الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر – الوادي
كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم البيولوجيا

رقم التركيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان علوم الطبيعة و الحياة

شعبة علوم بيولوجية

تخصص : التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع

دراسة تأثير الاجهادات اللاحيوية على مرحلتي الانبات والازهار عند نبات القمح

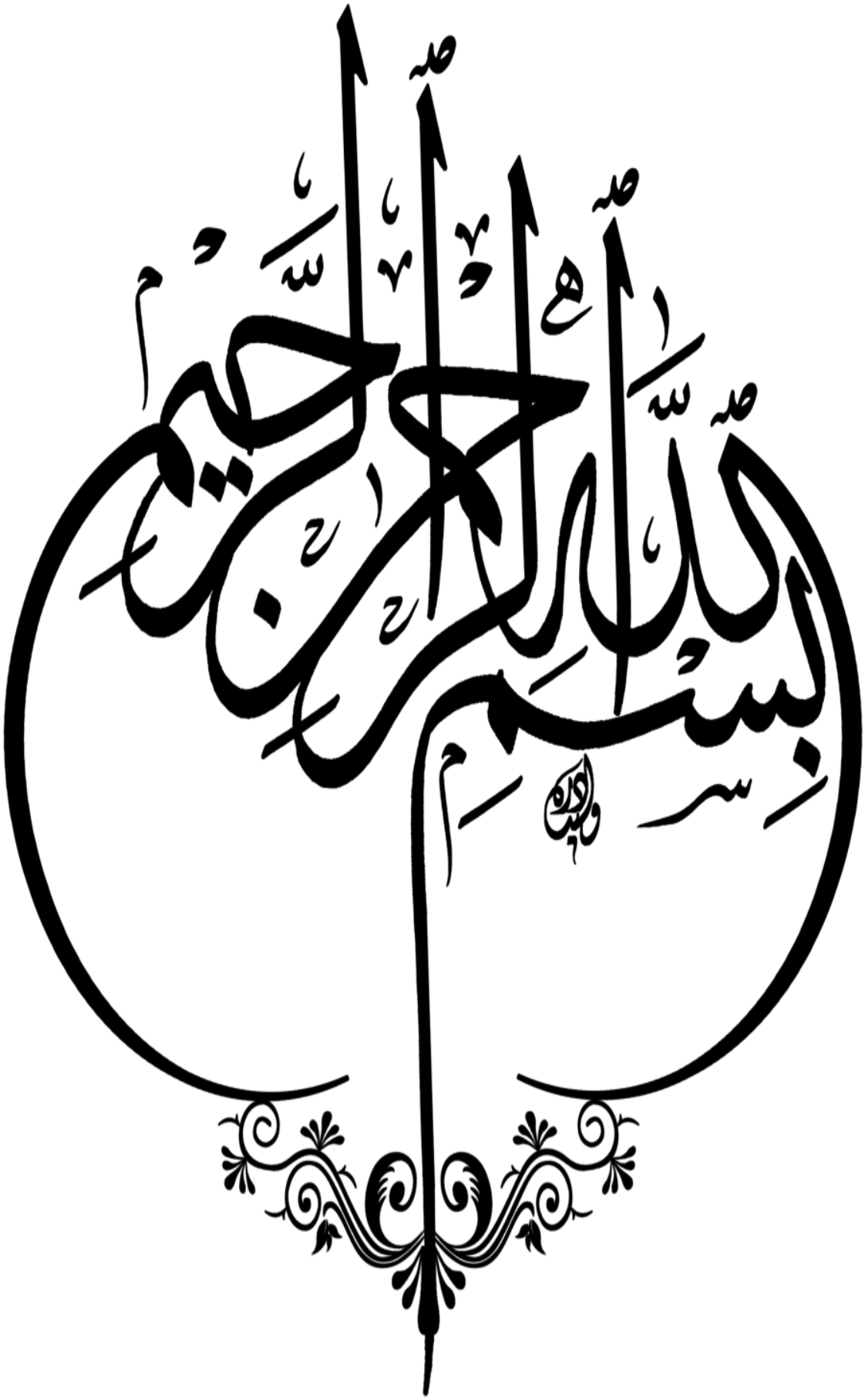
من إعداد الطلبة:

- حملاوي سرور
- بوزواید بثینة

الأستاذ المشرف:

د. بالحبيب عبد الحميد

السنة الجامعية : 2025/2024


بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى من كانا نبع الحنان، وعنوان الصبر، وسبب النجاح...

إلى والديّ العزيزين، شكراً لكل لحظة صبر، لكل دعاء في الغيب، ولكل تضحية خفية...

أهدي إليكما ثمرة هذا المشوار، وكل ما حققته من نجاح هو بفضل الله ثم بدعائكما.

إلى إخوتي الأحبة:

زكريا، بسمة، أميرة، أنور، ياسمين، وآلاء...

أنتم نبضي وسندي، أنتم دفئي وفرحتي، فشكرًا لقلوبكم التي كانت دومًا معي، ولحبكم الذي لا يُقاس.

إلى صديقتي الغالية بثينة بوزوايد،

رفيقة دربي، ومرآة روحي،

كنتِ النور في عتمة الأيام، والسند حين يشتد التعب، والضحكة الصافية في زحمة الهموم.

في كل لحظة شك، كنتِ اليقين... وفي كل تعب، كنتِ العون.

أهديك هذه الصفحات بامتنان، لأنها لا تكتمل إلا باسمك، ولا يكتمل فرحي إلا بحضورك فيه.

إلى أستاذي الفاضل عبد الحميد بالحبيب،

لك مني كل التقدير والاحترام، على دعمك الكريم، وتوجيهاتك النبيلة التي أنارت طريقي،

فكان حضورك في هذه المرحلة علامة فارقة في مساري الأكاديمي.

وإلى كل أصدقائي الداعمين، أولئك الذين أضافوا للرحلة طعماً مختلفاً،

شكرًا لقلوبكم التي كانت لي وطنًا، ولرسائلكم التي كانت نورًا في العتمة،

ولمواقفكم التي ستبقى محفورة في الذاكرة ما حييت

سرور حملاوي

إهداء

.

إلى من كانت بداياتي بين يديها، ونهايتي تاجًا على رأسها . . .

إلى أمي يا من تعبتِ بصمت، وفرحتِ بصوت الدعاء،

لكِ هذا التخرج، حبًا وامتنانًا واعترافًا لا يكفيه الكلام.

إلى أبي

الظل الذي رافقني في كل خطواتي،

والقلب الذي حملني في صمته قبل كلماته،

شكراً لأنك كنت الداعم الأول، ولو بكلمة واحدة.

إلى أخواتي العزيزات،

رفيقات الدرب، ونبض القلب، وسندي في كل لحظة.

كنّ دائمًا مصدر قوة وطمأنينة، ودعاؤكنّ النور الذي أضاء طريقي.

أهديكن هذا الإنجاز، فلكنّ في كل حرف منه حكاية حب وامتنان لا توصف.

إلى من تقاسمت معها الجهد والسهر والتعب سر ورحتي سندا لا يمل وعونا لا ينسى والضحكة التي تزيل عناء الايام

إلى من كان لنا نعم الدليل والناصح،

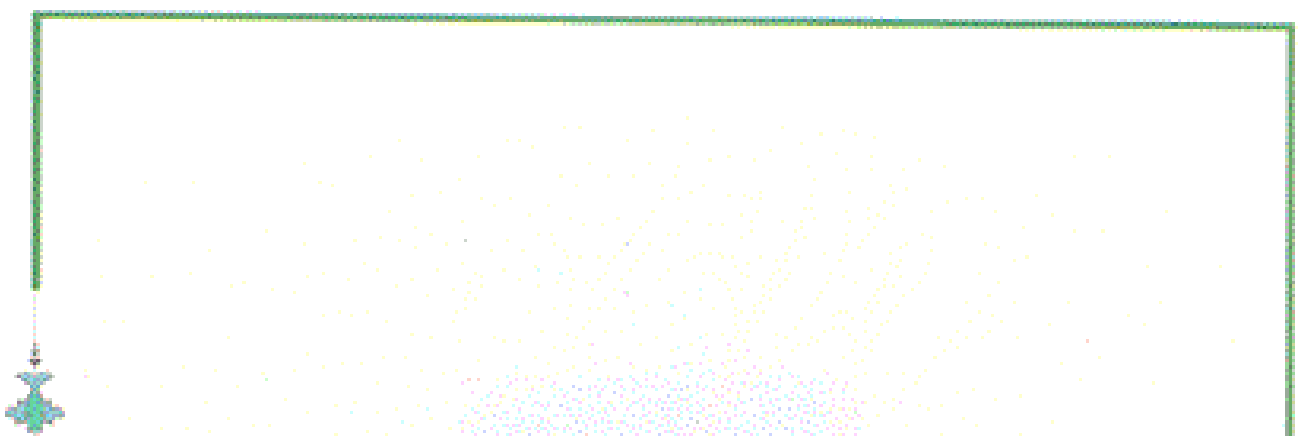
لم يبخل علينا بعلمه ووقته،

أستاذنا الفاضل (بالحبيب عبد الحميد)، كل الشكر والتقدير لك.

وإلى من كان الكتف، والكلمة، والراحة التي لا تُوصف...

لك من الشكر أكثر مما يقال، ومن الدعاء أكثر مما يسمع.

بثينة بوزوايد



شكر وعرفان

قد يقف المرء عاجزا على رد الجميل لذوي الفضل،

وقد لا تطاوعه أساليب التعبير ليعبر عن معاني الشكر والتقدير، والشكر لله أولا وأخيرا.

ومن باب قول رسول الله صلى الله عليه وسلم من لا يشكر الناس لا يشكر الله

نحمد الله عزّ وجل الذي وفقنا في إنجاز هذا العمل المتواضع ونتقدّم بالشكر الجزيل

للأستاذ المشرف

على توجيهه القيم لنا والذي خصص لنا وقته فكان خير سند لنا

كما لا يفوتنا توجيه أسمى عبارات الامتنان إلى كل أساتذة الكلية، وكل من ساعدنا

ولو بكلمة طيبة وأمد لنا يد العون حتى أنجزنا هذا العمل.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية لستة أصناف من القمح CHATER، BEN MABROUK، HEDBA، TAZI، MBB، WAHA من خلال مرحلتين حاسمتين من النمو: مرحلة الإنبات وذلك باختبارها تحت تأثير مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي (NaCl بتركيز 0، 5 و9 غ/ل) ، وفي مرحلة الإزهار في ظروف حقلية.

في مرحلة الإنبات، تم قياس مؤشرات مثل نسبة التشرب ونسبة الإنبات، إضافة إلى عدد الجذور، طول الجذير، طول السويقة، طول البادرة، محتوى السكريات، ومحتوى الكلوروفيل. أظهرت النتائج فروقات معنوية ، مما يدل على وجود تباين وراثي مهم في القدرة على التكيف مع الإجهاد الملحي. ويبدو أن صنفي مثل BEN MABROUK و TAZI لهما أداء قوي في الصفات المرتبطة بالنمو، بينما سجلت أصناف مثل WAHA و CHATER استجابات متفاوتة حسب التركيز.

في مرحلة الإزهار، تم التركيز على قياس أربع صفات فسيولوجية مهمة: المساحة الورقية، محتوى الكلوروفيل، محتوى السكريات، ونسبة التلف الحراري. وقد أظهرت النتائج تفوقًا معنويًا لصنف CHATER، الذي سجل تفوقا في أغلب الصفات، مما يعكس كفاءته التمثيلية ومقاومته للإجهاد الحراري، تليه أصناف مثل .BEN MABROUK بينما تراجعت أصناف مثل WAHA و MBBفي معظم المؤشرات المدروسة.

تؤكد نتائج هذه الدراسة وجود تباين مورفوفسيولوجي بين أصناف القمح المدروسة، يمكن الاستفادة منه في تحسين الإنتاجية في البيئات المتأثرة بالملوحة أو الحرارة.

Résumé

Cette étude vise à examiner les caractéristiques morphologiques et physiologiques de six variétés de blé : CHATER, BEN MABROUK, HEDBA, TAZI, MBB, WAHA, à travers deux phases cruciales de croissance : la phase de germination, en les testant sous différents niveaux de stress salin (NaCl à des concentrations de 0, 5 et 9 g/L), et la phase de floraison en conditions de champ.

Lors de la phase de germination, des indicateurs tels que le taux d'imbibition, le taux de germination, le nombre de racines, la longueur de la radicule, la longueur de l'hypocotyle, la longueur de la plantule, la teneur en sucres et la teneur en chlorophylle ont été mesurés. Les résultats ont montré des différences significatives, indiquant une importante variabilité génétique dans la capacité d'adaptation au stress salin. Il semble que des variétés comme BEN MABROUK et TAZI présentent de bonnes performances en ce qui concerne les caractéristiques de croissance, tandis que des variétés comme WAHA et CHATER ont montré des réponses variables selon la concentration.

Dans la phase de floraison, l'accent a été mis sur la mesure de quatre caractéristiques physiologiques importantes la surface foliaire, la teneur en chlorophylle, la teneur en sucres et le taux de dommages thermiques. Les résultats ont montré une supériorité significative de la variété CHATER, qui s'est distinguée dans la majorité des paramètres, reflétant son efficacité photosynthétique et sa résistance au stress thermique, suivie par des variétés comme BEN MABROUK. En revanche, des variétés telles que WAHA et MBB ont enregistré des résultats inférieurs dans la plupart des indicateurs étudiés.

