القبيلـــــة | القمحاويـــة |
| الجنـــــس | قمح تريتـــكوم |

**الجدول 1: تصنيف القمح الصلب**

القمح هو نبات عشبي سنوي متوسط الارتفاع، تتميز أوراقه انها مسطحة. الإزهار يكون على شكل إكليل طرفي يحتوي على أزهار كاملة (Soltner, 1998). يتكون النظام الجذري من جذور سابقة تنشأ من البذرة أثناء الإنبات، بالإضافة إلى جذور مغروسة تتشكل لاحقًا من العقد في قاعدة النبات وتشكل النظام الجذري الدائم (Bozzini, 1988). يمتلك القمح الصلب ساقًا أسطوانية ومستقيمة، عادةً ما تكون جوفاء، تنشأ التفرعات الجانبية (القمم الثانوية) من البراعم الموجودة في العقد السفلية للساق الرئيسية. وعند النضج، يحمل كل من الساق الرئيسية وكل فرع إزهارًا طرفيًا. تحتوي حبوب اللقاح، التي تكون عادةً ذات شكل مغزلي، على ثلاثة أنوية. كل زهرة تنتج ثمرة تحتوي على بذرة واحدة، وهي السنبلة

(Bozzini, 1988). تحتوي كل بذرة على مادة نُخامية واسعة وأجنة مسطحة تقع عند طرف البذرة بالقرب من قاعدة الزهرة (Soltner, 1998).




**الشكل 3: مورفولوجيا القمح (المعرفة2024)**

**2-4- حبوب القمح .**

تعد حبوب القمح ثماراً تُسمى الكاريوبس، وهي نوع من الفواكه الجافة التي لا تنفتح، وهي سمة مميزة للنباتات الحقلية مثل الحبوب. تحتوي هذه الحبوب على بذرة واحدة، ويكون غلافها الخارجي ملتصقاً تماماً بجدار الثمرة (Pomeranz, 1988). تتميز الحبة بشكل بيضاوي، وفي أحد جوانبها يوجد أخدود طولي يُعرف "بالشق"، بينما في الطرف المقابل توجد شعيرات صغيرة تُسمى "الفرشاة" (الشكل 4).

تتكون كل حبة قمح من ثلاث أجزاء رئيسية:

**1. الجنين أو اللب:**

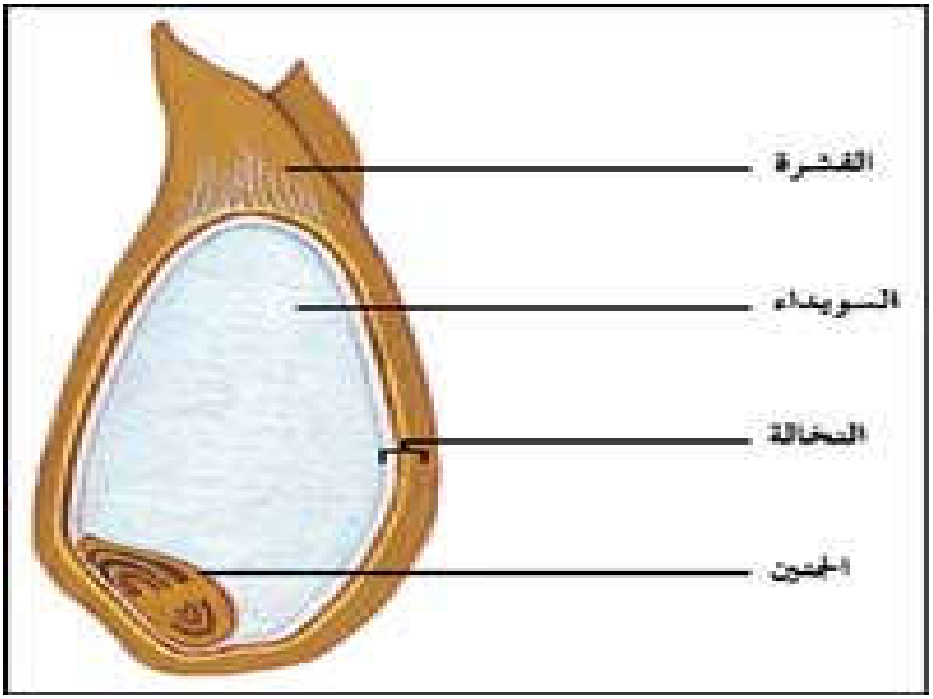
وهو الجزء الغني بالدهون، البروتينات، الفيتامينات، والعناصر المعدنية، ويمثل نحو 3% من وزن الحبة. يتم التخلص من هذا الجزء أثناء عملية الطحن لتجنب التزنخ ولزيادة مدة صلاحية الدقيق (Pomeranz, 1988).

**2. الأغلفة التي تضم ثلاث طبقات:**

الغلاف الثمري، التاج السمي، والجزء البروتيني، وهي تشكل حوالي 13 إلى 15% من الحبة. تتكون هذه الأغلفة بشكل أساسي من السليلوز والمعادن، بينما تحتوي الطبقة البروتينية على نسب من الدهون، البروتينات، الفيتامينات والعناصر المعدنية. تتم إزالة الأغلفة أثناء الطحن لتتحول إلى نخالة.

**3. اللب الأميلوسي أو اللب النشوي :**

الذي يشكل 82–85% من الحبة ويتكون أساساً من النشا (70–75%) والبروتينات (10–12%) ، مع كميات ضئيلة من المعادن والفيتامينات (0.3–0.6%). هذا الجزء هو الذي يُستخدم لتحضير الدقيق بعد الطحن.




**الشكل 4: تركيب حبوب القمح (المعرفة2024 )**

**2-5- دورة الحياة**

يتسم تطور نبات القمح بسلسلة من التغيرات التي تؤثر على الساق والسنابل، كما هو موضح في الشكل(6) . (Moule, 1971; Clement, 1981; Gate, 1995).

**2-5-1- المرحلة النباتية: من الزراعة حتى بداية الارتفاع**

**الإنبات**

تعتبر مرحلة الإنبات بداية دخول البذرة إلى مرحلة الحياة النشطة، حيث يبدأ نمو الجنين في الأرض (Moule, 1971).

**النمو فوق سطح الأرض**

تبدأ هذه المرحلة عندما يظهر الورق الأول في قمة الكوليوبتيل (الغمد الجنيني). في هذه المرحلة، يبدأ المحور الذي يحمل البرعم الطرفي في النمو ليشكل جذرًا عرضيًا، ولكن نموه يتوقف عند حوالي 2 سم تحت سطح التربة (Clement, 1981).

**2-5-2- تكوين التفرعات**

يبدأ تكوين التفرعات بعد نمو الورقة الثالثة. تظهر براعم في اطراف الأوراق، ما يؤدي إلى تكوين التفرعات الأساسية، التي تولد بدورها تفرعات ثانوية (Gate, 1995).

**التركيب والتفرع**

يبدأ التفرع عند نهاية النمو الخضري، ويتميز بزيادة طول العقد وتمايز الأجزاء الزهرية التي تظهر بوضوح.

**الاقراط**

تُعرف الأقراط بأنها النقطة التي تنبثق منها السنبلة الغمدية في الورقة الأخيرة. ويظهر عندما تبرز السنبلة الطرفية فوق غمد الورقة النهائية.

### 2-5-3- الإزهار

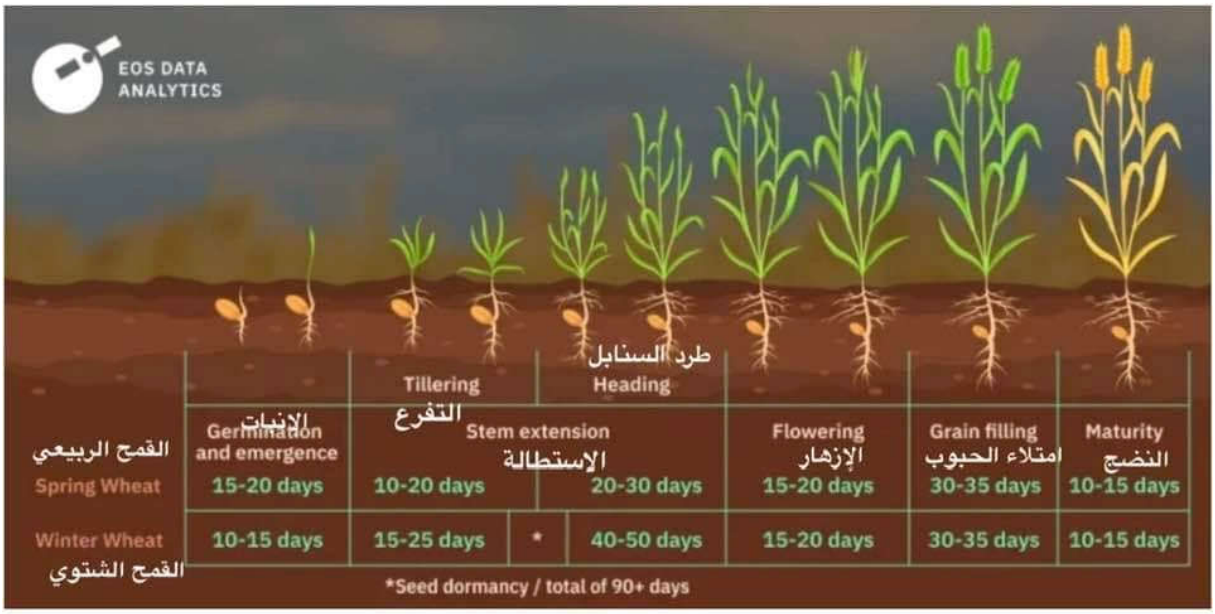
تبدأ مرحلة الإزهار عندما تظهر الأسدية في السنيبلات، وتستمر حتى تكتمل ظهور جميع الأسدية. في هذه الفترة، يبدأ القمح في تغيير لونه تدريجيًا من الأخضر إلى درجات الأصفر أو الذهبي أو البرونزي.

### 2-5-4- فترة تكوين ونضج البذرة

في هذه المرحلة، يتحول تركيز النبات نحو ملء الحبوب باستخدام الكتلة الحيوية المنتجة. في البداية، تتشكل الحبوب وتنقسم الخلايا بشكل مكثف.

### 2-5-5- نضج الحبوب

تبدأ مرحلة النضج ، حينما تصل الحبوب إلى 45% من الرطوبة. في هذه الفترة، تبدأ الحبوب في فقدان رطوبتها بشكل تدريجي مع مرور الوقت.