Les résultats de cette étude confirment l'existence d'une variabilité morpho-physiologique entre les variétés de blé étudiées, qui peut être exploitée pour améliorer la productivité dans des environnements affectés par la salinité ou la chaleur.

Abstract

This study aims to investigate the morphological and physiological characteristics of six wheat cultivars (CHATER, BEN MABROUK, HEDBA, TAZI, MBB, WAHA) across two critical growth stages: the germination stage, under varying levels of salt stress (NaCl at concentrations of 0, 5, and 9 g/L), and the flowering stage under field conditions

During the germination stage, parameters such as imbibition rate, germination percentage, root number, radicle length, coleoptile length, seedling length, sugar content, and chlorophyll content were measured. The results revealed statistically significant differences among cultivars, indicating considerable genetic variability in salt stress tolerance. Cultivars such as BEN MABROUK and TAZI demonstrated strong performance in growth-related traits, while others like WAHA and CHATER showed variable responses depending on salt concentration

At the flowering stage, four key physiological traits were assessed: leaf area, chlorophyll content, sugar content, and heat damage percentage. The results highlighted a significant advantage for the CHATER cultivar, which exhibited superior values in most traits, reflecting its efficient photosynthetic capacity and resilience to heat stress, followed by cultivars such as BEN MABROUK. In contrast, cultivars like WAHA and MBB showed a general decline across most evaluated parameters.

Overall, the findings confirm the existence of notable morpho-physiological variability among the studied wheat cultivars, offering valuable insights for breeding programs aimed at improving productivity under saline and heat-stressed environments

فهرس المحتويات

الإهداء	–
شكر وعرفان	–
الملخص	–
فهرس المحتويات	–
قائمة الجداول	–
قائمة الصور	–
قائمة الوثائق	–
مقدمة	–
الجزء النظري	
الفصل الأول: دراسة عامة على نبات القمح	
1.1- تعريف القمح	4
2.1- أنواع القمح	4
3.1- التصنيف حسب موسم الزرع	6
4.1- تصنيف نبات القمح	8
5.1- الوصف المورفولوجي لنبات القمح	9
6.1- النظام الجذري	10
7.1- التركيب الكيميائي لحبة القمح	13
8.1- دورة حياة القمح	14
9.1- عوائق إنتاج القمح في الجزائر	17
10.1- الأهمية الاقتصادية لنبات القمح	17
الفصل الثاني: الإجهاد الملحي والحراري	
1.2- تعريف الإجهاد	19
1.2.2- تعريف الإجهاد الملحي	19
2.2.2- تأثير الملوحة على النباتات	20
3.2.2- تأثير الملوحة على الإنبات	20
4.2.2- تأثير الملوحة على نمو النباتات	21
5.2.2- تأثير الملوحة على الأوراق	21
6.2.2- تأثير الملوحة على الجذور	22

- 7.2.2تأثير الملوحة على الساق	22
- 8.2.2تأثير الملوحة على التمثيل الضوئي	22
- 9.2.2تأثير الملوحة على الكلوروفيل	23
- 10.2.2تأثير الملوحة على توازن العلاقات المائية	23
- 11.2.2تأثير الملوحة على مضادات الأكسدة	24
- 12.2.2تأثير الملوحة على النمو العام للنباتات	24
- 13.2.2المحتوى المائي للنبات	25
- 14.2.2آليات تحمل الإجهاد الملحي	26
- 15.2.2توزيع وتراكم الأيونات	27
- 3.2الإجهاد الحراري	28
- 1.3.2تعريف الإجهاد الحراري	28
- 2.3.2أنواع درجات الحرارة للنبات	28
- 3.3.2التأثيرات الفسيولوجية والمورفولوجية	29
- 4.3.2آليات الاستجابة للإجهاد الحراري	32
- 5.3.2الآثار السلبية للإجهاد الحراري	33
الجزء العملي	
دراسة تطبيقية	
الفصل الأول: مواد وطرق الدراسة	
– 1.1تمهيد	36
- 2.1المادة النباتية	36
- 3.1التجربة الأولى :تجربة الإنبات	37
– 1.3.1الموقع التجربة	37
– 2.3.1المحلول الملحي	37
- 3.3.1تصميم التجربة	37
- 4.3.1سير التجربة	38
- 5.3.1المعايير المورفولوجية	38
- 6.3.1قياس الكلوروفيل	40
- 7.3.1المحتوى المائي	41
- 8.3.1نسبة السكريات	41
- 4.1التجربة الثانية :في الحقل	42

- 1.4.1موقع التجربة	43
- 2.4.1اختيار البذور	44
- 3.4.1قياس االكروفيل	44
- 4.4.1قياس مساحة الورقة	44
- 5.4.1 قياس السكريات	45
– 6.4.1 قياس الاجهاد الحراري	46
(7.4.1تقدير السكريات	46
– 8.4.1قياس الاجهاد الحراري	47
	47
الفصل الثاني: النتائج والمناقشة	
نتائج ومناقشة	49
- 1.1.2نسبة الإنبات(Germination Rate)	49
- 2.1.2المعايير المورفولوجية	51
- 3.1.2عدد الجذور (Number of Roots)	52
- 4.1.2طول الجذير (Radicle Length)	53
- 5.1.2طول السويقة	53
- 6.1.2طول البادرة(Seedling Length)	54
- 7.1.2محتوى السكريات الكلية(Carbohydrate Content)	56
- 8.1.2محتوى الكلوروفيل(Chlorophyll Content)	57
- 2.2تجربة الحقل	58
- 1.2.2الإجهاد الحراري(Thermal Stress)	61
الخاتمة	59
قائمة المصادر والمراجع	63
الملاحق	–

قائـمة الوثائق

1	الوثيقة 1: التركيب المورفولوجي لنبات القمح	9
2	الوثيقة 2: مورفولوجيا نبات القمح	12
2	الوثيقة 3: مختلف مراحل دورة حياة القمح	16
4	الوثيقة 4: عملية الإنبات	40
5	الوثيقة 5: قياس محتوى الكلوروفيل في الأوراق	40
6	الوثيقة 6: تجفيف نبات القمح	41
7	الوثيقة 7: قياس محتوى السكريات الذائبة	42
8	الوثيقة 8: الموقع الجغرافي للتجربة	43
9	الوثيقة 9: ميدان التجربة	43
10	الوثيقة 10: توضيح تصميم التجربة	44
11	الوثيقة 11: جهاز قياس مساحة الورقة	45
12	الوثيقة 12: تقدير محتوى السكريات الذائبة	46
13	الوثيقة 13: محاليل قبل قياس الناقلية	51
14	الوثيقة 14: نسبة التشرب	52
15	الوثيقة 15: عدد الجذور عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة	52
16	الوثيقة 16: طول الجذير عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة	52
17	الوثيقة 17: طول السويقة عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة	53
18	الوثيقة 18: طول البادرة عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة	55
19	الوثيقة 19: محتوى السكريات للورقة الأولى عند أصناف القمح	56
20	الوثيقة 20: محتوى الكلوروفيل للورقة الأولى عند أصناف القمح	57
21	الوثيقة 21: مساحة الورقة في مرحلة الإزهار عند أصناف القمح	59
22	الوثيقة 22: محتوى الكلوروفيل في مرحلة الإزهار	60
23	الوثيقة 23: محتوى السكريات	61
24	الوثيقة 24: نسبة تلف الأغشية	62

مقدمة

مقدمة :

يُعد نبات القمح (Triticum spp.) أحد أهم المحاصيل الحبوب في العالم، وينتمي إلى الفصيلة النجيلية(Poaceae) ، التي تضم أنواعاً أخرى ذات أهمية مثل الأرز والذرة كما أنه محصول فريد من نوعه في نطاق تنوعه ومدى ترسيخه في ثقافة، بل وحتى في دين، مجتمعات متنوعة .(Shewry, 2009) يعود تاريخ زراعة القمح إلى حوالي 10,000 سنة في منطقة الهلال الخصيب، حيث كان له دور محوري في تطور الزراعة وكذلك الحضارات البشرية (Heun et al., 1997; Nesbitt, 1998; Dubcovsky and Dvorak, 2007).

. يتميز نبات القمح بقدرته على التكيف مع ظروف مناخية متنوعة، مما جعله محصولاً أساسياً في تحقيق الأمن الغذائي عالمياًو (FAO, 2023). من الناحية العلمية، يُمثل القمح نموذجاً مثيراً للدراسة في بيولوجيا النبات بسبب تركيبته الوراثية المعقدة مثل الأنواع متعددة الصبغيات وخصائصه الفيزيولوجية والتكاثرية، فضلاً عن تفاعله مع العوامل البيئية والحيوية. (Slafer et al, 2015; Brenchley et al, 2012)

تُعد الجزائر من بين أهم الدول العربية في إنتاج المحاصيل من مختلف أنواع النجيليات، مثل القمح الصلب والقمح اللين. ورغم ذلك، فإن الإنتاج المحلي لا يزال غير كافٍ لتلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة، نتيجة التنافس المستمر بين النمو السكاني ووتيرة إنتاج الغذاء. ومن أجل تحقيق الأمن الغذائي لكافة المواطنين، تبرز ضرورة توسيع المساحات الزراعية وزيادة إنتاجية المحاصيل الغذائية، كمًا ونوعًا، لا سيما محصول القمح الذي يُعتبر الغذاء اليومي الأساسي لمعظم الشعوب، سواء في الدول الغنية أو الفقيرة.

ونظرًا لأهمية القمح الاستراتيجية، فقد نال اهتمامًا واسعًا من قِبل الباحثين، حيث تمت دراسته من الجوانب المورفولوجية والفسيولوجية، مع التركيز على علاقته بالبيئة التي ينمو فيها ومدى تأثره بها. ومن بين العوامل البيئية التي تؤثر بشكل مباشر في الإنتاج والمردود الزراعي، تبرز الملوحة كإحدى أبرز المشكلات البيئية المعاصرة، إذ تُهدد الثروة

النباتية وتُقلل من الكفاءة الإنتاجية، كما تُحدث اضطرابات مورفوفسيولوجية تؤثر في مختلف مراحل نمو النبات.

من بين هذه العوامل تأتي الملوحة، التي تُعد من أبرز المشاكل البيئية التي تهدد الثروة النباتية وتقلل من الكفاءة الإنتاجية، حيث تُحدث اضطرابات فسيولوجية ومورفولوجية في مختلف مراحل النمو. وقد بدأت مشكلة الملوحة بالظهور بشكل متزايد خلال السنوات الأخيرة في مناطق عدة من العالم، أصبحت الملوحة واحدة من العقبات الرئيسة التي تعرقل التوسع في الإنتاج الزراعي، بسبب تأثيراتها السمية المباشرة (إما سمية أيونية أو تأثير أسموزي)، أو تأثيراتها غير المباشرة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة (الزبيدي، 1989).

ازداد القلق العالمي بشأن تأثير ارتفاع درجات الحرارة على إنتاج القمح. وتُعدّ الحرارة والجفاف من أهم عوامل الإجهاد اللاحيوي التي تُحدّ من إنتاج القمح. ويُعيق الإجهاد الحراري العمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية المهمة للنبات. ومن أجل تطوير أنواع جديدة من المحاصيل قادرة على التكيّف مع المناخ المستقبلي، تُعد معرفة تأثير الإجهاد الحراري وتحمّله على المستويات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية والمورفولوجية أمرًا بالغ الأهمية

تشهد البيئات الزراعية، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، تزايدًا ملحوظًا في الضغوط البيئية الناتجة عن التغيرات المناخية، والتي تتجلى أساسًا في ارتفاع درجات الحرارة وزيادة ملوحة التربة ومياه الري. وتُعد هذه العوامل من أبرز مهددات إنتاجية القمح، حيث تؤثر سلبًا على العمليات الحيوية للنبات، وتحدّ من قدرته على النمو والتطور الطبيعي. وفي هذا السياق، تتفاوت أصناف القمح في درجة تحمّلها لهذه الظروف، باختلاف خصائصها الوراثية والفسيولوجية. وبناء على ما سبق طرحنا عدة تساؤلات حول طبيعة التغيرات المورفوفسيولوجية التي تطرأ على هذه الأصناف تحت تأثير هذه

الإجهادات، ومدى فعالية الآليات الدفاعية التي تعتمدها في الحفاظ على التوازن الحيوي والإنتاجي.

لأجل ذلك قمنا بدراسة تأثير الاجهاد الملحي والحراري في مرحلتي الإنبات والإزهار عند أصناف القمح بهذف الاجابة على السؤال التالي: ما مدى تأثير الإجهاد اللاحيوي، على النمو والمؤشرات الفسيولوجية لأصناف القمح وما هي آليات التأقلم التي تعتمدها لمواجهة هذه الإجهادات؟

الفصل الأول:

دراسة عامة حول نبات القمح

1.1_ تعريف قمح:

يُعد القمح من أبرز المحاصيل الاستراتيجية على الصعيد العالمي، نظرًا لقيمته الغذائية العالية، إذ يُمثّل مصدرًا غذائيًا رئيسيًا لأكثر من 35% من سكان الأرض. وهو من أهم محاصيل الحبوب، يتبع الفصيلة النجيلية (Gramineae) والجنس Triticum، ويغطي أكبر مساحة زراعية مقارنة ببقية المحاصيل.

القمح نبات عشبي حولي، وينتمي إليه نحو 15 نوعًا، بعضُها ثنائي الحول. ويُزرع في معظم مناطق العالم، باستثناء المناطق الاستوائية الحارة والرطبة.

2.1_أنواع القمح:

الأشكال الأولى للقمح المزروع كانت من الاقماح ثنائية الصيغة الصبغية مثل القمح أحادي الحبة *Einkorn wheat* ، وتركيبه الجينيAA ، وكذلك أنواع رباعية الصيغة الصبغية مثل القمح ثنائي الحبة*Emmer wheat* ، التركيب الجيني AABB وتشير الأدلة الجينية إلى أن مركز النشوء الأولي لهذه الأصناف يقع في المنطقة الجنوبية الشرقية من تركيا الحالية (Heun et al., 1997; Nesbitt, 1998; Dubcovsky and Dvorak, 2007).

مع توسع الزراعة نحو الشرق الأدنى (وتشمل حاليا كل من فلسطين ، لبنان، سوريا، تركيا، الأردن، العراق وغرب إيران) قبل حوالي 9000 عام، ظهر القمح سداسي الصيغة الصبغية أو ما يعرف بقمح الخبز (*Feldman, Triticum aestivum*) (2001). اعتمدت عملية الإنتقاء المبكرة بشكل أساسي على السلالات المحلية (Landraces)التي تم اختيارها من الأقماح البرية، بناءً على معايير مثل زيادة الغلة وملاءمة الخصائص الزراعية، مما يمثل شكل أولي من تحسين النسل النباتي.

ساهمت عملية التهجين أو الإنتقاء بظهور مجموعة من الصفات المميزة ومن أبرزها فقدان خاصية تفكك السنبلة عند النضج (Non-brittle rachis) (Nalam et al., 2006)، حيث تمنح هذه الصفة ميزة الحصاد الفعال مقارنة بالأصناف البرية التي تفقد بذورها تلقائياً وأصبحت النباتات المزروعة تعتمد كليًا على العامل البشري للتكاثر عن طريق الزراعة وفقدان آليات الانتشار الطبيعي كما هو الحال عند الأنواع البرية.

تم تصنيف أنواع جنس Tritium حسب عدد كروزوماتها إلى ثلاث مجموعات رئيسية (كيال، 1979):

- المجموعة الثنائية (2n=2x=14): تحتوي الأقماح الثنائية *T. monococcum* على مجموعة صبغية أساسية واحدة (*Genome AA*) وتضم:

T. monococcum.

- المجموعة الرباعية (2n=4x=28): تحتوي الأقماح الرباعية *T. turgidum* على مجموعتين صبغيتين أساسيتين (*Genomes AABB*) وتضم:

T. durum, T. polonicum, T. persicum, T. dicoccoides.

- المجموعة السداسية (2n=6x=42) : تحتوي الأقماح السداسية T. aestivum على ثلاث مجموعات صبغية أساسية (*Genomes AABBDD*) وتضم:

T. vulgare, T. spelta, T. compactum .

وحسب تصنيف (Mackey, 1966)، قُسّم جنس *Triticum* إلى 5 أنواع موزعة على ثلاث مجموعات: الثنائية، الرباعية، والسداسية:

- ثنائية الصيغة الصبغية:

T. monococcum : 2n = 14 (AA) (*Diploides*)

- رباعية الصيغة الصبغية:

- *T. turgidum* : 4n = 28 (AABB) (*Tétraploides*)

- *T. timopheevi* : 4n = 28 (AAGG) (*Tétraploides*)

- سداسية الصيغة الصبغية:

- *T. aestivum* : 2n = 42 (AABBDD) (*Hexaploides*)

- *T. zhukovskyi* : 2n = 42 (AAAAGG) (*Hexaploides*)

3.1_التصنيف حسب موسم الزرع:

أما تقسيمها حسب موسم الزرع:

1. القمح الشتوي : تُزرع الحبوب في آخر الخريف فتنمو، ثم يدخل النبات في طور سكون نتيجة الجليد. وبعد ذوبانه، ينشط النبات وينمو في الربيع، ويُحصد في أوائل الصيف.

2. القمح الربيعي : بسبب قسوة الشتاء في بعض الدول، تُزرع الحبوب مبكرًا في الربيع ليتم حصادها في أوائل الخريف (رمضان، 2001).

3. الأقماح المتناوبة : هي أقماح وسطية بين الشتوية والربيعية، وتتميز بمقاومتها للبرودة (عطوي، 2015).

الجدول رقم (01) يوضح أصناف القمح الصلب المزروعة في الجزائر ITGC(2010)

الصنف	الاسم باللاتينية	الصنف	الاسم باللاتينية
ايديرميكسيكالي	Mxicali	ام راب	Oumrabi
انرات 69	Inrat 69	كيكو	Ciccio
كوكويت	Cocorit	ديربيل	Durbel
كابيتي	Capeitti	كانزو	Cannizzo
منتلبيه	Montpellier	اوفانطو	Ofanto
واحة	Waha	اورجم	Orjaaume
اكساد 65	Acsade 65	سمتو	Simeto
واد زناتي	Oued zenati	بوجيو	Puggio
بيدي 17	Bidi 17	فيترون	Vitron
محمد بن بشير	Med ben bachir	جيتا دور	Gtadur
قلوارمنقولفييه	Goloirede mongoliver	كبير	Kebir
بولي نيكم	Polinicum	سيباوا	Sebaou
حدبا 3	Hedba 3	بيليخ	Belikh
بولنقا	Bolenga	شام3	Cham 3
بوسالم	Boussaallem	شام أس	Cham s
كاريوكا	Carioca	ققومرخوم	Gegoumrkhom
سيرتا	Cirta	تاسلمت	Taslemt
كولوزيو	Colosseo	تاسيلي	Tassili
ايدير	Eider		

الجدول (02) يوضح أصناف القمح المحلية في الجزائر (الطارب 2002)

الصنف	الاسم باللاتينية	الصنف	الاسم باللاتينية
بن مبروك	Ben mabrouk	علي املال	Ali amallal
مركبة	Merakba	زغلول حبوب ابيض	Zaghloul grain
مصرف	Masraf	مكوية	Makaouia
بمحمود	Bahmoud	سيقا	Sabaga
بنت مبارك	Bentembarek	قدور	Kadoura
شاطر	Chater	تزي	Tazi
تواتية الحمرة	Touatia el hamra	علي بنت مخلوف	Ali bent makhlouf
حمرا	Hamra	تواتية	Touatia
الفرح	El farh	زغلول حبوب حمراء	Zaghlouol grain rouge
اسكندرية	Skandaria	ام زهيرة	Oumzhira
باكلي	Bakli	شويطر	Chouiatar
تواتية البيضة	Touatia el beida	اموش	Ammouche
مومنة	Moumnaa	سليماني	Slimania
القرعة	El karaa	المنيعة	El meneaa
بوسالم	Besalem	بلبالي	Balbali
قمح	Guemhlabiad	علي اورابح	Ali ourabah

4.1_ تصنيف نبات القمح :

التصنيف النباتي:

ينتمي القمح الصلب إلى الفصيلة النجيلية *Graminées* أو *Poacées*، التي تحتوي على حوالي 8000 نوع مصنفة تحت 525 جنساً، وهي الفصيلة الوحيدة التابعة لرتبة (*florales Glumiales*)، ضمن صف أحاديات الفلقة.

ويندرج القمح الصلب تحت جنس *Triticum* ، الذي يتفرع إلى نوعين رئيسيين، ويُصنف القمح ضمن هذا الجنس وفقاً لخصائصه الوراثية والمورفولوجية.

جدول 03: تصنيف النباتي نبات القمح

Embranchement: spermaphytes	شعبة : النباتات الزهرية
Sous embranchement:Angiospermes	تحت شعبة: كاسيات البذور
Classes: Monocotylédones	صف: أحاديات الفلقة
Ordre: Glumiflorales	رتبة: القنبعيات
Famille : Graminacées	عائلة: النجيليات
Sous Famille: Poacées	تحت العائلة: الكلنيات
Genre: Triticum	جنس: القمح

التصنيف الجيني :

يُصنف جنس القمح حسب عدد كروموسوماته إلى ثلاث مجموعات، يمكن التمييز بينها من حيث الصفات الظاهرية كعدد الأزهار في السنبلة، تغليف الحبوب، شكل القنابع، قوامها، وطولها مقارنة بالعصفات ومحور السنبلة. ومن هذه المجموعات:

القمح الرباعي (*Tétraploïdes*):

يتميز بامتلاكه مجموعة كروموسومية رباعية (28=n2)، ويكون محور سنبلته قويًا، وحبوبه عادية وسهلة الدراس، وهذه الصفات تخص الأنواع المزروعة. أما الأقماح الرباعية غير المزروعة، فإن محور السنبلة فيها هش، وتبقى الحبوب مغطاة بالقنابع.

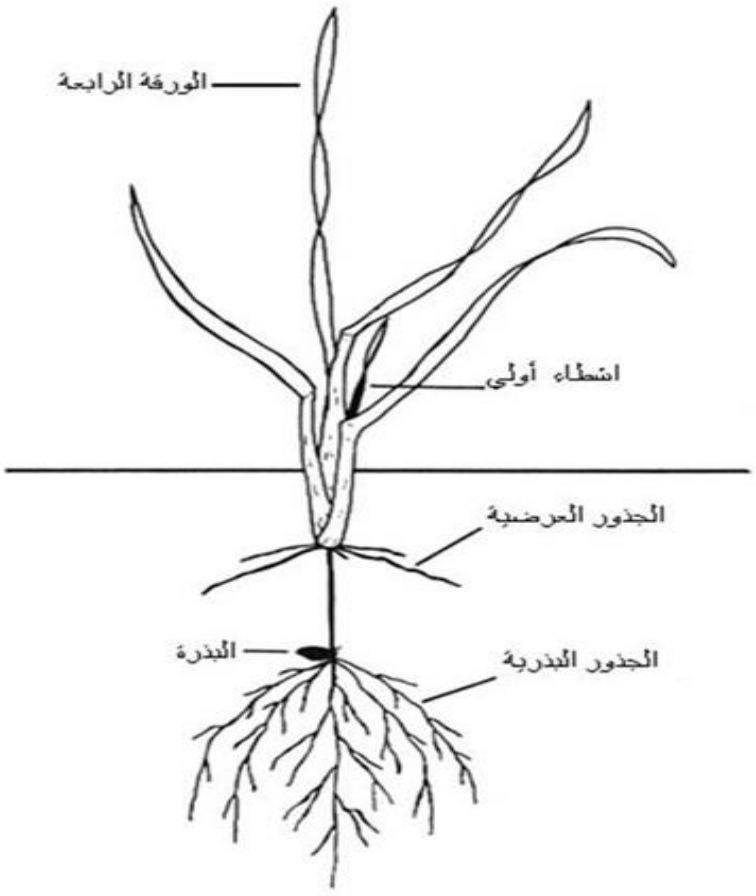
ب/ من حيث موسم الزرع

القمح الشتوي: يُزرع في فصل الخريف، ويتميز بقدرته العالية على تحمل برودة الشتاء، ويناسب مناطق البحر الأبيض المتوسط.

مح الربيعي: يُزرع في فصل الربيع ويُحصد في نهاية الخريف، لكنه أقل مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة.

كلا النوعين يمران بمراحل نمو متشابهة (ياسر، 2004).

_5.1 الوصف المورفولوجي لنبات القمح:



الوثيقة 01 : التركيب المورفولوجي لنبات القمح(بن الحبيب، 2009)

6.1_ النظام الجذري:

لبني مفرع ينقسم إلى جذور جنينية تنمو من محور الجنين، وجذور عرضية تنمو من عقد الساق السفلية قريبًا من سطح التربة على بعد حوالي 2.5 سم(*شفشق والدبابي، 2008*).

-الجذور الجنينية أو الأولية (Embryonic roots):

عددها خمسة جذور غالبًا، وهو الجذر الأصلي وزوجان من فروعه الجانبية. هذه الجذور تستديم وتقوم بوظيفتها، وإزالتها يضر بالنمو وينقص المحصول (*شفشق والدبابي، 2008*). تنشأ عند الإنبات إلى غاية ظهور التفرعات، حيث طولها من 3.5 إلى 7.5 سم تحت سطح التربة، وتقدّر فترة حياة هذه الجذور من 6 إلى 8 أسابيع (*Soltner, 1980*).

-الجذور العرضية (Adventitious roots):

تنشأ عند العقد السفلى تحت سطح التربة للساق الأصلي أو الخلفات أو المنطقة التاجية الأخرى، وهي أكثر عددًا وانتشارًا من الجذور الأولية، وتقوم بالوظيفة الأساسية للجذور من امتصاص الماء، والغذاء وتثبيت النبات في التربة (شفشق والدبابي، 2008) تتكون الجذور الدائمة للمجموع الجذري في حين الجذور الجنينية تجف بعد 30 يومًا من ظهور البادرات (*Soltner, 1990*). وهذه الجذور أغلظ من الجذور الجنينية، وهي تنمو أولًا جانبيًا ثم تتجه رأسيًا لأسفل وتصبح التربة بعمق 60 إلى 90 سم مزاحمة بالجذور المتشابكة، ويتوقف مدى امتداد المجموع الجذري على مدى توفر الماء والغذاء، وطبيعة التربة وارتفاع مستوى الماء الأرضي. وتخرج على عمق ثابت تقريبًا (حوالي 2.5 سم) من سطح التربة مهما كان العمق الذي تزرع عليه البذور.