**الشكل 5: دورة حياة القمح ( امارات مصر للتنمية الزراعية 2024)**

**3- أهمية زراعة القمح في العالم وفي الجزائر**

يُعدّ القمح من أهم المحاصيل الزراعية في العالم، حيث يأتي في المرتبة الأولى من حيث الإنتاج، ويُعتبر ثاني مصدر غذائي رئيسي للبشرية بعد الأرز، إذ يُساهم بحوالي 15٪ من احتياجات الإنسان من الطاقة (Bajji, 1999). ويمثل القمح حوالي 30٪ من إجمالي إنتاج الحبوب عالميًا، ويُشكّل نحو 20٪ من الغذاء المُستهلك على مستوى العالم. من بين أنواع القمح، يُعد القمح الصلب (Triticum turgidum var.durum) النوع الأكثر انتشارًا في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط، لاسيما في شمال إفريقيا (Bonjean et al.,2016). وعلى مستوى العالم، يزرع القمح الصلب في حوالي 5٪ من الأراضي المخصصة لزراعة القمح، بإنتاج بلغ نحو 38 مليون طن متري سنة 2014 (Ranieri,2015).

أما في الجزائر، فيحتل القمح الصلب موقعًا بارزًا ضمن المحاصيل الزراعية، حيث يشغل نحو 45٪ من المساحة المخصصة لزراعة الحبوب، أي ما يُعادل 1.6 مليون هكتار (ONFA,2017)، وتنتج البلاد حوالي 2.5 مليون طن سنويًا (CIG,2016) المذكور في (www.world-grain.com). غير أن الجزائر تظل بحاجة إلى استيراد ما يقارب 2 مليون طن من القمح الصلب سنويًا لتلبية الطلب المحلي (USDA,2017). ويُعدّ الجفاف من أبرز العوامل التي تحد من إنتاجية هذا المحصول، خصوصًا في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تُميز مناخ المنطقة المتوسطية (Mir et al.,2012).

تتميّز المناطق الزراعية في الجزائر بهطول مطري غير منتظم (Habash et al., 2009)، إلى جانب نقص المياه وارتفاع درجات الحرارة في نهاية دورة نمو المحصول، وهما من أبرز العوامل التي تُعيق زراعة القمح الصلب في البلاد (Mekhlouf et al.,2006). ومن جهة أخرى، فإن إدخال أصناف محسّنة ذات مردودية عالية ساهم في اندثار عدد كبير من الأصناف المحلية الجزائرية، التي كانت تمتاز بقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية المحلية (Bouzerzour et al.,2003).

**4- الإنبات**

يُعتبر الإنبات مرحلة فسيولوجية حيوية تُميز الانتقال من حالة السكون في البذور الجافة إلى بداية نمو البادرة. وتبدأ هذه العملية فور ترطيب البذرة الجافة، إذ تُعدّ ظاهرة طبيعية تحدث عندما تتوفر الظروف البيئية المناسبة من حرارة، وتهوية، وظلمة (Bensaadi,2011). ويمكن تقسيم ديناميكية امتصاص الماء خلال الإنبات إلى ثلاث مراحل مميزة (Beweley,1997).

**4-1- شروط الإنبات**

تتأثر عملية الإنبات بجملة من العوامل البيئية التي لا تقتصر فقط على لحظة بدء الإنبات، بل تمتد لتؤثر على سلوك البذرة طوال حياتها. ولا يمكن للإنبات أن يحدث إلا بتوافر ثلاثة عناصر أساسية هي: الماء، والأكسجين، ودرجة الحرارة (Bensaadi,2011).

- **الماء:** يُعدّ عاملًا أساسيًا للإنبات، ويجب أن يتوفر في الوسط الخارجي بكميات كافية (Heller et al.,2004). وتتم عملية امتصاص الماء عبر التغلغل الأسموزي من خلال غلاف البذرة، الذي يحتوي على نسبة متفاوتة من السليلوز، مما يمكنه من الاحتفاظ بكميات هامة من الماء.

- **الأكسجين:** لا يستخدم الجنين سوى الأكسجين الذائب في ماء الامتصاص لتلبية متطلباته الأيضية، مع العلم أن ذوبانية الأكسجين في الماء ضعيفة. ولأن عملية الإنبات تتطلب العديد من التفاعلات التأكسدية، فإن البذور لا تنبت إلا في بيئة مائية متجددة وجارية لضمان التهوية اللازمة.

- **درجة الحرارة:** لكل نبات درجات حرارة دنيا، مثلى وعليا تختلف حسب مرحلة النمو. وتؤثر درجة الحرارة بشكل مباشر على سرعة وفعالية الإنبات.

### 4-2- الآليات الفسيولوجية للإنبات

يمر الإنبات بثلاث مراحل متتابعة هي: مرحلة التبليل، تليها مرحلة الإنبات بالمعنى الدقيق، ثم مرحلة النمو.

#### 4-2-1- مرحلة الامتصاص المائي

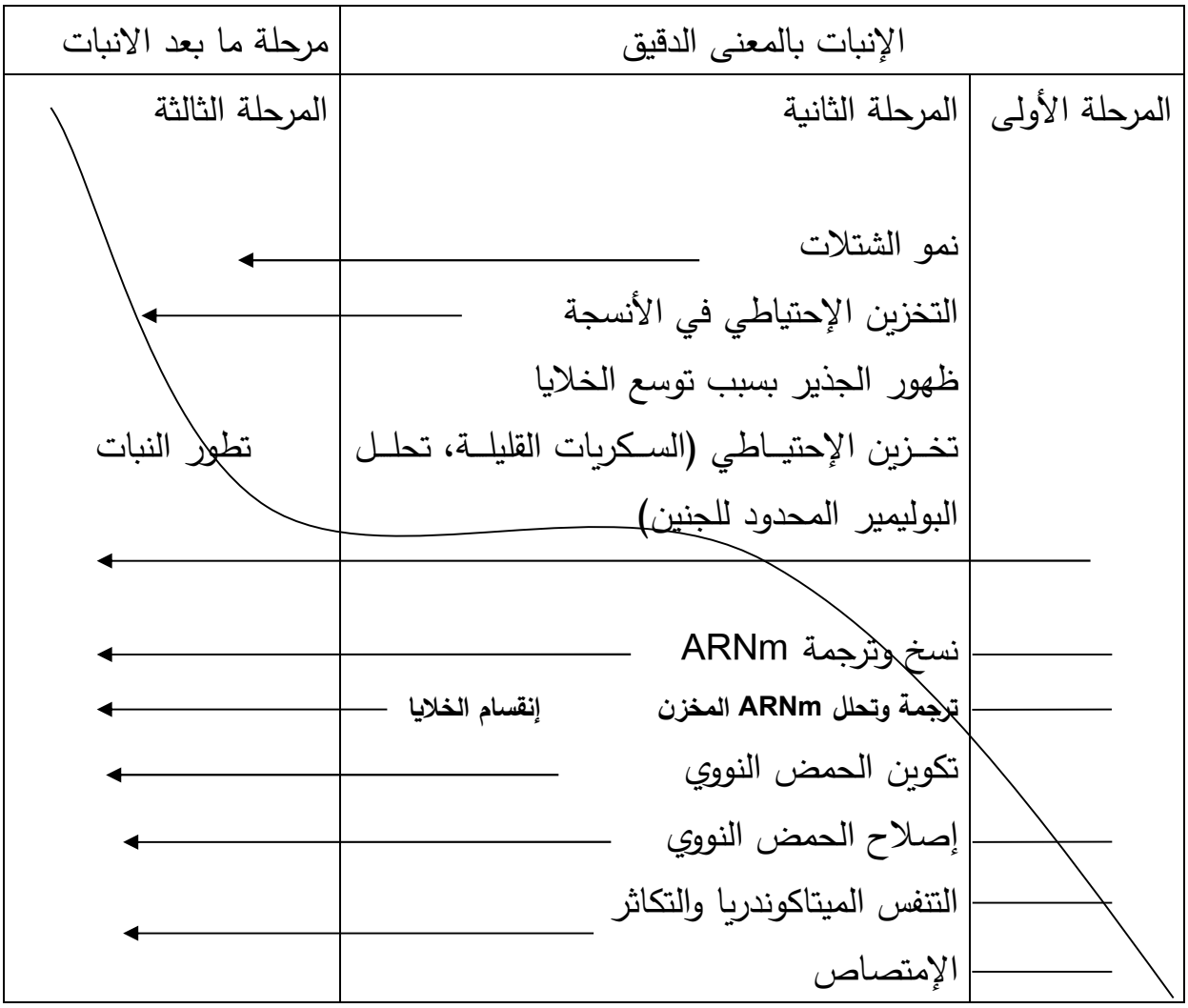
تُعد مرحلة التبليل أولى مراحل الإنبات، حيث تمتص البذرة الماء بشكل سريع وبطريقة غير نشطة. ويُمكن أن يحدث هذا الامتصاص حتى في حال كانت البذرة غير قابلة للحياة. يصاحب دخول الماء زيادة في استهلاك الأوكسجين، ويُعزى ذلك إلى تفعيل الأنزيمات الموجودة في الميتوكوندريا، والتي تسهم في إنتاج جزيئات الطاقة (ATP)(Anzala,2006). وتشهد الساعات الأولى من هذه المرحلة ارتفاعًا كبيرًا في معدل التنفس، وقد يترافق ذلك مع انبعاث حرارة في بعض الأحيان.

#### 4-2-2- مرحلة الإنبات بالمعنى الدقيق

في هذه المرحلة، تكون أنسجة البذرة قد اكتسبت ترطيبًا كاملاً، ويلاحظ تباطؤ في النشاط التنفسي. كما تُصبح البذرة قادرة على تحمّل الجفاف وإعادة الترطيب دون أن يتأثر حيويتها بشكل ظاهر. تنتهي هذه المرحلة عند بروز الجذر الأول (الجذير) من داخل الغلاف الخارجي للبذرة، ويعود هذا البروز إلى استطالة الخلايا. وتُعد هذه النقطة الفاصلة نهاية المرحلة الثانية وبداية فقدان القدرة على تحمّل الجفاف (Benyahia,2017).

#### 4-2-3- مرحلة النمو

تتسم هذه المرحلة بعودة امتصاص الماء وازدياد استهلاك الأوكسجين مجددًا. وتمثل في الواقع بداية النمو الفعلي للجذير، يعقبه بروز كل من السويقة تحت الفلقية والفلقات، وهي المكونات التي تُشكّل الجزء الهوائي من البادرة (Nivot,2005).




**الشكل 6: الأحداث الرئيسية المصاحبة لعملية الانبات** (d'après bewley,1997)

**الإجهاد المائي**

**1- تعريف الإجهادات**

يُعرَّف "الإجهاد" بأنه كل عامل خارجي يمارس ضغطًا على النبات ويؤدي إلى اضطراب في وظائفه الطبيعية. وتختلف استجابة النبات تبعًا لعدة عوامل، من بينها طبيعة هذا العامل الخارجي، شدته، مدته، بالإضافة إلى الخصائص الوراثية للنبات مثل نوعه وجيناته (Hopkins,2003).

وفقًا لـ Dutuit وزملائه (1994)، فإن الإجهاد يشير إلى خلل في التوازن الوظيفي داخل كائن حي أو نظام بيئي، قد ينجم مثلًا عن نقص عنصر معين. ويمكن اعتباره مجموعة من

الظروف التي تُحدث تغيرات في العمليات الفسيولوجية، قد تؤدي لاحقًا إلى أضرار، تلف، إصابات، أو تثبيط للنمو والتطور.

وعلى مستوى النظام البيئي، فإن أي عامل خارجي يُقيد إنتاجية النبات ويمنعها من بلوغ كامل إمكاناتها الوراثية يمكن اعتباره شكلًا من أشكال الإجهاد (Grime,1979)، مقتبس في (Baba Sidi Kaci,2010).

ويتم التمييز عمومًا بين نوعين رئيسيين من الإجهادات (LamkademDebbach,2014) :

- **الإجهادات الحيوية (البيوتية)**، الناتجة عن كائنات حية أخرى
- **الإجهادات غير الحيوية (الأبيوتية)**، التي تعود إلى اختلالات في العوامل الفيزيائية أو الكيميائية للبيئة، مثل الجفاف، الحرارة أو البرودة الشديدة، والملوحة

**2- مفهوم الإجهاد المائي**

يُعرف الإجهاد المائي، والذي يُطلق عليه أحيانًا «ندرة المياه» أو «شح المياه» في الحالات الأكثر حدة، على أنه وضع حرج يحدث عندما تصبح الموارد المائية المتوفرة غير كافية لتلبية متطلبات النباتات.

ينجم هذا النوع من الإجهاد غالبًا عن خلل في التوازن سواء من حيث التوزيع الجغرافي أو الزمني للمياه. ويشير مصطلح "الإجهاد المائي" تحديدًا إلى الحالات التي تظهر فيها:

- زيادة في الطلب على المياه مقارنةً بالكمية المتوفرة.

- تدهور في جودة المياه يفرض قيودًا على استخدامها (مثل: المياه غير الصالحة للشرب أو المالحة).

ويُعرَّف الإجهاد المائي أيضًا بأنه الفرق بين احتياجات النبات المائية اللازمة لنموه، وبين كمية المياه التي يمكنه الوصول إليها في التربة، مع العلم أن الماء المتاح هو ذلك القابل للامتصاص من خلال الجذور (Laberche,2004).

من ناحية أخرى، يرى بعض الباحثين أن تعريف الإجهاد المائي يجب أن يقتصر على الحالات التي يحدث فيها نقص في ترطيب الأنسجة النباتية. ومن منظور فيزيائي، يُعزى الإجهاد المائي إلى انخفاض في الجهد المائي سواء في التربة أو في الهواء، بحيث يصل إلى مستوى دون الحد المطلوب، وهو ما يرتبط بعدة عوامل منها التركيب الوراثي للنبات، مظهره الخارجي، وخصائص الوسط مثل نوع التربة، درجة الحرارة، وسرعة الرياح (Lamaze et al.,1994).

**3- آليات الاستجابة للإجهاد المائي**

سواء كان تعرض النبات للإجهاد المائي دائمًا، موسميًا، أو مؤقتًا، فإنه يسعى للبقاء عبر اعتماد آليات فسيولوجية متنوعة تمكّنه من مواجهة الجفاف. وتتنوع هذه الاستراتيجيات بين أساليب مستقلة أو متكاملة فيما بينها، بهدف تعزيز مقاومة النبات للجفاف.

**3-1- استراتيجية التجنّب**

تعتمد استراتيجية التجنّب على قدرة النبات في تقليل أو تأخير فقدان الماء من أنسجته، مما يسمح له بالحفاظ على مستوى عالٍ من الاجهاد المائي الداخلي حتى في ظل ظروف الجفاف (Clavel et al.,2005). ووفقًا لما أورده (Elhassani و Persoons 1994)، فإن النباتات التي تلجأ إلى هذه الاستراتيجية تُكمل دورتها الحيوية خارج الفترات التي تشهد جفافًا شديدًا، مما يقلل من التأثيرات السلبية المحتملة على نموها وتطورها.

**3-2- التملّص من الجفاف (التهرّب)**

يُعد التملّص من الجفاف إحدى الآليات التي تعتمدها النباتات للحفاظ على توازنها المائي الداخلي في ظروف الجفاف. وتتحقق هذه القدرة من خلال المحافظة على جهد مائي مرتفع، ويمكن الوصول إلى ذلك عبر عدد من الوسائل:

- **تعزيز امتصاص الماء عبر الجذور**

تُظهر النباتات التي تمتلك نظامًا جذريًا كثيفًا، عميقًا، وذو نسبة عالية من الكتلة الجذرية إلى الكتلة الساقية قدرة أكبر على امتصاص الماء من التربة. في المقابل، تُعاني النباتات ذات الجذور السطحية وغير المتفرعة من نقص الماء بشكل أكبر

(Elhassani و Petersoons، 1994)

- **تقليص فقدان الماء**

وفقًا لما أشار إليه Levitt (1972)، تُعتبر آلية تنظيم فتح وإغلاق الثغور (التنظيم الثغري) الوسيلة الرئيسية للحد من الفقدان الفوري للمياه. إلى جانب ذلك، تساهم عوامل أخرى في تقليل خسارة الماء مثل:

- زيادة مقاومة الورقة
- تقليص المساحة الورقية
- خفض كمية الإشعاع الممتص، إما بوجود طبقة شمعية أو عبر تغيّر وضعية الأوراق (Elhassani Persoons ، 1994)

- **سلوك النباتات تجاه الماء: متساوية وغير متساوية التوازن المائي**

بحسب( Guyot 1998)، تُصنّف النباتات إلى نوعين حسب تفاعلها مع التغيرات في الجهد المائي:

- **النباتات متساوية التوازن المائي (isohydriques أو poikilohydriques)**: تتميز بقدرتها على تحمّل تغيّرات كبيرة في الجهد المائي، وتتحكم في إغلاق الثغور بواسطة حمض الأبسيسيك (A.B.A) الذي تفرزه الجذور.
- **النباتات غير متساوية التوازن المائي (anisohydriques أو sténohydriques)**: لا تتحمّل إلا تغيرات محدودة في الجهد المائي، حيث يتبع جهدها المائي ما يحدث في التربة. في هذه النباتات، يتم التحكم في غلق

الثغور بشكل رئيسي من خلال الجهد المائي للأوراق، وقد يتدخل A.B.A الجذري بدرجة أقل مقارنة بالإيزوهايدريك.

والغالبية العظمى من النباتات تنتمي إلى الفئة الثانية.

- **كثافة الثغور**

تشير الدراسات إلى أن كثافة الثغور الورقية تلعب دورًا إضافيًا في التكيّف مع الجفاف. فقد بيّن Miskin وآخرون (1972) من خلال دراستهم لتأثير الكثافة الثغرية على كل من التبخّر، والتمثيل الضوئي، ومقاومة الثغور في عدة أصناف من الشعير، أن اختيار نباتات ذات كثافة ثغرية منخفضة يمكن أن يُشكّل نهجًا فعّالًا لتربية أصناف أكثر مقاومة للإجهاد المائي.

تعتمد استراتيجية التجنّب على قدرة النبات في تقليل أو تأخير فقدان الماء من أنسجته، مما يسمح له بالحفاظ على مستوى عالٍ من الجهد المائي الداخلي حتى في ظل ظروف الجفاف (Clavel et al.,2005). ووفقًا لما أورده Elhassani وPersoons (1994)، فإن النباتات التي تلجأ إلى هذه الاستراتيجية تُكمل دورتها الحيوية خارج الفترات التي تشهد جفافًا شديدًا، مما يقلل من التأثيرات السلبية المحتملة على نموها وتطورها.

**3-3- التحمل**

وفقًا لما ذكره (Leclerc 1999)، عندما تعجز النباتات عن تجنّب الجفاف أو التهرّب منه، فإنها تضطر إلى مواجهته وتحمل ظروفه، وذلك ضمن حدود معينة. ويُعرف النبات المقاوم للجفاف بامتلاكه خصائص مورفولوجية وعمليات أيضية تساعده على الحفاظ على محتوى مائي مرتفع في أنسجته (Levitt، 1972). ويعتمد ذلك على طبيعة النشاط الأيضي للنبات بالإضافة إلى الخصائص الكيميائية للسيتوبلازم الخاص به.

ويرى (Elhassani وPersoons 1994) أن قدرة النبات على مقاومة نقص الماء ترتبط بقدرته على الإبقاء على نشاطه الأيضي عند مستويات منخفضة من الجهد المائي،

حتى حد معين. وقد أشاروا إلى أن هذه القدرة ترتبط بتعديلات فسيولوجية، وأن درجة تحمل الجفاف تختلف من نوع نباتي لآخر، وكذلك حسب مرحلة النمو.

وفي سياق التكيّف مع الإجهاد المائي، أوضح (Leclerc 1999) أن النباتات تُظهر صفات تكيفية على مستوى البُنى والمركبات الكيميائية، مثل:

- تغيّرات في تركيب الأغشية الخلوية،
- تثبيت مكونات السيتوبلازم من خلال إنتاج بروتينات خاصة،
- تغيّر في نشاط إنزيم البيروكسيداز،
- تراكم مضادات الأكسدة
- إلى جانب إنتاج مركبات ثانوية دفاعية (مثل الأنثوسيانينات والفلافونويدات)،
- وكذلك هرمونات خاصة بالاستجابة للضغوط مثل حمض الأبسيسيك

**4- الآليات الجزيئية لتحمل الجفاف**

تُعد مقاومة النبات للجفاف نتيجة لتكامل عدد من العمليات الفسيولوجية، والبيوكيميائية، والجزيئية المعقدة. وتشمل هذه العمليات التعبير عن جينات معينة، وتراكم مركبات أوزموزية مثل البرولين والسكريات الذائبة (التي تساهم في التعديل الأوزموزي)، إلى جانب نظام فعال لمقاومة الأكسدة، وهي جميعها عناصر أساسية في الاستجابة لنقص الماء (Kiani، 2007).

وقد تم التعرف على عدد من هذه الآليات في أنواع نباتية مختلفة. ومن المهم الإشارة إلى أن هذه الاستجابات التكيفية، عندما تتكامل فيما بينها، تُكسب النبات قدرة أكبر على التكيّف تحت ظروف الجفاف.

وتُشير (Hopkins 2003) إلى أن التكيّف يشمل تعديلات وظيفية أو بنيوية قابلة للتوريث، وتُحسّن من كفاءة الكائن الحي في البيئات القاسية. ويُعتبر المسار الأيضي الخاص بالنباتات العصارية (CAM – Crassulacean Acid Metabolism) أحد أبرز الأمثلة على التكيّف الفسيولوجي والمورفولوجي مع الجفاف.