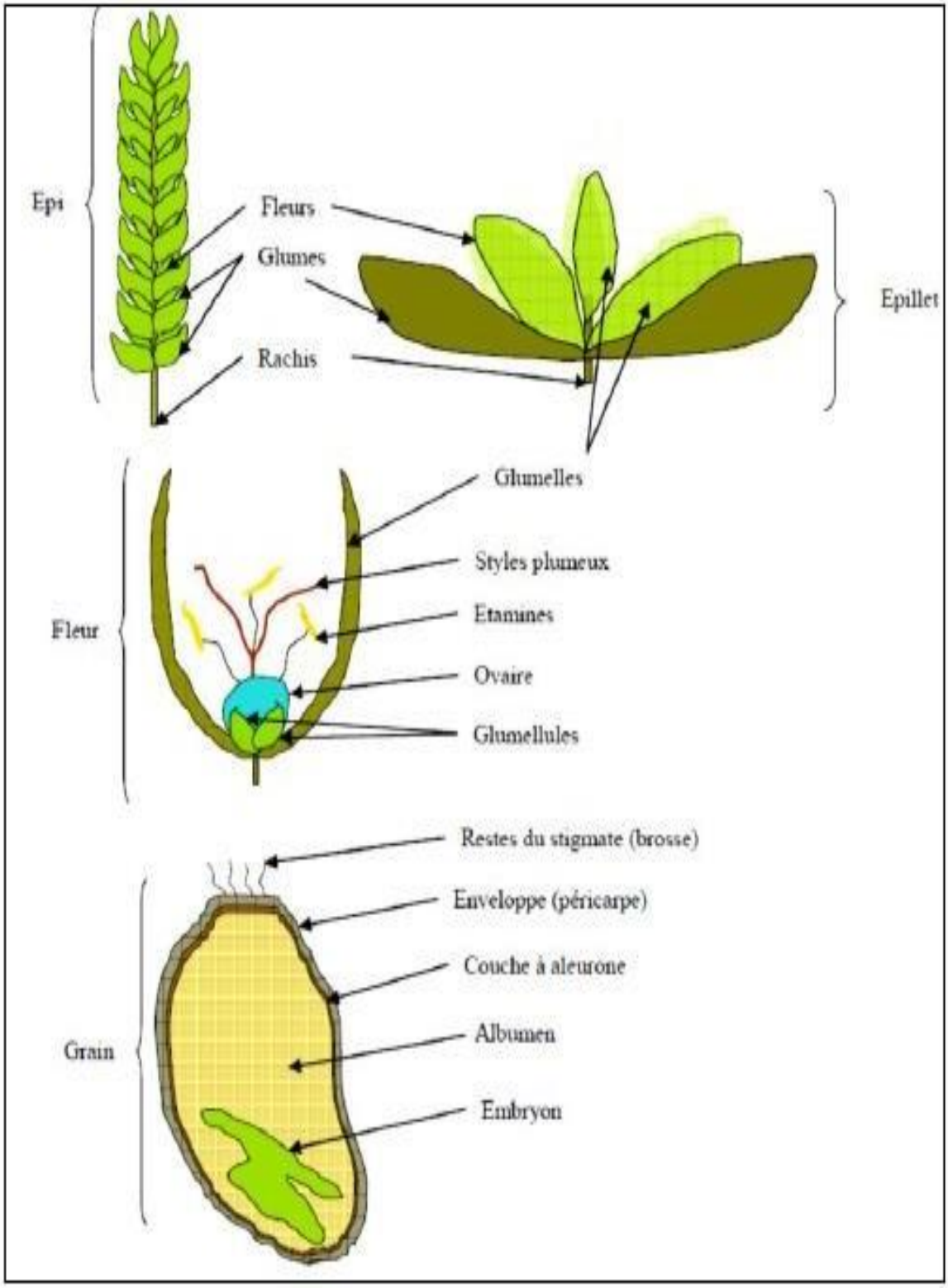
(شفشق والدبابي، 2008)

- **الساق**

أسطواني الشكل، قائم في القمح الرباعي، بينما يكون مفترشًا، أملسًا أو خشنًا، ذا سلاميات مجوفة وعقد صلبة في القمح الشتوي. يبلغ عدد السلاميات في المتوسط ست سلاميات، وتتراوح غالبًا بين صفر وواحد، ومعظمها مغلق بواسطة أغماد الأوراق التي تحمي السلاميات الغضة وتدعمها أثناء مراحل النمو.

- **الأوراق**

الخضرية في نباتات النجليات مرتبة على الساق بشكل متبادل في صفين، مع درجة انفتاح بين الأوراق المتتالية تبلغ 50°، بينما الورقة الموجودة على البرافيل تتبع بزاوية 90°، وتليها الأوراق الأخرى بزاوية انفتاح 50°. نتيجة لذلك، يكون ترتيب الأوراق على كل ساق متعامدًا مع ترتيبها على الساق الذي القيسبقها



الوثيقة 02 : مورفولوجيا نبات القمح (2011)BOGARD.

7.1_التركيب الكيميائي لحبة القمح

وفقًا لما ذكره لزعر (1995)، فإن حبة القمح الكاملة تتكون من عدة مكونات كيميائية رئيسية، تشمل:

الغلوسيدات:

تلعب دورًا أساسيًا في التغذية الكربوهيدراتية، وتتفاعل مع البروتينات لتشكيل اللون، الطعم، والرائحة. وتتمثل بشكل أساسي في النشاء الذي يشكل ما بين 10% إلى 20% من وزن الحبة، كما يُساهم في قدرة الدقيق على امتصاص الماء.

الكربوهيدرات:

تتضمن مركبات مثل: Livosine، Glucose، Raffinose، وتشكل ما نسبته 2% إلى 33% من كتلة البذرة الكاملة.

الدهون:

تتمركز أساسًا في طبقات الأغلفة والجنين.

الفيتامينات:

تشمل فيتامينات B، C، E، ويتأثر توزيعها بعوامل مثل نوع التربة والمناخ.

الأملاح المعدنية:

تساهم في الهيكلة الداخلية للبذور، ومن أبرزها: الفسفور (P)، المغنيسيوم (Mg)، البوتاسيوم (K)، والصوديوم (Na).

البروتينات:

حسب Osborne (1970)، تحتوي أوراق القمح على عدة أنواع من البروتينات، منها:

الألبومين: يذوب في الماء.

الغلوبولين: يذوب في المحاليل الملحية.

الغليادين: يذوب في الإيثانول المائي.

الغلوتين: يذوب في المذيبات السابقة مجتمعة.

كما شار عشاتن (1925) إلى أن حبة القمح تتكون كيميائيًا من هذه المركبات، والتي يتم تحديد نسبتها وفقًا للمادة الجافة.

_8.1 دورة حياة القمح:

تمر دورة حياة القمح بثلاث مراحل الاساسية:

- **الطور الخضري (végétative Période):** وتنقسم هذه المرحلة بدورها إلى ثلاث مراحل:

1. مرحلة الزرع والإنبات (végétative Période): هي مرحلة انتقال الحبة من حالة الحياة البطيئة إلى الحياة النشطة من خلال مرحلة الإنبات، حيث يبدأ الجذير والجذور الفرعية في النمو، وتبرز غمد الورقة الأولى التي تمتد نحو السطح. وعند مراجعة الدراسات، يظهر أن الورقة الأولى الكوليوبتيل (Coléoptile) يتوقف عن النمو ويجف تمامًا وفقًا لـ et Boufenar Zaghouane (2006) وMasle (1982).
2. بداية مرحلة الإشطاء (tallage Phase début): تبدأ هذه المرحلة عند ظهور الورقة الثالثة للنبتة الفتية، حيث تتكون الساق الرئيسية في قاعدة الورقة الأولى، والفرع الثاني في قاعدة الورقة الثانية، وهكذا. يعتمد عدد الإشطاءات المنتجة على نوعية الصنف، المناخ، التغذية المعدنية والمائية للنبات، بالإضافة إلى كثافة الزرع وفقًا لـ Masle (1981).
3. مرحلة بداية الصعود (montaison Phase): تتميز هذه المرحلة بتشكل الإشطاء وبداية نمو البراعم المتميزة في إبط الورقة الأولى، التي تعطي برعم الساق الرئيسية وفقًا لـ Soltner (1990). تمثل نهاية الإشطاء نهاية المرحلة الخضرية وبداية المرحلة التكاثرية وفقًا لـ 1995(Gate).

- **الطور التكاثري (reproductrice Période)**: ينقسم إلى مرحلتين أساسيتين:

1. مرحلة الصعود والانتفاخ (montaison – gonflement Phase): في هذه المرحلة، تتطاول السلاميات التي تشكل الساق (chaum)، وتتنافس الإشطاء الصاعدة الحاملة للسنابل مع الإشطاء العشبية على عوامل الوسط، مما يؤثر على الإشطاء الفتية ويؤدي إلى توقف نموها وفقًا لـ Mark (1981). كما يشير Fisher et al. (1998) إلى أن هذه المرحلة من أكثر المراحل حساسية في نبات القمح بسبب تأثير الإجهاد المائي والحراري على عدد السنابل المحمولة في وحدة المساحة. تنتهي مرحلة الصعود عندما تأخذ السنبلة شكلها النهائي داخل غمد الورقة التويجية المنتفخة، وفقًا لـ Bahlouli et al. (2005).
2. مرحلة الإسبال والإزهار (flourison–épiaison Phase): تبدأ هذه المرحلة بمرحلة الإسبال، حيث يبدأ ظهور السنبلة من خلال الورقة التويجية. تزهر السنابل البارزة عمومًا بين 5 إلى 10 أيام بعد مرحلة الإسبال وفقًا لـ Bahlouli et al. (2000). وقد أشار Abbassenne et al. (1998) إلى أن درجات الحرارة المنخفضة خلال مرحلة الإسبال تتسبب في تقليل خصوبة السنابل.
3. مرحلة تكوين الحبة والنضج (de maturation et de formation Période du grain – *3.4.1*):

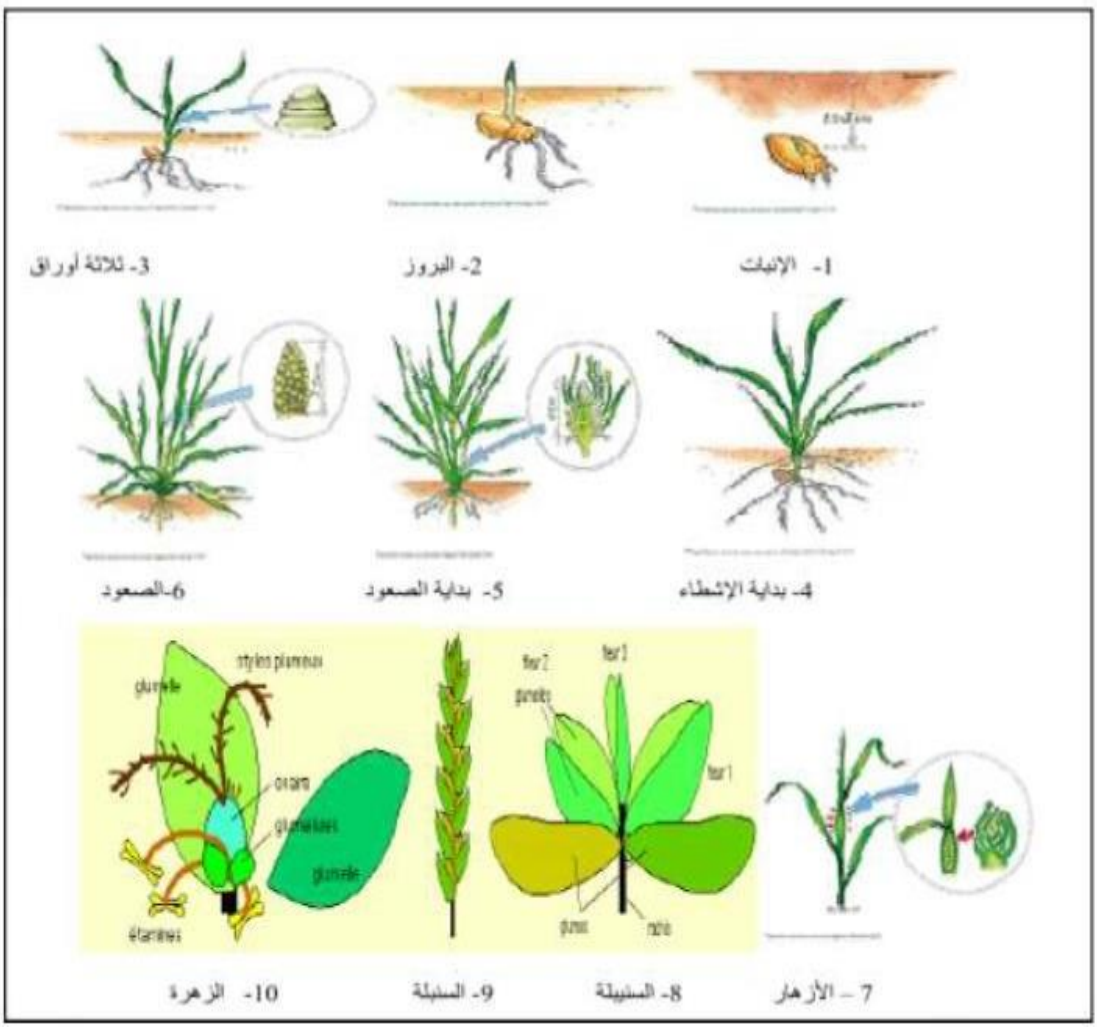
هذه هي آخر مرحلة، حيث تتوافق مع تشكيل أحد مكونات العائد المتمثل في وزن الحبة. تبدأ عملية ملء الحبة، حيث تبدأ شيخوخة الأوراق وهجرة المواد السكرية التي تنتجها الورقة التويجية إلى عنق السنبلة ثم إلى الحبة، وفقًا لـ Barbottin et al. (2005).