**5- الآليات الجزيئية الخاصة بنقص الماء**

تقوم النباتات بتفعيل آليات جزيئية خاصة استجابةً لنقص الماء، وتعمل هذه الآليات على مستوى الجينات والبروتينات. وقد أظهرت تحليلات تعبير الجينات (transcrits) تحت تأثير الجفاف، وجود مجموعة من الجينات التي يُحفَّز تعبيرها أثناء الإجهاد المائي، مما يُشير إلى دورها المحتمل في تعزيز قدرة النبات على الاستجابة لهذا النوع من الضغط (Rabbani، 2003).

ولفهم أفضل لأسس التحمل الجيني للجفاف لدى النباتات، من الضروري التعمق في دراسة هذه الآليات بهدف تطوير أصناف نباتية أكثر قدرة على التأقلم والإنتاجية في ظروف نقص المياه.

وقد أسفرت الدراسات الحديثة عن تصنيف البروتينات المستجيبة لنقص الماء إلى عدة مجموعات بناءً على وظائفها.

- **المجموعة الأولى** تضم بروتينات "LEA (Late Embryogenesis Abundant)، وهي عائلة واسعة من البولي ببتيدات، تُنتج في المراحل النهائية من تكون الجنين النباتي، ومن هنا جاءت تسميتها. تمتاز هذه البروتينات بطبيعتها المحبة للماء (hydrophiles)، وتُظهر مستويات تعبير مرتفعة في أنسجة النبات عند التعرض لظروف بيئية مجهدة (Wong، 2009).
- **المجموعة الثانية** تشمل بروتينات "الأكوابورينات" (aquaporines)، التي تلعب دورًا رئيسيًا في تنظيم انتقال الماء بين الخلايا. في ظل ظروف الجفاف، تعتمد النباتات على هذه البروتينات لضبط توصيلية الماء داخل أنسجتها، خاصةً في الأنسجة الوعائية ، مما يساعدها على الحفاظ على توازنها المائي الداخلي (Maurel وChrispeels،2001).

تُعد مقاومة النبات للجفاف نتيجة لتكامل عدد من العمليات الفسيولوجية، والبيوكيميائية، والجزيئية المعقدة. وتشمل هذه العمليات التعبير عن جينات معينة، وتراكم مركبات أوزموزية

مثل البرولين والسكريات الذائبة (التي تساهم في التعديل الأوزموزي)، إلى جانب نظام فعال لمقاومة الأكسدة، وهي جميعها عناصر أساسية في الاستجابة لنقص الماء (Kiani، 2007).

وفقًا لما ذكره( Leclerc 1999)، عندما تعجز النباتات عن تجنّب الجفاف أو التهرّب منه، فإنها تضطر إلى مواجهته وتحمل ظروفه، وذلك ضمن حدود معينة. ويُعرف النبات المقاوم للجفاف بامتلاكه خصائص مورفولوجية وعمليات أيضية تساعده على الحفاظ على محتوى مائي مرتفع في أنسجته (Levitt، 1972). ويعتمد ذلك على طبيعة النشاط الأيضي للنبات بالإضافة إلى الخصائص الكيميائية للسيتوبلازم الخاص به.

يُعد التملّص من الجفاف إحدى الآليات التي تعتمدها النباتات للحفاظ على توازنها المائي الداخلي في ظروف الجفاف. وتتحقق هذه القدرة من خلال المحافظة على جهد مائي مرتفع، ويمكن الوصول إلى ذلك عبر عدد من الوسائل:

تتسم هذه المرحلة بعودة امتصاص الماء وازدياد استهلاك الأوكسجين مجددًا. وتمثل في الواقع بداية النمو الفعلي للجذير، يعقبه بروز كل من السويقة تحت الفلقية والفلقات، وهي المكونات التي تُشكّل الجزء الهوائي من البادرة (Nivot,2005).

في هذه المرحلة، يتحول تركيز النبات نحو ملء الحبوب باستخدام الكتلة الحيوية المنتجة. في البداية، تتشكل الحبوب وتتقسم الخلايا بشكل مكثف.

تبدأ مرحلة الإزهار عندما تظهر الأسدية في السنيبلات، وتستمر حتى تكتمل ظهور جميع الأسدية. في هذه الفترة، يبدأ القمح في تغيير لونه تدريجيًا من الأخضر إلى درجات الأصفر أو الذهبي أو البرونزي.

في هذه المرحلة، يتحول تركيز النبات نحو ملء الحبوب باستخدام الكتلة الحيوية المنتجة. في البداية، تتشكل الحبوب وتتقسم الخلايا بشكل مكثف.

يبدأ تكوين التفرعات بعد نمو الورقة الثالثة. تظهر براعم في إبط الأوراق، ما يؤدي إلى تكوين التفرعات الأساسية، التي تولد بدورها تفرعات ثانوية (Gate, 1995).

# الفصل الثاني:

# المواد والأساليب

يتضمن هذا الفصل عرضًا للمواد والطرق المستخدمة في البحث، حيث يتم وصف المواد النباتية وظروف الزراعة، بالإضافة إلى المتغيرات التي تم قياسها ودراستها.

**1- المادة النباتية**

تتكوّن المادة النباتية المستخدمة في هذه الدراسة من 5اصناف من القمح الصلب (*Triticum durum Desf*.). وقد تم توفير بذور من قبل المعهد التقني للمحاصيل الكبرى بولاية سطيف (ITGC )

| النوع | الوصف النباتي |
|---|---|
| **منصورة** | صنف متوسط دورة النمو كثير الاشطاء متوسط الطول وذو خصوبة سنابل مرتفعة يشبه كثيرا صنف محمد بن بشير المحلي ويتأقلم جيدا في ولاية المدية<br>من اهم مميزاته<br>متحمل للجفاف والبرودة ومقاوم للعديد من لأمراض |
| **ماسينيسا** | صنف متوسط دورة النمو قائم متوسط الطول وذو سنابل طويلة يتميز بما يلي .<br>مردود مرتفع للحب والتبن فائق التحمل للجفاف وفائق التحمل للبرودة<br>مقاوم للعديد من لأمراض |
| **واد البارد** | صنف كثير الاشطاء متوسط الطول ذو دورة نمو مبكرة ينتج في منطقة سطيف ومن اهم مميزاته .<br>مردود مرتفع في الظروف المطرية والمروية<br>إنتاجية مرتفعة حتى في المناطق الجنوبية<br>يتحمل الجفاف والبرودة<br>فائق التحمل للجفاف والبرودة |
| **مغرس** | صنف مبكر دورة النمو متوسط الاشطاء والطول وينتج على نطاق واسع في سطيف ومن اهم مميزاته<br>مردود مرتفع تأقلم جيد حتى في المناطق الجنوبية |

| | |
|---|---|
| | فائق التحمل للجفاف والبرودة<br>مقاوم للعديد من لأمراض |
| **الصاورة (اكساد1107)** | صنف مبكر كثير لإشطاء متوسط الطول ذو سنابل طويلة ومرتفعة خصوبة يزرع كذلك في مناطق المدية الشلف والسعيدة يتميز بما يلي .<br>مردود مرتفع يتحمل حرارة المرتفعة<br>فائق التحمل للجفاف والبرودة |

**الجدول 2: الخصائص الرئيسية للأصناف المدروسة من القمح الصلب (ITGC Steif 2023)**

**2-المواد المستعملة**

**بولي إيثيلين جليكول PEG6000 :**

PEG 6000 هو اختصار لـ "Polyethylene Glycol 6000"، وهو مركب كيميائي ينتمي إلى عائلة البولي إيثيلين غليكول (PEGs)، وهي بوليمرات خطية أو شبه خطية مصنوعة من تكرار وحدات الإيثيلين أوكسيد. الرقم "6000" يشير إلى الوزن الجزيئي

- الاسم الكامل Polyethylene Glycol 6000 :
- الصيغة العامة $H-(O-CH_2-CH_2)_n-OH$ :
- الحالة: مادة صلبة بيضاء، قابلة للذوبان في الماء (www.chemicalbook.com)

**الشكل 7: بولي إيثيلين جلايكول 6000**

-تم استعمال ماء الجافيل (هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5%)

-تم استعمال اطباق بيتري 30 طبق لإتمام التجربة

-استخدام ورق الترشيح ثلاث طبقات

-استخدام ماء مقطر خالي من المعادن

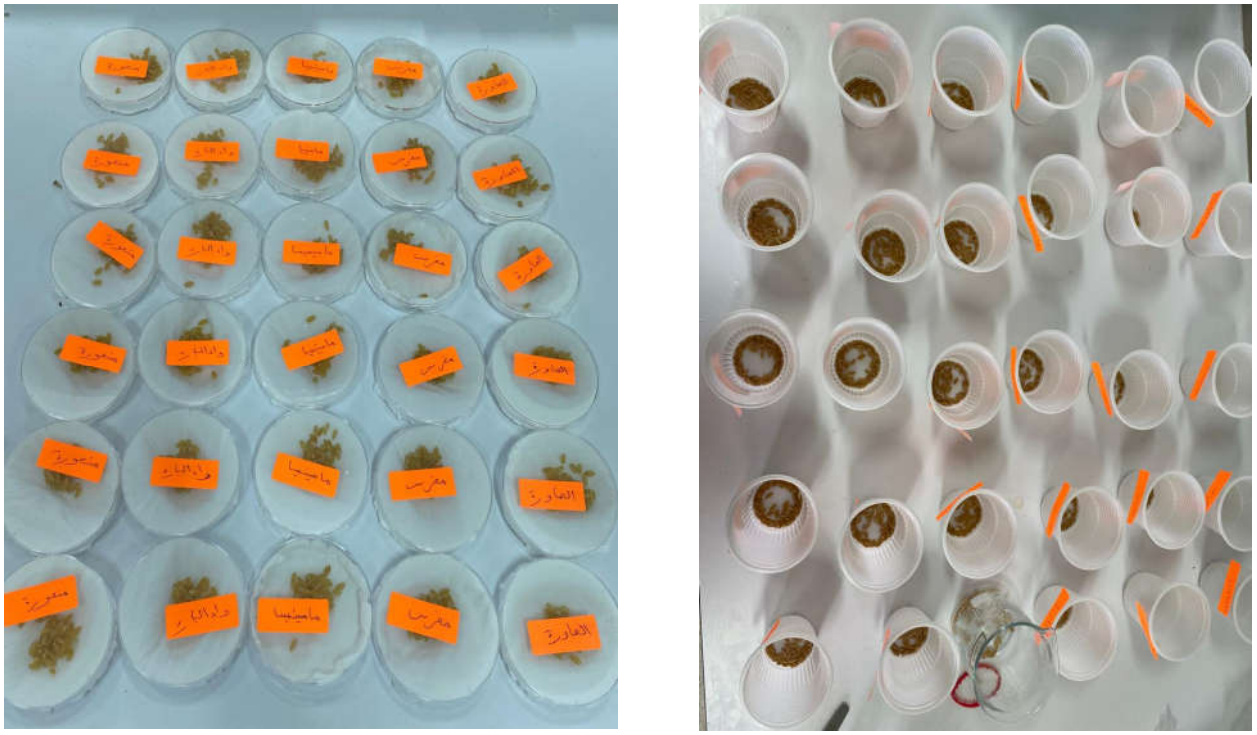
**2- إعداد التجربة: تطبيق الإجهاد المائي وتحديد مرحلة القياس**

أُجريت التجربة في مخبر العلوم البيولوجية بولاية الوادي بجامعة الشهيد حمه لخضر حيث أقيمت التجربة في حاضنة انبات اين كانت كل الظروف النمو مراقبة

تتمثل دراستنا في تحليل تأثير لإجهاد مائي خلال مرحلة إنبات القمح الصلب. وقد تم اختيار البذور بحيث تكون سليمة ، وتم انتقاؤها بناءً على حجمها وشكلها.