كما بين كيال (1974) أن مرحلة النضج تتضمن ثلاث مراحل:

مرحلة تكوين الحبة: بعد التلقيح، يتكون الجنين وتصل الحبة إلى أبعادها النهائية، حيث تزداد نسبة المادة الجافة في الحبوب بشكل واضح ويزداد محتوى الماء حتى يصل إلى 90% من وزن الحبة.

1. مرحلة النضج اللبني: تنقسم إلى أربع مراحل:

المرحلة المائية: يتراوح فيها مستوى الماء من 90% عند بداية المرحلة إلى 100% عند نهايتها، وتستمر هذه المرحلة من أسبوع إلى أسبوعين. مرحلة النضج اللبني المبكر أو المتوسط: في هاتين المرحلتين، تتراكم المواد الصلبة الذائبة في خلايا الأندوسبرم.



الوثيقة 03 : مختلف مراحل دورة حياة القمح (شايب غ .2011).

9.1_ عوائق إنتاج القمح في الجزائر:

تواجه الجزائر صعوبة في إنتاج القمح بسبب موقعها الجغرافي في جنوب حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث يسبب النظام المائي غير المنتظم تحديات كبيرة. تقتصر زراعة الحبوب على المناطق الداخلية ذات المناخ المتقلب، مما يؤثر بشكل كبير على مستوى الإنتاج. وفقًا لما ذكره Amokrane (2001)، يعود عدم استقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى التباين البيئي للوسط الزراعي، الذي تسببه العوامل المناخية والترابية، مثل قلة الأمطار وتذبذبها، بالإضافة إلى نقص العناصر الغذائية المتاحة للنبات نتيجة انخفاض درجات الحرارة، وظهور الصقيع الربيعي الذي يؤثر سلبًا على الأصناف المبكرة.

كما أشار(2005) ,.Annichiarico et al إلى أن الإجهاد المائي والحراري في نهاية الموسم الزراعي يحد من الإنتاج في المناطق التي تتساقط فيها الأمطار بشكل غير منتظم. تراكم الأملاح في الطبقة السطحية للتربة في الهضاب العليا يُعرقل نمو النباتات ويقلل من مردودها، كما أشار إليه (1999) .Rashid et al .

قام(1974) Baldy بتلخيص أهم الإجهادات المناخية التي تؤثر على إنتاج الحبوب في الجزائر كما يلي:

- عدم انتظام تساقط الأمطار الخريفية، مما يسبب جفافًا يؤثر على إنبات البذور.
- حدوث عواصف قوية تعرقل عملية البذر وتؤخرها.
- درجات الحرارة المنخفضة في الشتاء في المناطق المرتفعة، حيث قد تصل إلى − 6 درجات مئوية، ما يؤثر على الأوراق
- انتظام تساقط الأمطار الربيعية، مما يؤدي إلى نقص المياه.

10.1_ الأهمية الاقتصادية لنبات القمح:

يعتبر القمح من المحاصيل الاقتصادية الأساسية في العالم، حيث لعب دورًا كبيرًا في تطور البشرية منذ العصور القديمة، ويستمر في الوقت الحالي كأحد أكثر المحاصيل استخدامًا في غذاء الإنسان والحيوان. يُستخدم القمح في صناعة العجائن الغذائية في جميع أنحاء العالم.

الفصل الثاني

الإجهاد الملحي والحراري

1.2_ تعريف الإجهاد

تتعرض النباتات في بيئتها الطبيعية لأنواع متعددة من الضغوط، من أبرزها: الحرارة، البرودة، تشبع التربة بالماء (الغمر)، نقص المياه، الملوحة، الإشعاع، المركبات الكيميائية، والعوامل الحيوية كالأمراض والمنافسة. من الصعب إعطاء تعريف دقيق للإجهاد، فقد رأى بعض العلماء أن مفاهيم الفيزياء يمكن تطبيقها مباشرة على الكائنات الحية (Grime, 1979). بينما عرّفه (Kramer, 1980) بأنه عامل خارجي يقيّد الإنتاج إلى مستويات أدنى من الحد المتوقع وراثيًا

2.2.1_ الإجهاد الملحي

يُعد الإجهاد الملحي من أبرز المعوقات التي تؤثر على الإنتاج الزراعي، حيث يؤدي إلى تدني مردودية الأنواع النباتية (Serrano, 1999). كما أن الملوحة تحدّ من فرص التوسع الزراعي، خصوصًا في البلدان التي تعتمد على الزراعة المروية (Rausch, 1996). ويُشكل هذا النوع من الإجهاد تحديًا في منطقة حوض المتوسط والمناطق شبه الجافة نتيجة لتراكم الأملاح (naturelle salinité)، ضعف شبكات الصرف، التكاليف العالية لاستصلاح الأراضي المتملحة، وارتفاع معدلات التبخر، إضافة إلى الاستخدام العشوائي للأسمدة، مما يسرّع من تفاقم ظاهرة التملح (Rhoades, 1992; 1995؛ et Aurélie, 1999 Boulassel). كما تؤثر الملوحة بشكل ملحوظ على العديد من المركبات العضوية كالأصباغ، الأحماض الأمينية، والسكريات، مما يؤدي إلى تراجع كبير في الإنتاجية (Hamza, 1980; Verma, 1993; Roosens et al, 1999). لذا، من الضروري البحث عن نباتات أكثر قدرة على التكيف مع مستويات الملوحة العالية لتجاوز العقبات الزراعية في هذه البيئات (Epstein et al, 1980).

- **الملوحة**

صنّف عدد من الباحثين، من بينهم رياض (1984)، مصادر ملوحة التربة إلى ما يلي:

- **التربة الأصلية:**

تحتوي بعض أنواع الترب على نسب مرتفعة من الأيونات الذائبة مثل +Ca، Cl^- ، Na+، وغيرها، التي تعود إلى الصخور الأم الناتجة عن عوامل التجوية. تبلغ النسبة المتوسطة للكلور والكبريت في القشرة الأرضية حوالي 0.05% و0.6% على التوالي، بينما تتراوح نسبة الصوديوم، المغنيزيوم، والكالسيوم ما بين 2 و3%. وتوضح الدراسات وجود عناصر كالكالسيوم والمغنيزيوم في مختلف أنواع الصخور: النارية، الرسوبية، والمتحولة (الكردي، 1977).

- **الري:**

تحتوي معظم مياه الري، على اختلاف مصادرها، على كميات من الأملاح الذائبة. وعند استخدامها، يتبخر الماء وتبقى الأملاح في التربة، مما يؤدي إلى تراكمها بشكل سنوي ما لم تحدث عملية غسل كافية.

_2.2.2 تأثير الملوحة على النباتات

تؤثر الملوحة على مختلف الجوانب الحيوية للنبات، سواء على المستوى التشريحي، المورفولوجي، أو الفسيولوجي. فهي تؤثر على السلوك المائي، التبادل الغازي، الامتصاص المعدني، والعمليات الاستقلابية، مما يؤدي إلى تثبيط النمو بشكل سريع ومستمر، وانخفاض في كل من الوزن الطري والجاف لنباتات مثل القمح (Kong et al., 2001).

_3.2.2 تأثير الملوحة على الإنبات

يُعد الإنبات أول مرحلة فيزيولوجية تتأثر سلبًا بالملوحة. وتشير العديد من الدراسات إلى تراجع نسب إنبات البذور في الترب 2019المالحة، نتيجة عدم قدرة الأعضاء الجنينية على أداء وظائفها الحيوية وارتفاع الضغط الحلولي لمحلول التربة، مما يعيق

امتصاص الماء (الشحات، 2000). كما أكد كل من(1977) .Hoffman et mass أن استجابة النباتات للملوحة تختلف باختلاف مراحل النمو. وبيّن Ashraf et Idrees (1992) أن الملوحة العالية تؤثر بشكل أكبر على الإنبات في درجات حرارة مرتفعة (C°40)، بينما تقل آثارها السلبية في درجات الحرارة المنخفضة ( )Katemb et al 1998

(1995)Hamdy et al. وتشير دراسة (1996) Mansour إلى أن الملوحة تقلل من نسبة الإنبات واستطالة الجذير والريشة في صنفين من القمح، أحدهما حساس والآخر مقاوم

_4.2.2 تأثير الملوحة على نمو النباتات

أوضح (2005) Ashraf et Foolad أن انخفاض إنتاجية النباتات في الترب المالحة يعود أساسًا إلى الاضطرابات التي تصيب العمليات الأيضية، كالبناء الضوئي، وتكوين البروتينات والكربوهيدرات، بالإضافة إلى تأثيرها على امتصاص الأيونات وكفاءة الإنزيمات، كما يؤدي إلى تلف الأحماض النووية (ADN وARN). كذلك، يسهم الإجهاد الملحي في تقليل إنتاج الهرمونات النباتية المحفزة للنمو مثل الأوكسينات، الجبريلينات، والسيتوكينات، مع زيادة في حمض الأبسيسيك (ABA)، وهو ما يُرجح أنه عامل رئيسي في تثبيط النمو تحت الضغط الملحي (2019) Safsaf et Bentouati،. كما أن مقاومة النباتات للملوحة ليست ثابتة، بل تتغير حسب النوع، الصنف، التركيب الوراثي، عمر النبات، والحالة الفسيولوجية، حيث يُعد الشعير والقمح أكثر مقاومة للملوحة خاصة بعد مرحلة الإنبات(2019) Djennade et Attalaoui،.

_5.2.2 تأثير الملوحة على الأوراق

عندما ترتفع تراكيز الأملاح في الوسط، تؤثر الملوحة بشكل واضح على أوراق النباتات، حيث تتسبب في التواء الأوراق أو فقدانها لانبساطها الطبيعي، وقد تظهر عليها علامات احتراق، خاصة في الأوراق الفتية. كما يؤدي وجود NaCl في الوسط الغذائي

إلى ظهور أعراض مميزة تعتمد على تركيز الملح. في حالات التراكيز العالية، قد تؤدي الملوحة إلى تساقط جزئي أو كلي للأوراق، خصوصًا في النباتات الحساسة مثل الفاصولياء والفول. في المقابل، تظهر أوراق الشعير والقمح مقاومة نسبية لهذه التراكيز العالية من الملوحة (Guenier، 1980).

_6.2.2 تأثير الملوحة على الجذور

يُعد النسيج الجذري من أكثر الأجزاء النباتية تأثرًا بالإجهاد الملحي، كما بيّنه كل من Lin et kao (1995). وتعتمد مقاومة الجذور لهذا التوتر على كفاءة الميتوكوندريات في الخلايا الجذرية وقدرتها على توليد الطاقة Hrmandez et al) (1993. وللتخفيف من آثار الإجهاد، يعتمد النبات على إنتاج منظمات أسموزية داخل الخلية مثل البرولين، السكروز، والبرتين. في دراسة أجراها Khalid وآخرون (2009) على نبات Nigella Sativa L، وُجد أن الملوحة تقلل من الكتلة الخضرية، في حين أنها قد تحفز زيادة طول الجذور مع ارتفاع تراكيز الأملاح (Atman et al., 2003).

_7.2.2 تأثير الملوحة على الساق

أفاد الشحات (2000) بأن الملوحة تؤدي إلى تقزّم السيقان وتقليل عدد الفروع الجانبية، وقد تتسبب أيضًا في موت الفروع الغضة حديثة النمو. كما أن زيادة تركيز الأملاح في الوسط تسهم في تثبيط نشاط الكامبيوم المسؤول عن النمو الثانوي. من جهة أخرى، أوضح (John 2001) في تجربته على أصناف مختلفة من القمح أن المعاملة بتركيز 8 غ/ل من الأملاح أدت إلى زيادة نمو الساق في أحد الأصناف مقارنة بالشاهد، في حين أظهر صنف آخر نقصًا طفيفًا في النمو. أما دراسة KOBRA et ALikber (2008) فقد كشفت أن الملوحة تحدّ من إنبات البذور ونمو المحور الجنيني، وبيّن Basset وآخرون (2010) أن تركيز 5 غ/ل من الملح يثبط نمو السويقة،

_8.2.2 تأثير الإجهاد الملحي على التمثيل الضوئي

تسبب الملوحة تأثيرات مثبطة متعددة على عملية التركيب الضوئي في النباتات. يشمل ذلك التأثيرات على الصبغات الضوئية مثل الكلوروفيل والكاروتينويدات، وكذلك تقليل كفاءة الأنظمة الضوئية. كما يؤدي الإجهاد الملحي إلى تثبيط الفسفرة الضوئية، مما يؤثر بشكل غير مباشر على قدرة النباتات على إنتاج الطاقة اللازمة للنمو. بالإضافة إلى ذلك، تؤدي الملوحة إلى انخفاض في انفتاح الثغور، مما يؤثر على امتصاص ثاني أكسيد الكربون CO_2 ويحد من معدل التنفس في النباتات (Torabi, 2014; Agrawal et al., 2015).

_9.2.2 تأثير الملوحة على مستوى الكلوروفيل

أوضح علي وحمزة (2014) أن نقص البوتاسيوم، وهو عنصر أساسي في عملية البناء الضوئي، يؤدي إلى زيادة نسبة الصوديوم في الخلايا، مما يتسبب في فقدان اللون الأخضر للنبات وظهور أعراض الاصفرار. وتعزز هذه الظاهرة العلاقة السلبية بين نسبة الصوديوم والبوتاسيوم ومحتوى الكلوروفيل في النباتات تحت الظروف الملوحة. من خلال دراسة أجراها بوربيع (2005)، تبين أن الأملاح تؤثر سلبًا على أغشية الكلوروبلاست، مما يقلل من كفاءة النظام الضوئي الثاني وبالتالي يؤدي إلى نقص في عمليات الاستشعار الضوئي، مما يؤثر على قدرة النبات على القيام بعملية التركيب الضوئي بشكل فعال.

_10.2.2 تأثير الإجهاد الملحي على توازن العلاقات المائية

في المراحل الأولى من الإجهاد الملحي، يتأثر النظام الجذري قدرة النبات على امتصاص الماء والأملاح المعدنية، مما يؤدي إلى تسارع فقدان الماء من الأوراق نتيجة الإجهاد الأسموزي. يحدث ذلك بسبب تراكم الأملاح في التربة والنبات، مما يتسبب في تغيرات فسيولوجية متعددة مثل تدمير الأغشية الخلوية واختلال توازن المغذيات. ومع ذلك، يمكن لبعض النباتات التكيف مع هذا الإجهاد واستعادة توازنها المائي عن طريق

تراكم المواد الذائبة داخل خلاياها، مما يساعدها على الحفاظ على النشاط الفسيولوجي في بيئات عالية الملوحة (Gupta et al., 2014; Shanker, 2011).

11.2.2_ تأثير الإجهاد الملحي على المحتوى من مضادات الأكسدة

يحفز الإجهاد الملحي إجهادًا تأكسديًا في النباتات على المستويين البنيوي والجزيئي داخل الخلايا. يؤدي هذا إلى زيادة إنتاج الجذور الحرة (ROS) التي تضر بالعديد من مكونات الخلية، بما في ذلك الدهون الغشائية (Acosta- Azooz et al., 2016; Motos et al., 2017). وتُعزى هذه الزيادة في الجذور الحرة إلى اضطرابات في الصانعة الخضراء والميتوكوندري نتيجة تراكم NaCl في الخلايا. عادةً ما يتم إزالة الجذور الحرة بسرعة بواسطة آليات مضادة للأكسدة مثل المركبات الأيضية والإنزيمات وغير الإنزيمات. ومع ذلك، يمكن أن تضعف هذه الآليات مع زيادة مدة وشدة الإجهاد الملحي، مما يزيد من التأثيرات السلبية على نمو النبات (Gupta et al., 2014; Shanker, 2011).

12.2.2_ تأثير الإجهاد الملحي على النمو العام للنباتات

_تأثير الملوحة على محتوى النبات من البرولين

أكد "ستيوارت" في 1966 أن النباتات تواجه العديد من الإجهادات البيئية مثل الملوحة والجفاف، وتسعى للتعامل معها بزيادة إنتاج مركبات خاصة مثل البرولين. ووفقاً لـ "لي" في 1974، يلعب البرولين دوراً في التنظيم الأسموزي أثناء الإجهاد الملحي، حيث تعتمد كميته على شدة الإجهاد في البيئة الخارجية. هذه النتيجة تتماشى مع نتائج "مانس" و"غرينواي" في 1980، التي تشير إلى أن نمو الجذور في القمح يزداد مع ارتفاع تركيز الصوديوم في الجذور مقارنة بالأجزاء الهوائية، حيث يتسبب النقل السريع للصوديوم في الجذور في تسريع نمو الجذور مقارنة بالفروع الهوائية.

_تأثير الملوحة على مستوى السكريات

تؤدي الملوحة إلى تقليل محتوى النبات من السكريات المختزلة بينما تزيد السكريات غير المختزلة والذائبة. ويعود ذلك إلى تثبيط نشاط الإنزيمات المحللة. تراكم السكريات الذائبة يؤدي إلى زيادة الضغط الأسموزي في العصير الخلوي مما يساهم في الضغط الأسموزي الخارجي نتيجة الإجهاد الملحي، كما ذكره "سارق" في 2013. "بلايلي وبلعابد" أكدوا أن الأملاح تؤدي إلى تقليص المواد الكربوهيدراتية، وتتناقص نسبة الكربوهيدرات الكلية في الساق والأوراق بزيادة الملوحة. كما أشار "هاثوت" في 1996 إلى أن المحتوى الكربوهيدرات في نبات القمح ينخفض مع زيادة الملوحة.

_13.2.2المحتوى المائي للنبات :

يعتبر الاجهاد المائي احد العوامل البيئية اللاحيوية الرئيسية التي تؤثر في نمو النبات في المناطق المدارية، فهو يمثل مشكلة محددة للنمو و الإنتاج في كافة انحاء العالم و بسبب خسائر زراعية خصوصا في مناطق الجافة والشبه جافة (Boyer ;1982).

ان الجفاف يؤدي الى تغيرات في البيئة الطبيعية للنبات بصورة عامة وينعكس في اختلال العمليات الايضية وانخفاض إنتاجية النبات على وجه الخصوص مما يساهم في تفاقم مشكلة نقص الغذاء في العالم (Zhang et Pala ,2000).

يؤثر الاجهاد المائي على العلاقات المائية في الخلية حيث يغير من الجهد الكلي للماء والجهد الاسموزي ونتيجة لذلك يحدث انغلاق الثغور والذي يؤثر بدوره على دخول CO_2الذي يؤثر بدوره على عملية التركيب الضوئي.

يؤثر على الهرمونات النباتية بتغير تراكيزها وتتفاعل طبقا لذلك منها: حمض الأبسيسيك، السيتوكينين، حمض الجبريلين، الإيثلين، الاوكسين.

يحث على الزيادة في درجة الشيخوخة، تساقط الأوراق وعدم تكوين الازهار.

يؤثر على الانسجة النباتية بحيث تتعرض الى العديد من التغيرات الانزيمية والتغيرات من محتواها الكربوهيدراتي والبروتيني

14.2.2_ آليات تحمل الإجهاد الملحي

التحمل: النباتات تتحمل الملوحة عندما يظهر نموها بشكل طبيعي تقريباً مقارنة بالشاهد. النباتات أليفة الملوحة (Halophytes) تحتاج إلى الأملاح لكي تنمو، وتستطيع مقاومة التراكيز العالية من الأملاح. بينما تتحمل النباتات غير أليفة الملوحة (Glycophytes) التراكيز المنخفضة. تحمل الأملاح يرتبط بقدرة النبات على التنظيم والنمو، حيث أن النوع الأكثر تحملاً لديه قدرة على نقل الصوديوم +Na إلى الأجزاء الهوائية وتصفية الأملاح الزائدة على سطح الأوراق، مما يحافظ على التوازن الداخلي في النسيج النباتي كما أشار "نسيمة" في 2006.

التأقلم مع الملوحة:

قدرة النبات على التكيف مع الوسط الملحي تتفاوت بين الأنواع النباتية. التكيف يتضمن تعديل العمليات الفسيولوجية لتقليل امتصاص الأيونات السامة في الجذور والأجزاء الهوائية للنبات، وتقليل تراكم الأيونات السامة في الأعضاء النامية كما أوضح "Starck" في 1980.

مقاومة الملوحة:

مقاومة الملوحة هي عملية معقدة تتداخل فيها العوامل المورفولوجية والفيزيولوجية والبيوكيميائية. القدرة على مقاومة الملوحة تتعلق بتركيز الأملاح في البيئة ونوع النبات (مقاوم أو حساس)، وكذلك الضغط الأسموزي في النبات، نوع التربة ومرحلة النمو. المقاومة تحدث بآليات تمكن النبات من الاستمرار في نشاطاته الأيضية رغم الظروف الملحية القاسية كما ذكر "نسيمة" في 2006 و"ناعسة" في 2003.

التعديل الأسموزي:

يعد التعديل الأسموزي أحد الاستجابات الدفاعية للنباتات في مواجهة الإجهادات غير الحيوية مثل الإجهاد الملحي، حيث تلعب المنظمات الأسموزية دوراً مهماً في الحفاظ على توازن ضغط الأسموزي داخل الخلايا النباتية. يعتمد هذا التعديل على تراكم بعض المركبات مثل الأحماض الأمينية الحرة (البرولين والجليسين بيتايين) والسكريات الذائبة (مثل الفراكتوز والغلوكوز)، وهذا التراكم يختلف بين النباتات حسب نوعها، مرحلة نموها، ودرجة الملوحة. يساعد هذا التراكم على الحفاظ على ضغط الامتلاء الداخلي، تقليل الضغط الأسموزي، وحماية العديد من الوظائف الفيزيولوجية مثل التمثيل الضوئي والنمو (Elmidaoui، 2007؛ MUNNS, 2002).

توزيع الأيونات وتجمع أيونات الملح:

يتم التحكم في توزيع الأيونات بواسطة مضخة الصوديوم – بوتاسيوم في الجذور، حيث تعيد الصوديوم إلى البيئة الخارجية ويقوم البوتاسيوم بالدخول إلى النبات باستخدام إنزيمات ATPases. كما يفرز النبات الملح عبر الغدد الملحية إلى السطح الخارجي للأجزاء الهوائية، مما يساعد على الحفاظ على تركيز ثابت للأملاح في الخلايا. يجمع النبات الأملاح في أنسجته طوال موسم النمو، وعند الوصول إلى تركيز معين، يموت النبات (Luttge, 1983; Mohamed, 1999; Said, 2006).

الطرد أو الإقصاء:

يتضمن الطرد أو الإقصاء للأيونات الحد من دخول أيونات الصوديوم (Na^+) والكلور (Cl^-) إلى داخل النبات، حيث يتم إيقافها في مراكز الامتصاص وتراكمها في أنسجة الجذور بفضل تأثير أيونات الكالسيوم على النفاذية الخلوية (Farsha، 2001).

تلعب الحرارة دورا أساسيا في حياة النبات وتعتبر العامل الرئيسي المحدد للنمو، فهي إما أن تشجعه أو تؤخره. تعتبر الدرجة 20–22م° من أفضل الدرجات الحرارية

لإنبات، الذي يكون بطيء على درجات حرارية منخفضة. لكن مع تقدم مراحل دورة حياة النبات تصبح درجة الحرارة أكثر فعالية فهي المسؤولة على تحديد كمية المادة الجافة المتكونة خلال الفترة الإنتاجية .أما بعد مرحلة الإزهار فان ارتفاع درجة الحرارة عن الحد الأقصى يعني زيادة النتح وخلل في التوازن بين نسبة الماء الممتص والماء المفقود، مما يسبب ضمور الحبوب، أما انخفاضها عن حد معين فانه يؤدي إلى تأخير الإزهار وخفض نسبة الرطوبة(كيال ،1978) .تنمو معظم المحاصيل عموما بين درجة 5,15 و 32 م° وتتوقف عن النمو إذا زادت أو انخفضت الحرارة عن ذلك كثيرا، و تموت معظم المحاصيل إذا ارتفعت الحرارة إلى المجال من 43 م°إلى54 م°

_3.2الاجهاد الحراري:

_1.2.3 تعريف الإجهاد الحراري

الإجهاد الحراري هو حالة فيزيولوجية تحدث عندما تتجاوز درجات الحرارة الحد الأمثل لنمو النبات، مسببة أضرارًا في التوازن الخلوي والوظائف الحيوية (Wahid et al., 2007). ويُعد القمح (Triticum aestivum L.) من أكثر المحاصيل حساسية لدرجات الحرارة المرتفعة (Slafer and Satorre, 1999)، خاصة خلال مرحلتي الإزهار وملء الحبوب. وقد سُجّلت اتجاهات لارتفاع درجات الحرارة خلال موسم النمو في المناطق الرئيسية المنتجة للقمح (Gaffen and Ross, 1998؛ Alexander et al., 2006).

_2.3.2انواع درجات الحرارة للنبات:

كما هو معروف فإن الدرجات الحرارية الحدية التي يتأثر نمو النبات عندها متمثلة في الدرجة الدنيا:

– وهي أقل درجة حرارية يمكن للنبات النمو فيها، لكن تكون العمليات الحيوية فيها متدنية بشكل كبير، وتبلغ 5 درجات مئوية غالبا لمعظم النبات .

– الدرجة المثلى:

– وهي الدرجة التي يمكن للنبات أن ينمو فيها وتكون العمليات الحيوية في أعلى مستوى لها، وتختلف حسب نمو النبات

الدرجة القصوى:

– وهي أعلى درجة حرارية يمكن للنبات أن ينمو فيها وتكون العمليات الحيوية للنبات في أدنى مستو لها، وتبلغ 45 درجة مئوية وتختلف باختلاف النوع النباتي .

–آلية استشعار الحرارة في النبات.

–تستشعر النباتات التغيرات الحرارية من خلال اضطرابات في الأيض، سيولة الغشاء، تكوين البروتينات، وتنظيم الهيكل الخلوي (Ruelland & Zachowski, 2010). وتؤدي هذه التغيرات إلى تفعيل مسارات خلوية تشمل التعبير عن بروتينات الصدمة الحرارية (HSPs)، ما يساعد في إعادة بناء توازن خلوي جديد.