تم تعقيم بذور كل صنف باستخدام محلول ماء الجافيل (هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5%) لمدة 15 دقيقة، ثم شُطِفت بماء معقم لإزالة أي أثر لهيبوكلوريت الصوديوم.

وُضِعت البذور للإنبات في أطباق بتري مبطنة بثلاثة طبقات من ورق الترشيح، بمعدل 50 بذرة في كل طبق.



**الشكل 8: عينات القمح خلال مرحلة الغسل والتعقيم**

مع ستة مكررات لكل معالجة ولكل صنف. المعالجة المستخدمة هي بنسبة: 20% من مادة PEG 6000.

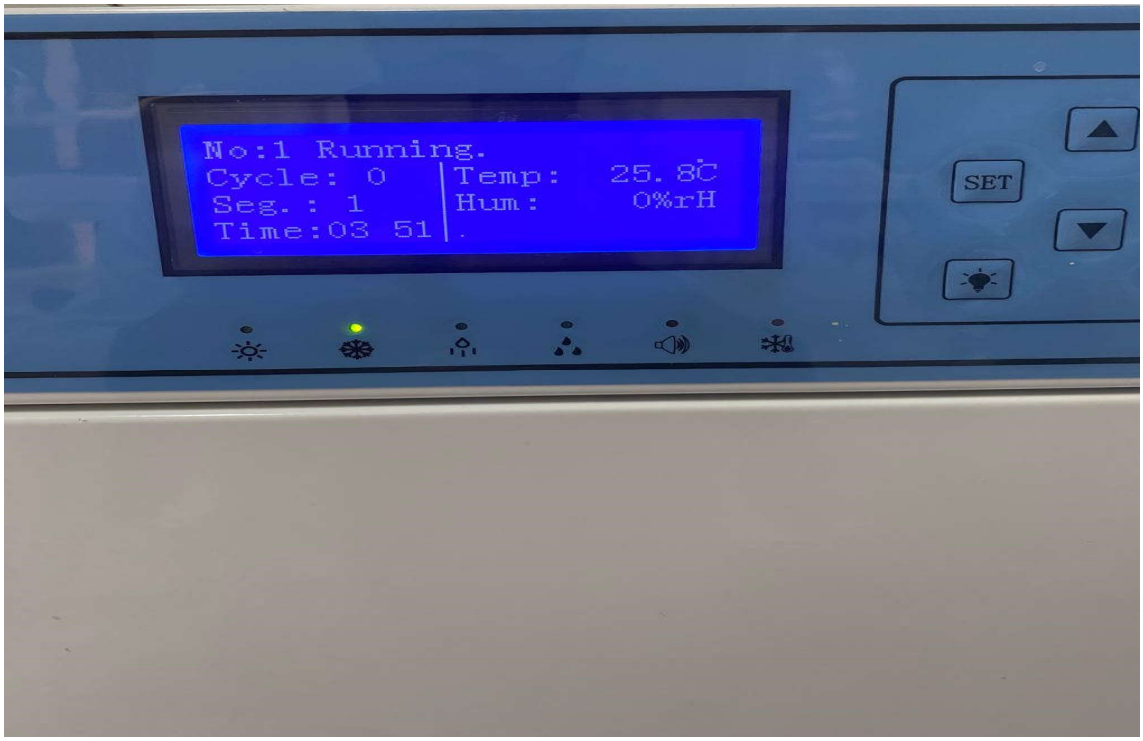
تم تشريب 3 أطباق من الشاهد بالماء المقطر، في حين شُرِبت 3الأطباق الأخرى بمحاليل من PEG 6000 بتركيز 20%

أُضيف 10 مل من كل محلول إلى كل طبق بتري كل 48 ساعة، وذلك لمدة 10 أيام. أما في حالة الشاهد، فتم استخدام الماء المقطر فقط.

وُضعت الأطباق في الظلام على درجة حرارة 22±2°C. ورطوبة 85 %

تم تحديد بدء الإنبات عند خروج الجذير من غلاف البذرة ووصول طوله إلى 2 ملم على الأقل.

بعد ظهور الجذير، تم نقل الأطباق إلى الضوء وفق نظام إضاءة ضوئية لمدة 16 ساعة من الضوء و8 ساعات من الظلام داخل الحاضنة الزراعية ثابتة الحرارة والرطوبة ولإضاءة




**الشكل 9: صورة تمثل الحاضنة الزراعية**

### 3- المتغيرات المقاسة

### 3-1- المعايير المور وفسيولوجية

#### 3-1-1- معدل الإنبات النهائي (Germination %)

يُعد هذا المؤشر أفضل وسيلة لتحديد تركيز مادةPEG 6000 الذي يمثل الحد الفيزيولوجي لإنبات بذور القمح الصلب.

يُسجَّل الإنبات بعد 10 أيام، ويُعبَّر عنه كنسبة عدد البذور المنبتة في اليوم الأخير إلى العدد الإجمالي للبذور.

**الشكل 10: صورة تمثل البذور خلال مرحلة الإنتاش**

تم تحديد معدل الإنبات وفقًا للمعادلة المقترحة من قبل (Côme 1970):

$$G\ (\%) = (NGG / NTG) \times 100$$

حيث:

G (%) تمثل نسبة الإنبات،

NGG تمثل عدد البذور المنبتة،

NTG تمثل العدد الكلي للبذور المُحضَّنة

### 3-1-2- ديناميكية الإنبات (CG, %)

يتم حساب ديناميكية الإنبات من خلال عدد البذور المنبتة بعد 24، 48، 72، 96، 120، 144، و168 ساعة من بداية التجربة، وذلك بالنسبة إلى العدد الإجمالي للبذور الموضوعة للإنبات:

CG (%) = 100 × (عدد البذور المنبتة عند TN / NTG)

حيث:

TN = عند 24، 48، ...، 168 ساعة،

NTG =يمثل العدد الكلي للبذور المُحضَّنة.

### 3-1-3- طول الجذر (سم)

تم تحديد أقصى طول للجذور بناءً على قياس أطول جذر في العينة، وقد أجريت هذه القياسات باستخدام ورق مليمتر (Smith et al., 2010) .

### 3-1-4- طول الجزء الخضري (الكوليوبتيل) (سم)

قُدّر طول الغمد الجنيني ابتداءً من موضع البذرة وحتى نقطة بروز أول ورقة حقيقية، وذلك باستخدام ورق مليمتري أيضاً (Jones & Brown, 2012).

تم تحديد أقصى طول للجذور بناءً على قياس أطول جذر في العينة، وقد أجريت هذه القياسات باستخدام ورق مليمتري (Smith et al., 2010) .

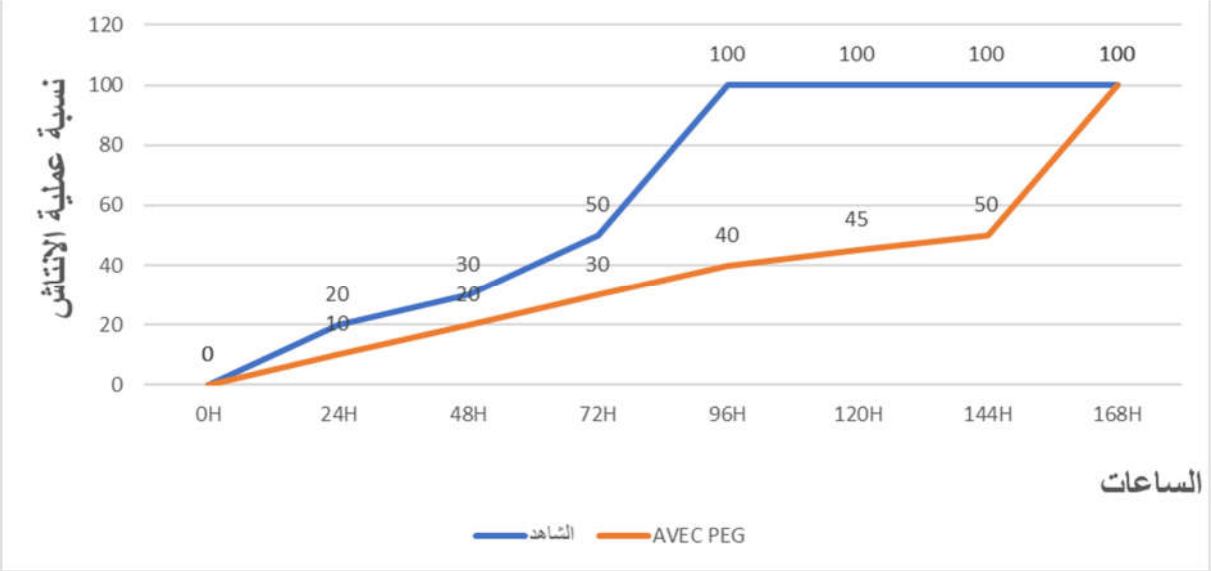
يُعد هذا المؤشر أفضل وسيلة لتحديد تركيز مادة PEG6000 الذي يمثل الحد الفيزيولوجي لإنبات بذور القمح الصلب.

# الفصل الثالث:

# النتائج والمناقشة

خصص هذا الفصل في تقديم النتائج التي تم التوصل إليها، مع تحليل ومناقشة لهذه النتائج بشكل مفصل.