_3.3.2التأثيرات الفسيولوجية والمورفولوجية

تشمل التأثيرات انخفاضًا في إنبات البذور، تعطلًا في نشاط إنزيم RuBisCO، انخفاض مدة ملء الحبوب، عدد الحبوب، ومحتوى الكلوروفيل (Wollenweber et al., 2003؛ Wahid et al., 2007). كما تسبب ارتفاعات الحرارة تسارع شيخوخة الأوراق (Taiz & Zeiger, 2010) وجفاف الخلايا نتيجة لانخفاض الجهد الأسموزي (Farooq et al., 2011

- **المرحلة التكاثرية وتأثرها بالحرارة:**

تُعدّ مرحلة التكاثر أكثر المراحل حساسية للإجهاد الحراري، حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة خلالها إلى عقم حبوب اللقاح، زيادة إجهاض الأزهار، انخفاض ثاني أكسيد الكربون وامتصاصه، وجفاف الأنسجة (Wardlaw & Wrigley, 1994؛ Saini

Aspinall, 1982 &). وقد تصل درجات الحرارة المرتفعة إلى الحد الذي يسبب العقم الكامل إذا حدثت أثناء تكوين الأزهار.

1. تغيرات المورفولوجية والفيزيولوجية

يتسبب الإجهاد الحراري في تغيّرات مورفولوجية وفسيولوجية متعدّدة في نبات القمح، مما يعيق النمو ويؤدي إلى خسائر كبيرة في المحصول (McClung and Davis 2010؛ Grant et al. 2011). تختلف استجابات النبات تبعًا لشدة ومدة الإجهاد الحراري وكذلك مرحلة النمو التي يتعرض فيها النبات للإجهاد (Ruelland and Zachowski 2010).

التغيرات الجزيئية والتأكسدية

تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى تراكم أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) التي تسبب ضررًا على البروتينات، الدهون، والحمض النووي، مما يؤدي إلى انخفاض ثبات الغشاء بنسبة قد تصل إلى 54٪ (Suzuki & Mittler, 2006؛ Wahid et al., 2007). هذه الأضرار تضعف الخلية وتزيد من نفاذية الغشاء وتدهور وظائفه الحيوية. استجابات النبات للإجهاد الحراري تختلف استجابات النبات تبعًا لشدة ومدة الإجهاد الحراري وكذلك مرحلة النمو التي يتعرض فيها النبات للإجهاد (Ruelland and Zachowski

الاستجابات المورفولوجية والنمائية:

يتمثل التأثير الأساسي للإجهاد الحراري في عرقلة إنبات البذور وسوء تثبيت الشتلات في القمح (Johkan et al. 2011؛ Hossain et al. 2013).درجة حرارة الهواء المحيطة بـ 45°C تؤثر بشدة على الخلايا الجنينية في القمح وتعيق الإنبات

(Essemine et al. 2010).يؤثر على المرستيمات النباتية، ويُعجِّل من شيخوخة الأوراق وسقوطها، ويقلل من التمثيل الضوئي (Kosova et al. 2011)

.درجات حرارة بين 28–30°C تقلل من فترة النمو، وتؤدي إلى انخفاض الكتلة الحيوية (Yamamoto et al. 2008).

تؤثر درجات حرارة 25/30°C (نهار/ليل) سلبًا على تطور الأوراق وعدد الأشطاء المنتجة (Rahman et al. 1977).

ارتفاع درجة الحرارة بدرجة واحدة أثناء المرحلة التناسلية يؤدي إلى خسائر كبيرة في الغلة (Bennett et al.1982 ؛ Yin et al. 2009).

الاستجابات الفسيولوجية

1.1 العلاقات المائية

تؤدي درجات الحرارة العالية إلى جفاف أنسجة النبات، مما يحد من النمو والتطور.

انخفاض في جهد الماء والمحتوى المائي النسبي في الأوراق (Farooq et al. 2009).

يزداد معدل النتح، مما يؤثر سلبًا على النمو. وقد رُصد انخفاض شديد في جهد الماء بعد مرحلة (Almeselmani et al. 2009).

يرتبط تحمّل الجفاف بنشاط مضادات الأكسدة، والذي يُحفَّز عند ارتفاع الحرارة (Ahmad et al. 2010).

يؤدي الإجهاد الحراري إلى زيادة التوصيلية الهيدروليكية في أغشية الخلايا، وذلك بفعل تنشيط الأكوابورينات وانخفاض لزوجة الماء (Martinez-Ballesta et al. 2009؛ Cochard et al. 2007).

التمثيل الضوئي، أنظمة التمثيل وسن الأوراق مناطق الإصابة الرئيسية في البلاستيدات الخضراء هي الستروما والأغشية الثيلاكويدية حيث تحدث تفاعلات الكربون والفوتوكيمياء.

يؤدي الإجهاد إلى تلف الأغشية الثيلاكويدية، مما يعيق ناقلات الإلكترونات والإنزيمات المرتبطة بالغشاء، ويؤدي إلى تراجع التمثيل الضوئي (Ristic et al. 2008).الإنزيمات مثل روبسكو تتعطل بفعل الإجهاد التأكسدي، مما يقلل من كفاءة التمثيل الضوئي.

يعتقد الباحثون أن انخفاض معدل التمثيل الصافي هو نتيجة زيادة العمليات غير التمثيلية (Ainsworth and Ort 2010).

يرتبط تراجع نشاط روبسكو وروبسكو أكتيفاز بفقدان البروتينات القابلة للذوبان تحت درجات حرارة مرتفعة (Parry et al. 2011؛ Hasanuzzaman et al. 2013).

درجة حرارة C°40 تؤثر على إنزيم روبسكو بشكل غير قابل للعكس في الظلام (Mathur et al. 2011).

النظام الضوئي الثاني (PSII) هو الأكثر تأثرًا بالحرارة، بينما يكون النظام الأول (PSI) أكثر استقرارًا (Marutani et al. 2012؛ Mathur et al. 2014).يؤدي الإجهاد إلى فصل بروتينات Chl a/b عن PSII، مما يؤدي إلى توقف الفسفرة الضوئية (Iwaia et al. 2010؛ Dias et al. 2009a).عند درجة حرارة مرتفعة، يتم تعطيل روبسكو أكتيفاز مما يثبط التمثيل الضوئي (Raines 2011).

4.3.2_ آليات الاستجابة للأجهاد الحراري:

يعتمد القمح في تحمله للحرارة على ثلاث استراتيجيات رئيسية:

- **التجنب (Avoidance):** من خلال تنظيم تبخر الماء وتبريد الأوراق (Levitt, 1980).
- **الهروب (Escape):** بتسريع دورة الحياة لتجنب فترات الحرارة الحرجة (Craufurd & Wheeler, 2009).
- **التحمل (Tolerance):** بالمحافظة على كفاءة التمثيل الضوئي ونشاط مضادات الأكسدة تحت الحرارة (Hasanuzzaman et al., 2013

_5.3.2 اثار السلبية للأجهاد الحراري:

- **الجفاف** : - Sécheresse عند ارتفاع درجات الحرارة يتزايد معدل فقد النبات للماء عن طريق الثغور بعملية النتح Evapotranspiration ، وبتزايد هذه العملية سواء بالتبخر من سطح التربة أو بعملية النتح Transpiration يصبح التوازن المائي بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي للنبات سالبا أي كمية الماء المفقودة عن طريق النتح تفوق كمية الماء الممتصة بواسطة الجهاز الجذري مسببة بلزمة بروتوبلازم الخلايا، فيبدأ النبات بالذبول وغالبا ما تؤدي إلى موت النبات بتوقف العمليات الايضية المختلفة التي تعتمد على الماء وطبيعته .

-**تزايد معدلات الهدم:**- بارتفاع درجات الحرارة عن الحد الاقصى تزداد عمليات الهدم في النبات أي زيادة عملية التنفس. وعملية الايض في النبات تعتمد على التوازن بين عملية البناء الضوئي Photosynthèseوعملية الهدم أو التنفس Respiration .

الجزء العملي :

دراسة تطبيقية

الفصل الأول: مواد وطرق الدراسة

الجزء العملي

1.1 تمهيد:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم تاثير كل من الاجهاد الملحي و الحراري على ستة اصناف من القمح وذلك من خلال تجربتين اجريت في ظروف مخبرية (الاجهاد الملحي) و الحقلية (الاجهاد الحراري)، حيث اعتمد التقييم على مجموعة من المعايير المورفولوجية و الفيزيولوجية وشملت : نسبة الانبات ، نسبة التشرب ، عدد الجذور ، طول الجذير و السويقة البادرة ، الوزن الجاف ، محتوى السكريات الذائبة ، محتوى الكلوروفيل ومساحة الورقة .

تهدف هذه المؤشرات الى تحديد مدى قدرة الاصناف على التكيف مع ظروف الاجهاد المختلفة (الحراري و الملحي) مما يساهم في اختيار الاصناف اكثر تحملا للزراعة في البيئات القاسية .

2.1المادة النباتية:

استعملنا ستة اصناف من القمح كما موضحة في الجدول التالي:

جدول 4: اصناف القمح المدروسة

تسمية	مصدرها	رمز
Tazi	منطقة توت	TZ
Mbb	قسنطينة	MB
Bel mabrouk	منطقة التوت	BM
Hadba	قسنطينة	HD
Waha	قسنطينة	WH
Chatter	منطقة التوت	CH

3.1 تجربة الاولى : تجربة الانبات

الهدف:

تهدف التجربة الى معرفة تأثير الاجهاد الملحي على معايير مورفولوجية وفيزيولوجية لستة اصناف من القمح

_1.3.1 موقع التجربة:

اجريت التجربة في مخبر رقم 11في كلية العلوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حمى لخضر الوادي .

_2.3.1 المحلول الملحي :

استخدمنا في دراستنا كلوريد الصوديوم لانه اكثر تواجد حيث حضرنا المحاليل التالية متفاوتة التراكيز على الترتيب:

الرمز	تركيز NaCl (غ/ل)	التركيز(ppm)	الناقلية الكهربائية(dS/m) EC
C0	0	0	0.00
C1	5	5000	≈ 7.8
C2	9	9000	≈ 14.0

3.3.1 تصميم التجربة :

طريقة تحضير المحلول الملحي:

تمت عملية تحضير المحاليل على النحو الاتي :

وزن 2غ من كلوريد الصوديوم بالميزان الالكتروني

وضع كمية الملح في بشر وقمنا سكب بكمية من الماء المقطر

ثم وضعنا المحلول الملحي في 1 لتر من الماء

4,3.1 سير التجربة :

في يوم 23/ 02 / 2025 حضرنا 54 علبة بتري ووضعنا فيها اوراق ترشيح دائرية الشكل بسمك طبقة لكل علبة بتري و يحتوي كل صنف تسعة علب بتري و لكل منها ترميز واسم صنف ثم قمنا بانتقاء البذور السليمة ومتقاربة الحجم من كل صنف مستعمل حيث تم وزن البذور وهي جافة من كل صنف بعدها قمنا بعملية التعقيم لكل صنف في كل بيشر 50 مل من ماء مقطر مع 2 مل ماء جافيل لمدة 5 دقائق ثم قمنا بتصفيتها وغسلها بالماء المقطر و بعد ذلك وضعنا البذور لتشرب في بيشر لمدة ساعتين بعدها اعدنا الوزن بعد التشرب و اخيرا قمنا بوضع 10 بذور في كل علبة بتري من كل صنف وقمنا بسقي بالماء المقطر وبعد ثلاث ايام من تجربة تم سقيها بالمحاليل الملحية ذات تركيز (0 ، 5 ، 9 غرام) .

5.3.1المعايير المورفولوجية :

بعد عشرة أيام من بداية التجربة، تم قياس المعايير المدروسة لتحديد مدى تأثير الإجهاد الملحي على إنبات بادرات أصناف القمح المدروسة، وذلك من خلال قياس الخصائص التالية:

- نسبة الإنبات(%)

تم احتساب نسبة الإنبات على مستوى كل طبق بتري بعد 3 أيام من الزرع، وذلك من خلال عدّ عدد البذور التي ظهرت منها بادرات في حالة إنبات (ظهور الجذير أكثر من 1سم). ثم حُسبت النسبة وفقًا للمعادلة التالية:

نسبة الانبات = (عدد البذور النابتة / اجمالي عدد البذور المزروعة) × 100

- **عدد الجذور الجنينية**

تم عدّ الجذور الجنينية الظاهرة لكل بادرة نابتة المنبثقة من قاعدة البذرة (النقير). يتم اعتبار الجذر الذي طوله يتجاوز طول 1 سم

- **طول الجذير (سم)**

تم قياس طول الجذير من قاعدة البذرة (النقير) إلى قمة الجذر الرئيسي باستعمال ورقة مليمترية (بدقة 1 ملم)، تم اعتماد قياس الجذر الأطول في كل بادرة.