## 1- تأثير الإجهاد المائي على المعايير المور وفسيولوجية

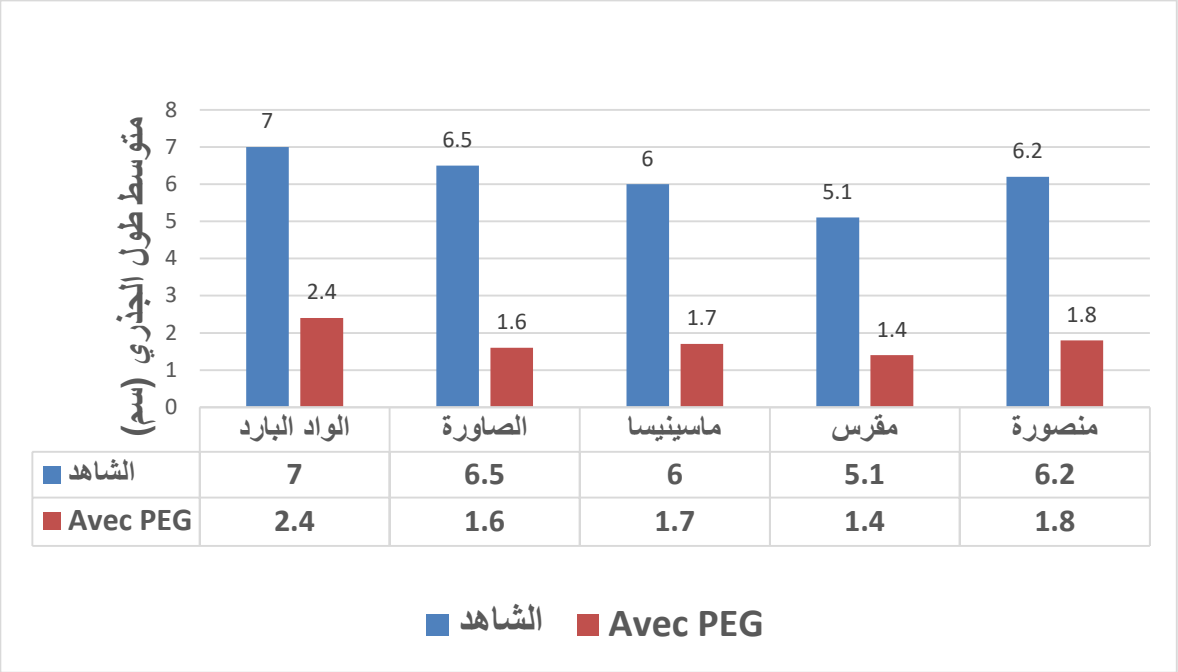



**الشكل 11 : المنحنى البياني يمثل نسبة عملية لإنتاش بدلالة الساعات**

### 1-1- تغير معدل الإنبات.

تتأثر قدرة البذور على الإنبات بمعاملة PEG 6000، حيث أظهرت النتائج أن نسبة الإنبات تنخفض مع معاملة البذور بمحلول PEG 6000 وتوضح أنه في غياب PEG 6000 (في الوسط الشاهد)، حققت جميع البذور نسبة إنبات مرتفعة جدًا، قاربت 100% كما يظهر المنحنى البياني أن معاملة البذور بإجهاد مائي عبر PEG 6000، بغض النظر عن الصنف، أدت إلى انخفاض واضح في القدرة على الإنبات مقارنة بالشاهد

## 2- تغير طول الجزء الجذري لدى لأصناف المدروسة



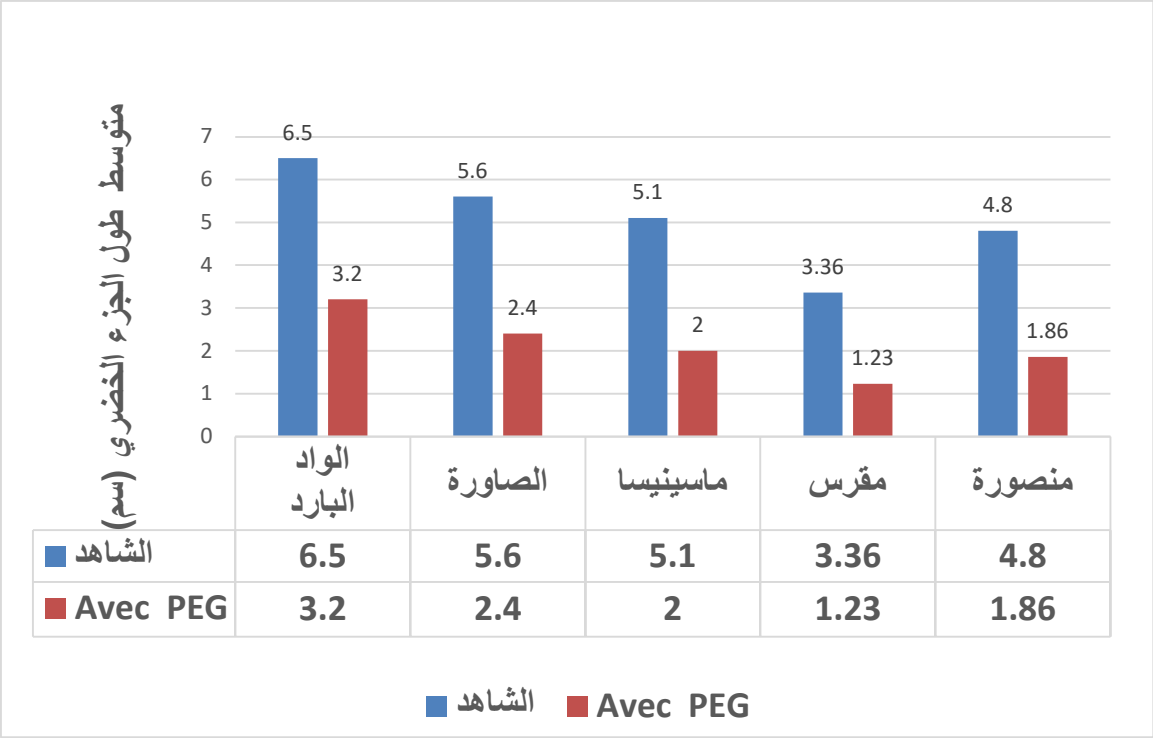

**الشكل 12 : أعمدة بيانية تمثل متوسط طول الجذري لأصناف المدروسة**

أظهرت النتائج أن الاصناف المدروسة استجابت بشكل متشابه للإجهاد المائي الناتج عن إضافة PEG6000، مع ملاحظة أن الانخفاض في طول الجزء الجذري كان أكثر وضوحًا لدى الصنف مقرس

في الظروف الشاهدة سجل صنف الواد البارد أطول جزء الجذري بمتوسط (7) سم ، في حين سجل صنف مقرس أقصر طول بلغ (5.1) سم.

أما في حالة الإجهاد المائي حيث تم معاملة البذور بتركيز 20% من PEG 6000، لوحظ انخفاض عام في الطول مقارنة بالشاهد، حيث بلغت القيمة القصوى لصنف الواد البارد (2.4) سم، في حين سجل صنف مقرس أدنى قيمة عند(1.4) سم من الجزء الجذري

### 3- تغير طول الجزء الخضري لدى لأصناف المدروسة




| | الواد البارد | الصاورة | ماسينيسا | مقرس | منصورة |
|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | 6.5 | 5.6 | 5.1 | 3.36 | 4.8 |
| Avec PEG | 3.2 | 2.4 | 2 | 1.23 | 1.86 |

**الشكل 13 : أعمدة بيانية تمثل متوسط طول الجزء الخضري لأصناف المدروسة**

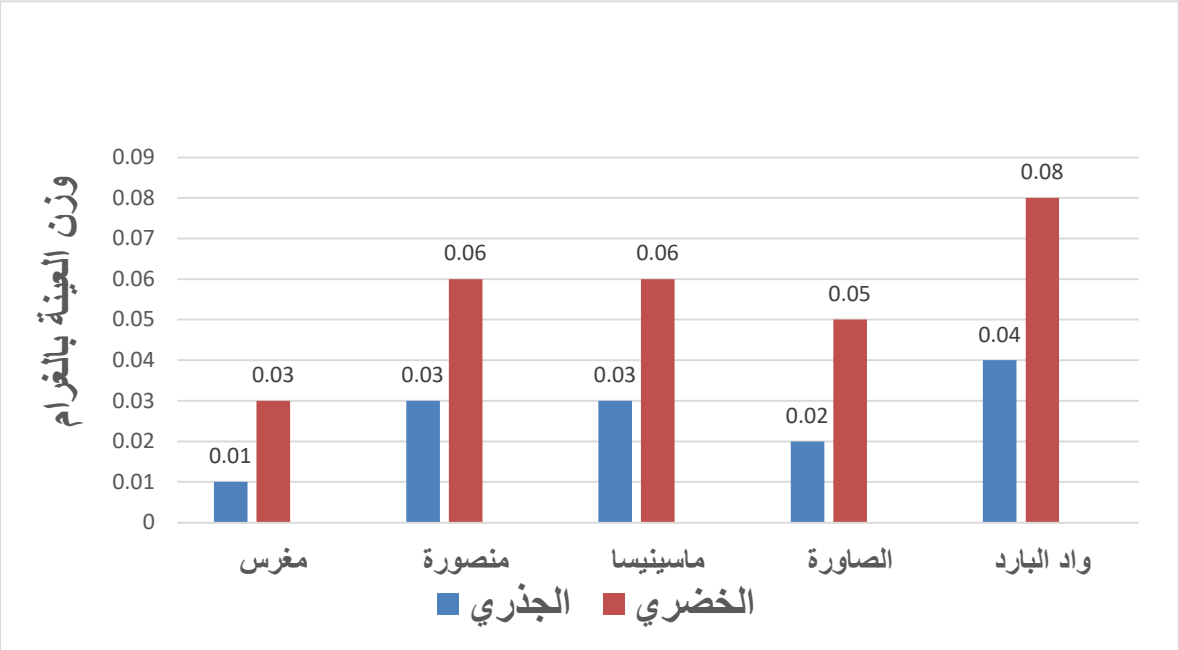
أظهرت النتائج أن الاصناف المدروسة استجابة بشكل متشابه للإجهاد المائي الناتج عن إضافة PEG6000، مع ملاحظة أن الانخفاض في طول الجزء الخضري كان أكثر وضوحًا لدى الصنف مقرس

في الظروف الشاهدة، سجل صنف الواد البارد أطول جزء خضري بمتوسط (6.5) سم، في حين سجل صنف مقرس أقصر طول بلغ (3.36) سم.

أما في حالة الإجهاد المائي حيث تم معاملة البذور بتركيز 20% من PEG 6000، لوحظ انخفاض عام في الطول مقارنة بالشاهد، حيث بلغت القيمة القصوى لصنف الواد البارد (3.2) سم، في حين سجل صنف مقرس أدنى قيمة عند(1.23) سم من الجزء الخضري

## 4- تغير وزن الجزء الخضري والجذري لدى لأصناف المدروسة (الشواهد)

تم وزن العينات بعد نهاية التجربة بميزان عالي الحساسية حيث تم التحصل على اوزان الجزء الخضري والجذري في حالة الشواهد المترجم في الاعمدة البيانية التالية

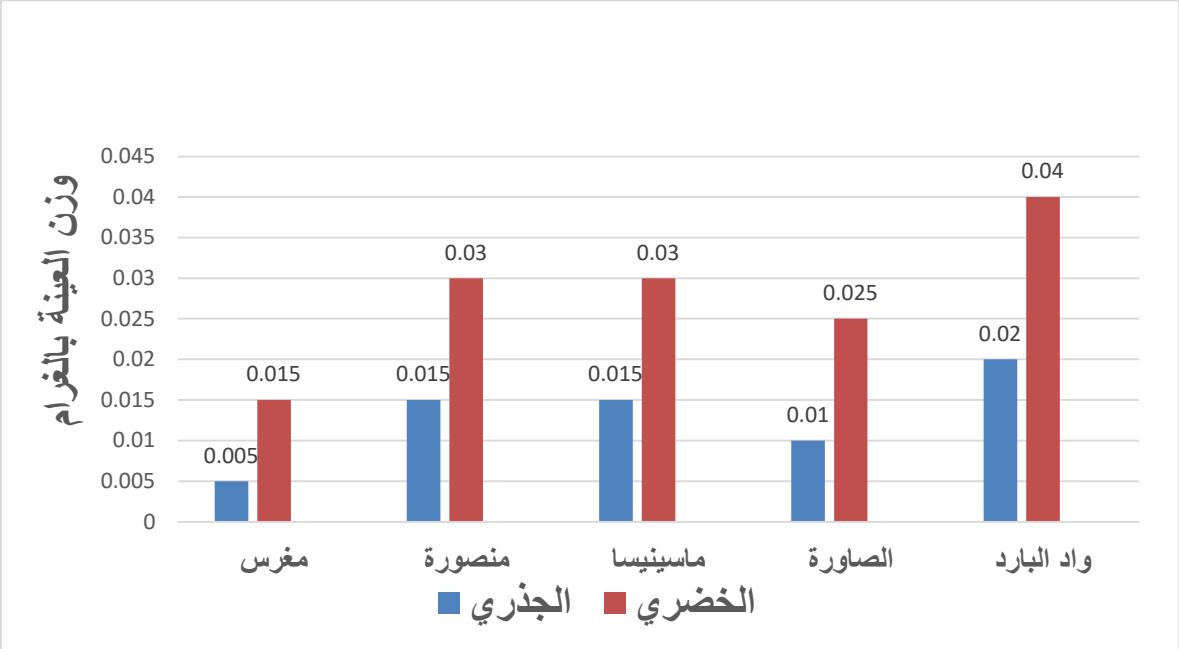



**الشكل 14 : أعمدة بيانية تترجم وزن الجزء الجذري والخضري للأصناف الخمسة للشواهد**

سجل صنف الواد البارد أعلى وزن في الجزء الخضري بلغ(0.08) غرام، بينما كان أدنى قيمة مسجل لدى صنف مقرس بـ (0.03) غرام

لاحظنا ان الواد البارد تحصل على اعلى وزن في الجزء الجذري بلغ (0.04) غرام بينما كان ادنى قيمة مسجلة لدى صنف مقرس ب (0.01)غرام

**5- تغير وزن الجزء الخضري والجذري لدى لأصناف المدروسة (المضاف اليها PEG6000)**




**الشكل 15 : أعمدة بيانية تترجم وزن الجزء الجذري والخضري للأصناف AVEC PEG6000**

سجل صنف الواد البارد أعلى وزن في الجزء الخضري بلغ(0.04) غرام، بينما كان أدنى قيمة مسجل لدى صنف مقرس بـ (0.0015) غرام

لاحظنا ان الواد البارد تحصل على اعلى وزن في الجزء الجذري بلغ (0.02) غرام بينما كان ادنى قيمة مسجلة لدى صنف مقرس ب (0.005)غرام

# 6-النتـــــــــــــــائج والمنـــــــــــــــاقشة:

## 6-1. تأثير الإجهاد المائي على نسبة الإنبات

أظهرت النتائج انخفاضًا ملحوظًا في نسبة الإنبات عند تعريض البذور للإجهاد المائي باستخدام PEG 6000 مقارنة بالوسط الشاهد (دون إجهاد). في غياب PEG 6000، حققت جميع الأصناف نسب إنبات تقارب 100%، مما يشير إلى جودة البذور وصلاحيتها الكاملة للإنبات في ظروف مثالية. أما عند وجود PEG 6000، فقد انخفضت نسب الإنبات بشكل عام، وهو ما يدل على أن توفر الماء عامل حاسم في بدء الإنبات، وأن نقصه يؤدي إلى خلل في العمليات الفسيولوجية اللازمة مثل امتصاص الماء، انتفاخ الأنسجة، وتنشيط الأنزيمات.

تُعزى هذه النتيجة إلى قدرة PEG على تقليد الإجهاد المائي من خلال خفض الجهد المائي في الوسط المحيط بالبذور، مما يعيق دخول الماء إليها وبالتالي تأخير أو إعاقة عملية الإنبات.

## 6-2. تأثير الإجهاد المائي على طول الجزء الجذري

أوضحت النتائج أن جميع الأصناف المدروسة تأثرت سلبًا بالإجهاد المائي، مع تفاوت في درجات التأثر. تحت الظروف الشاهدة، سجل صنف "الواد البارد" أطول متوسط لطول الجذور (7 سم)، بينما سجل صنف "مقرس" أقصر طول (5.1 سم). بعد المعاملة بـ PEG 6000 (20%)، انخفضت الأطوال الجذرية بشكل عام، وكانت أقصاها لدى "الواد البارد" (2.4 سم)، وأدناها لدى "مقرس" (1.4 سم).

يشير ذلك إلى أن الإجهاد المائي يعيق نمو الجذور نتيجة لتراجع امتصاص الماء والعناصر المعدنية، ويؤثر كذلك على انقسام الخلايا واستطالتها. ومن جهة أخرى، يوضح تفوق "الواد البارد" أن له قدرة أفضل على تحمل نقص الماء، ربما من خلال نظام جذري أكثر كفاءة أو آليات فسيولوجية تمنحه القدرة على الاستمرار في النمو رغم الظروف القاسية.

### 6-3. تأثير الإجهاد المائي على طول الجزء الخضري

تظهر نفس التوجهات عند قياس طول الجزء الخضري. فقد تأثرت الأطوال سلبًا بوجود PEG، مع احتفاظ "الواد البارد" بأفضل النتائج نسبيًا (3.2 سم) في ظروف الإجهاد، مقابل أدنى قيمة لصنف "مقرس" (1.23 سم). وتشير هذه النتائج إلى أن نمو الجزء الهوائي (الساق والأوراق) يتطلب توفر كميات مناسبة من الماء، لأن نقصه يعيق تصنيع البروتينات والمواد العضوية الضرورية لنمو الخلايا وتمددها.

تدني طول الجزء الخضري هو أحد المؤشرات المباشرة لتأثير الجفاف على قدرة النبات على النمو والتطور، وبالتالي يمكن استخدامه كمؤشر فعال لاختبار مدى تحمل الأصناف للإجهاد المائي.

### 6-4. تأثير الإجهاد المائي على الوزن الطازج للأجزاء النباتية (الشواهد)

تحت الظروف الطبيعية، أظهر صنف "الواد البارد" أعلى وزن للجزأين الخضري والجذري (0.08 غ و0.04 غ على التوالي)، في حين كان صنف "مقرس" الأقل وزنًا (0.03 غ و0.01 غ). تعكس هذه القيم مدى الكفاءة الحيوية والقدرة على تخزين الماء والمواد الغذائية في ظل ظروف مثالية. الوزن الطازج يُعد مؤشرًا غير مباشر على معدل النمو وكفاءة امتصاص الماء والمواد المعدنية.

### 6-5. تأثير الإجهاد المائي على الوزن الطازج للأجزاء النباتية (مع PEG 6000)

عند التعرض للإجهاد المائي، تقلصت الأوزان بشكل كبير في جميع الأصناف، لا سيما لدى صنف "مقرس" (0.0015 غ للجزء الخضري و0.005 غ للجذري)، ما يدل على حساسيته العالية لنقص الماء. في المقابل، احتفظ "الواد البارد" بأوزان نسبية أعلى (0.04 غ للجزء الخضري و0.02 غ للجزء الجذري)، مما يعكس مقاومته النسبية لهذا النوع من الإجهاد.

انخفاض الوزن الطازج يرجع إلى ضعف الامتصاص وانخفاض النشاط الأيضي تحت تأثير الجفاف، مما يعيق النمو الطبيعي للنبات.

**الاستنتاج العام من المناقشة:**

هناك اختلاف واضح في استجابة الأصناف للإجهاد المائي.صنف "الواد البارد" أظهر أفضل أداء تحت ظروف الجفاف من حيث الإنبات، النمو الطولي، والوزن الطازج، مما يجعله مرشحًا جيدًا للزراعة في المناطق القاحلة أو لاستخدامه في برامج التحسين الوراثي صنف "مقرس" كان الأكثر تأثرًا، مما يشير إلى محدودية تحمله للجفاف.باقي الأصناف (ماسينيسا، منصورة، الصاورة) أظهرت استجابات وسطية، ويمكن اعتبارها متوسطة التحمل.

# الخاتمة

## الخاتمة:

يمكن اعتبار قدرة القمح الصلب على تحمل الإجهاد المائي خلال مرحلة الإنبات معيارًا هامًا لتقييم كفاءة الأصناف في التكيف مع ظروف الجفاف خلال المراحل الأولى من نموها. تناولت هذه الدراسة تأثير مادة PEG6000 على 5 اصناف من القمح الصلب، وهي( الواد البارد– منصورة– ماسينيسا– الصاورة – مقرس) .

أظهرت النتائج أن وجود PEG 6000 بتركيز 20 بالمئة في محلول الري أدى إلى تغييرات واضحة في مؤشرات إنبات بذور القمح الصلب المدروسة.

الإجهاد الأسموزي الناتج عن PEG 6000 تسبب في تباطؤ عملية الإنبات، وكان هذا التباطؤ أكثر وضوحًا لدى صنف مقرس. كذلك، لوحظ انخفاض في نسبة الإنبات النهائية لدى البذور المعرضة للإجهاد المائي مقارنة بالعينات الشاهدة. كما أدت معاملة البذور بمحلول PEG 6000 إلى تقليص أطوال الجذور والأجزاء الهوائية للنباتات.

وباختصار، توضح النتائج أن الأصناف المدروسة تمتلك آليات متشابهة للتكيف مع الإجهاد المائي، وإن كان ذلك بدرجات متفاوتة. ويبدو ان الأصناف منصورة والصاورة وماسينيسا يتمتعون بقدرة متقاربة على تحمل مستويات مختلفة من الإجهاد المائي

كما وضحت النتائج ان الصنف الواد البارد يتمتع بقدرة عالية وجيدة جدا على مقاومة الاجهاد المائي عند معاملته بتركيز 20 بالمئة من محلول PEG6000 على جميع المستويات .

كما تبين ان صنف مقرس اظهر نتائج اقل بكثير من لأصناف لأخرى حيث اظهر ضعف في مقاومة الاجهاد المائي عند معاملته بتركيز 20 بالمئة من محلول PEG6000.

ختامًا، أكدت الدراسة أن القمح الصلب يُظهر بالفعل سمات مورفولوجية وفسيولوجية مرتبطة بقدرته على التكيف مع الإجهاد المائي، وهي بمثابة مؤشرات حيوية يمكن اعتمادها كمعايير في برامج الانتقاء وتحسين إنتاج القمح الصلب في المناطق المتوسطية.

وفي إطار الأعمال المستقبلية، يُوصى بما يلي:

عمل التجربة في الحقل من اجل ضبط النتائج واختيار النوع الملائم للمناطق الجافة والشبه جافة

•وضع استراتيجية انتقاء لأصناف متكيفة وقادرة على مقاومة الظروف المناخية المتقلبة، مع مواصلة دراسة الخصائص الفيزيولوجية والمورفولوجية الضرورية لوصف الأصناف.

•تعميق الفهم لآليات المقاومة الفسيولوجية.

•استخدام مؤشرات جزيئية محددة يمكن أن ترتبط بقدرة التكيف.

•إدخال أنواع من الاصناف المقاومة للإجهاد لتسريع عملية استنباط الأصناف الجديدة.

# قائمة المصادر والمراجع

# قائمة المصادر والمراجع:


**A**

**Agro, Agence Ecofin**. **2019.** Algérie la récolte céréalière s'annonce abondante en 2019/2020.https://www.agenceecofin.com/cereales/0807-67668-algerie-la-recolte-cerealieres-annonce-abondante-en-2019/2020. Consulté le 16/07/2020.

**Anzala F.J., 2006.** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (zeamays) : étude de la voie biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de doctorat. Université d'Angers. 148p.

**Askri, H., Rejeb, S., Jebari, H., Nahdi, H., &Rejeb, M. N. 2007.** Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (Citrullus lanatus L.). Science et changements planétaires/Sécheresse, 18(1), 51-55.

**B**

**Bajji M. 1999.** Etude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantes soma clonaux sélectionnés In vitro . Thèse de doctorat Université Louva Barroco . 2005 . The role of the cell cycle machinery in resumption of post embryonic development . Plant Physiology , 137:127-140 p.

**Benderradji, L. 2013.** Sélection In vitro pour la tolérance aux stress salin et thermique chez le blé tendre (Triticum aestivum l.).

**Bensaadi N. 2011**. Effet du stress salin sur l'activité des α-amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (Phaseolusvulgaris L.) en germination. Mémoire de magistère. Université d'Oran .

**Benyahia, H, Najat, H., Arsalane, N, & Benaouda, H.2017.** regular article selection of new promising seedless mandarins triploid hybrids from crosses between monoembryonic diploid female and diploid male parents.

**Beweley D., 1997.** Seed germination and dormancy. The Plant Cell, 9: 1055-1066.

**Bonjean A et Picard E. 1990.** Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 p.

**Bonjean A. 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (Triticum aestivum L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21: 29-37p.**

**Bonjean A. et Picard E., 1990.** Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Ed, Nathan.

**Bonjean AP, Angus WJ, Ginkel M, Van, 2016.** The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding; Paris: Lav, Vol 3.

**Bouzerzour H, Abbas K, Benmahammed A. 2003.** Les céréales, les légumineuses alimentaires, les plantes fourragères et pastorales. Recueil Des Communications. Ateliers N°3

«Biodiversité Importante Pour L'agriculture» MATEGEF/PNUD. Projet ALG/97/G31.

**Bouzidi nora 2005**. action de cinq provenances de porte – greffes francs d'abricotier (Prunus armeniaca. L) au déficit hydrique. Tolérance à la sécheresse.

**Bozzini A. 1988.** Origin, distribution and production of durum wheat in the world .

**C**

**Cavanna, D., Loffi, C., Dall'Asta, C., &Suman, M. 2020.** A non-targeted high-resolution mass spectrometry approach for the assessment of the geographical origin of durum wheat. *Food chemistry*, *317*, 126366.

**Clavel, Danièle, Drame, Nani K., Diop, Ndèye D., *et al* .2005 .** Adaptation à la sécheresse et création variétale: le cas de l'arachide en zone sahélienne-Première partie: revue bibliographique. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 2005, vol. 12, no 3, p. 248-260.

**Clerget Y., 2011.** Biodiversité des céréales : Origine et évolution. Montbéliard. 17p.

David, J. C., & Grongnet, J. F. (2001). Les protéines de stress. *Productions animales*, *14*(1), 29-40.

**D**

**De Leonardis A.M.D., Marone D., Mazzucotelli E., Neffar F., Rizza F., Fonzo N.D., Cattivelli L. & Mastrangelo A.M. 2007.** Durum wheat genes up-regulated in the early phases of cold stress are modulated by drought in a developmental and genotype dependent manner. Plant Sci. 172. P : 1005 -1016.

**Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J M., 1994:**La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sécheresse, Vol. 5, N°. 1: 23- 31.

Dubos C. 2001. Réponse moléculaire de jeunes plants de pin maritime soumis à un stress hydrique en milieu hydroponique. Thèse de doctorat. Univ. Henri Poincaré, Nancy-I. France. P : 363–369

**E**

**El hassani T.A. et Persoons E.,(1994)**. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. (éd). AUPELF-UREF: 544 p .elements in osmotic- and cold stress- responsive promoters. Trends in Plant Science, 10:88-94.

**F**

Fraser TE, Silk WK. and Rost TL., 1990. Effect of low water potential on cortical cell lenth in growing region of maize roots. Plant Physiology 93: 648-651.

**Feillet. 2000.** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris.

**Ferret. M., 1996.** Blé dur, objectif qualité. Ed. ITCF. 43p.

**G**

**Gate PH. 1995.** Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 351p .

**Grime. 1979 in Baba Sidi Kaci., 2010:** Effet du stress salin sur quelques paramètres phonologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister en gestion des agrosystèmes sahariens, Université Kasdi Merbah Ouargla : 133P.: **Salt** stress effects on root and leaves

**Guyot Jean Loup, Guimarães Valdemar, De Oliveira Eurides, Molinier Michel, Callède Jacques**. **1998**. La variabilité hydrologique actuelle dans le bassin de l'Amazone. In: *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, tome 27, N°3, 1998. Variations climatiques et ressources en eau en Amérique du Sud. Importance et conséquences des événements El Niño.
pp. 779-788.

**H**

**Habash DZ, Kehel Z, Nachit M. 2009**. Genomic approaches for designing durum wheat ready for climate change with a focus on drought. Journal of Experimental Botany, 60(10), 2805– 2815

**Hamla C. 2016.** Thèse de Doctorat LMD. Université Des Frères Mentouri , Constantine.

**Heller R, Esnault R et al. 2004.** Physiologie végétale II, développement. Ed., Dunod, Paris. 64-240p .

**Hopkins W G., 2003.** Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck, Bruscelles: 61-476.

**K**

**Kiani P. 2007.** Analyse génétique des réponses physiologiques du tournesol (Helian thusannus L.) soumis à la sécheresse. Thèse Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse

**L**

**Laberche, J-C .( 2004).** La nutrition de la plante In Biologie Végétale. Dunod. 2eme (éd). Paris: 154 -163 p.

**Lamaze T., Tousch D., Sarda X., Grignon C., Depigny-This D., Monneveux P. et Belhassen E., 1994.** Résistance de plantes a la sécheresse: mécanismes physiologiques. Le sélectionneur Français, 45: 75-85.

**Lemekeddem Hassna., Debbache Halima-2014**.Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé.12-15-16p.

**Leclerc J.C. 1999.** Ecophysiologie végétale. Publication de l'université de Saint Etienne. Paris: 283 p.

**Levitt .J; (1980).** Response of plants to environnemental stress. Acad. Press. Now York .

**Levy, A. A., & Feldman, M. 2004.** Genetic and epigenetic reprogramming of the wheat genome up on allopolyploidization. Biological journal of the Linnean society, 82(4), 607-613.

**M**

**Maurel .C, Chrispeels .M.J; (2001).** Aquaporins . A molecular entry into plant water relations. Plant physiology, 125(1), 135-138.

**Matsuura, A., Inanaga, S., & Sugimoto, Y. 1996.** Mechanism of interspecific differences among four gramineous crops in growth response to soil drying. *Japanese Journal of Crop Science*, *65*(2), 352-360.

**Mekhlouf A, Bouzerzour H, Benmahammed A, HadjSahraoui A, Harkati N. 2006.** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum Desf*.) au climat semi-aride. Sécheresse, 17(4), 507– 513.

**Mir RR, Zaman-Allah M, Sreenivasulu N, Trethowan R, Varshney RK. 2012.** Integrated genomics, physiology and breeding approaches for improving drought tolerance in crops. Theoretical and Applied Genetics, 125(4), 625–645.

**Miskin, K.E., Rasmusson, D.C. et Moss, D.N. 1972.** Inheritance and physiological effects on stomatal frequency in barley. Crop . Sci., 12 : 780-783.

**Moule C. 1971 .** Céréales 2. phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.

**N**

**Nivot N. (2005).** Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Université Laval.

**O**

**ONFA. 2017 .** Pré-Bilan de la campagne céréalière 2016/2017. N°2.

**R**

**Ranieri R, 2015**. Geography of the Durum Wheat Crop, pastaria international 6.

**Royo, A., & Abió, D. 2003.** Salt tolerance in durum wheat cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *1*(3), 27-35.

**S**

**Samson M.F., Morel M.H., 1995.** Heat Denaturation of Durum Wheat Semolina-Amylase Effects of Chemical Factors and Pasta Processing Conditions. J. Food Science. *(60)*. 6, 1313- 1320.

**Slama A, 1996.** Effet d'une contrainte hydrique édaphique sur le développement du système racinaire de deux variétés de blé dur. DEA de physiologie végétale, faculté des sciences de Tunis.

**Smart .L. B, Moskal .W. A, Cameron .K.D, Bennett .A. B., 2001.** MIP genes are down- regulated under drought stress in Nicotianaglauca. Plant and Cell Physiology, 42(7), 686-693.

**Soltner D. 1998.** Les grandes productions végétales : céréales , plantes sarclées ,prairies .Sainte-Gemme-sue-Loire , Sciences et Techniques Agricoles .

U

**USDA, 2017.** Algeria Exporter Guide.

W

**Wong.,(2009).** Dehydrin-like proteins in desiccation tolerance in intertidalSeaweeds . Northeastern.45:176-187pp.

**www.chemicalbook.com**