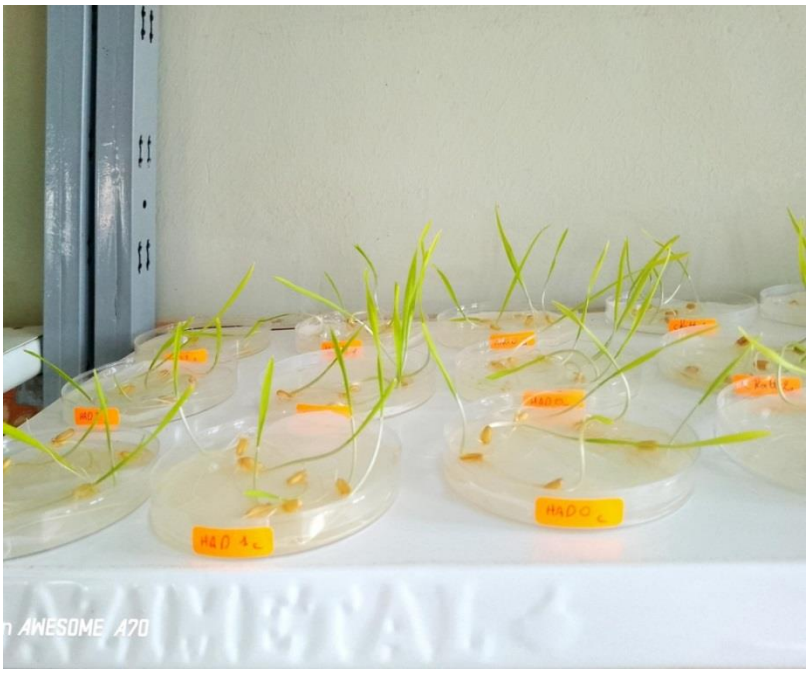
- **طول السويقة (سم)**

تم قياس طول السويقة من قاعدة البذرة إلى نهاية الورقة الأولى (موضع اتصال السويقة بالبذرة أو الحافة النهائية للورقة)، باستعمال ورقة مليمترية. يُراعى أثناء القياس شدّ البادرة بلطف لضمان القياس الدقيق دون الإضرار بها.

- **طول البادرة الكلي (سم)**

يمثل طول البادرة الكلي مجموع طول الجذير وطول السويقة لكل بادرة. تم حسابه مباشرة بعد إجراء القياسات السابقة على نفس العينة

طول البادرة=طول الجذير+طول السويقة



الوثيقة04 : عملية الانبات

6.3.1 قياس الكلوروفيل :

عن طريق جهاز SPAD وهو جهاز ضوئي يقوم بقياس شدة امتصاص الورقة للضوء عند اطوال الموجة محددة عادة 650 نانومتر و940 نانومتر وهي اطوال موجية تمتصها الاصباغ الكلوروفيل في الورقة بناء علا هدا الامتصاص حيث يستخدم لقياس محتوى الكروفيل في اوراق النبات بطريقة غيلا مضرة بالنبات وسريعة

الوثيقة 05: قياس محتوى الكلوروفيل في الاوراق

7.3.1 محتوى المائي

تم اختيار 6 نباتات من كل علبة بعد إخراج العينات من الثلاجة، وتم تعقيم الأدوات المستخدمة بعناية لضمان إزالة البذور والجذور دون التسبب في تلوث العينات. تم وزن البذور والأوراق باستخدام ميزان إلكتروني قبل وبعد عملية التجفيف. تم تجفيف العينات في فرن عند درجة حرارة 50 درجة مئوية لمدة ثلاثة أيام حتى جفاف كامل، ثم تم إعادة الوزن للحصول على البيانات المتعلقة بمحتوى الماء في العينات..

الوثيقة 06:تجفيف نبات القمح

8.3.1 نسبة السكريات:

تم جمع الأوراق المتبقية في الثلاجة، وتم وزن 200 ملغ من الأوراق من كل صنف وفقًا للمستوى الملحي. تم وضع هذه العينات في أنابيب اختبار مع ملصقات تحدد الصنف والمستوى الملحي. ثم تم تحضير محلول مكون من 23 مل من الإيثانول و58 مل من الماء المقطر، وتم إضافة 3 مل من هذا المحلول إلى كل أنبوب اختبار. تم تغليف الأنابيب بورق الألمنيوم وتركها في الظلام عند درجة حرارة الغرفة لمدة 48 ساعة.

بعد الانتهاء من هذه الفترة، تم استخراج المادة النباتية من الأنابيب ووضعها في بيشرات معقمة، ثم جُففت في فرن عند 45 درجة مئوية لمدة 48 ساعة بعد التجفيف، تمت إضافة 10 مل من الماء المقطر لكل عينة، وأُخذ 2 مل من كل عينة ووضع في أنابيب اختبار مخصصة. تمت إضافة 6 مل من الإيثانول و 2 مل من حمض الكبريت لكل أنبوب اختبار. ثم تم ترك المحاليل لتتجانس، وتم وضعها في حمام مائي عند درجة حرارة 30 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة. أخيرًا، تم قياس الامتصاص الضوئي للعينات باستخدام جهاز السبيكترو متر عند الطول الموجي 484 نانومتر.

الوثيقة 07 : محتوى السكريات الدائبة

4.1 التجربة الثانية : في الحقل

1,4.1 موقع التجربة :

تم تنفيد التجربة في 22فيفري 2025 في تقرت بهدف دراسة المعايير الفيزيولوجية لستة انواع من القمح المذكورة سابقا

الوثيقة 08: موقع الجغرافي للتجربة

2.4.1 تصميم التجربة :

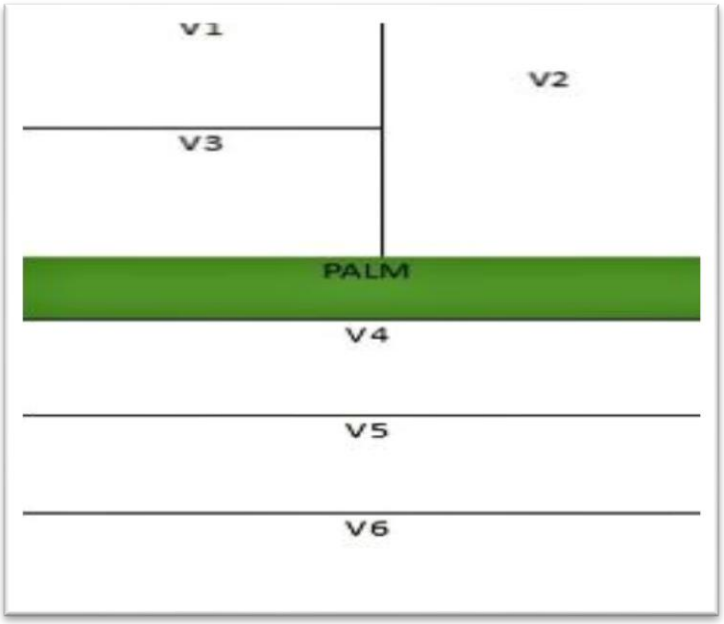
الوثيقة 09 : ميدان التجربة

3.4.1 اختيار البذور :

قمن بإختيار البذور السليمة والجيدة من الاصناف المرغوبة لدراسة ووضعنا البذور في علب حيث كل علبة تحمل اسم الصنف

الزرع:

4.4.1 مخطط تصميم التجربة



الوثيقة 10: توضيح تصميم التجربة

5.4.1 قياس الكلوروفيل : تم تقدير المحتوى النسبي للكلوروفيل في الأوراق باستخدام جهاز قياس الكلوروفيل المحمول **SPAD-502 Plus Chlorophyll Meter**

6.4.1 قياس مساحة الورقة:

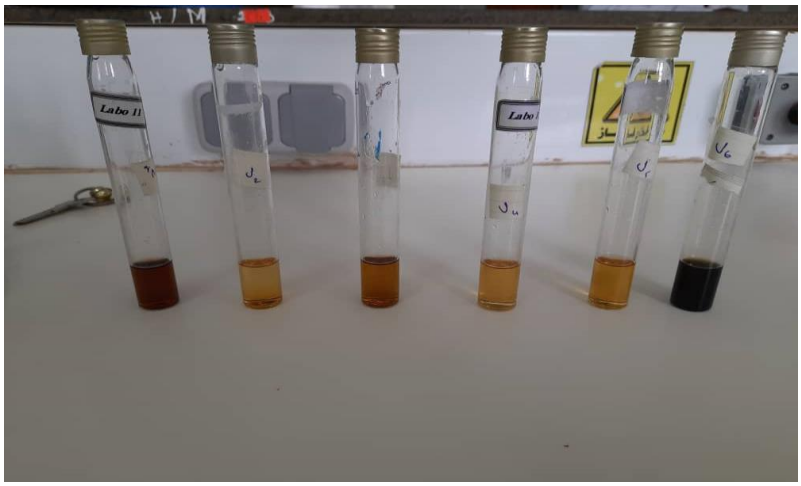
تم قياس المساحة الورقية للأوراق باستخدام جهاز قياس مساحة الورقة المحمول بالليزر **CI-202 Portable Laser Leaf Area Meter**، يعتمد الجهاز على تكنولوجيا المسح بالليزر لتحديد المساحة السطحية للأوراق. نقوم بإدخال الورقة (الورقة الاخيرة: ورقة العلم) داخل الجهاز بحيث تكون غير مطوية وكاملة تم تسجيل المساحة الورقية تلقائيًا من طرف الجهاز بعد إكتمال المسح الضوئي.

الوثيقة 11 : جهاز قياس مساحة الورقة (CI-202 Portable)

7.4.1 قياس السكريات :

تم جمع أوراق طازجة من الحقل، ووزن 200 ملغ من كل عينة ورقية تمثل كل صنف باستخدام ميزان إلكتروني دقيق، ثم وُضعت العينات في أنابيب اختبار موسومة بأسماء الأصناف فقط. جرى تحضير محلول الاستخلاص بمزج 23 مل من الإيثانول مع 58 مل من الماء المقطر، حيث أُضيف 3 مل من هذا المحلول إلى كل أنبوب. بعد ذلك، لُفّت الأنابيب بورق الألمنيوم ووضعت في الظلام بدرجة حرارة الغرفة لمدة 48 ساعة. عقب فترة الاستخلاص، صُبّت محتويات الأنابيب في بيشرات معقمة تحمل أسماء الأصناف، مع إزالة بقايا المادة النباتية، ثم جُففت في فرن بدرجة حرارة 45°م لمدة يومين. لتحضير العينات للقياس، أُضيف 10 مل من الماء المقطر إلى كل بيشر، وأُخذت 2 مل من كل عينة ونُقلت إلى أنبوب اختبار جديد، ثم أُضيف 0.6 مل من الإيثانول و0.2 مل من حمض الكبريتيك

المركز. تُركت المحاليل في الظلام بدرجة حرارة الغرفة إلى حين تجانسها، استعداداً لإجراء التحاليل اللازمة.



الوثيقة 12 : تقدير محتوى السكريات الدائبة

8.4.1 قياس الإجهاد الحراري (تقدير استقرار الاغشية الخلوية كمؤشر لتحمل الاجهاد الحراري):

الخطوات العملية:

1 تحضير العينات:

- قمنا بجمع أوراق القمح من النباتات المُعرّضة للإجهاد الحراري (مثل تعريضها لدرجات حرارة ≤ 35°م لمدة محددة.
- قطعنا الأوراق إلى أجزاء صغيرة متساوية الحجم (مثلًا 1 سم²) باستخدام مشارط نظيفة.
- وزنّا 100 ملغ من الأنسجة الورقية لكل عينة وغسلناها بالماء المقطر لإزالة الأيونات السطحية.

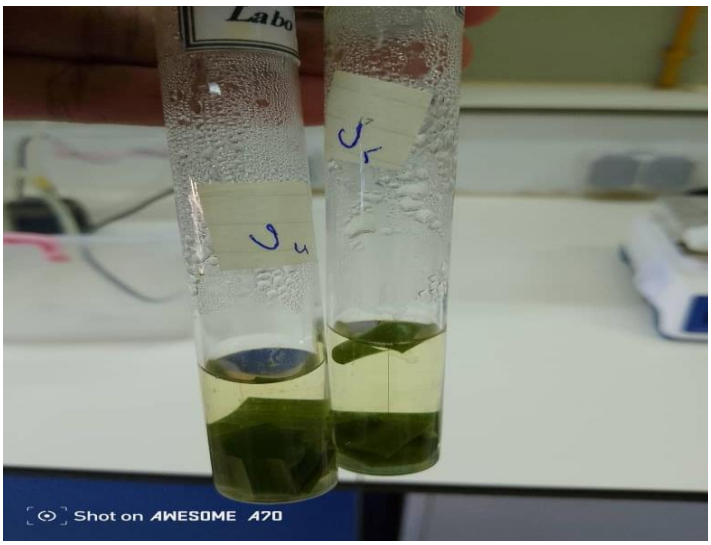
2.قياس الناقلية الأولية:(T_1)

- وضعنا العينات في أنابيب تحتوي على 10 مل من الماء المقطر.
- تركناها لمدة 30 دقيقة مع رجٍّ خفيف لضمان تحرر الأيونات.
- قسنا الناقلية الكهربائية الأولية (T_1) للمحاليل باستخدام أجهزة.EC Meter

3. قياس الناقلية الكلية:(T_2)

- وضعنا الأنابيب في حمام مائي عند 55°م لمدة 20 دقيقة لقتل الخلايا وتحرير الأيونات المتبقية.
- بردنا العينات إلى درجة حرارة الغرفة (25°م) .
- قسنا الناقلية الكلية (T_2) للمحاليل
- قياس ناقلية الماء:(T_0)

في الاخير قمنا بقياس ناقلية الماء المقطر المستخدم في التجربة كعينة ضبط (T_0)



الوثيقة 13 : محاليل قبل قياس الناقلية

التحليل الإحصائي

تم تحليل نتائج التجربة باستعمال برنامج Excel .البرنامج الإحصائي: XLSTAT ، حيث تم إجراء تحليل التباين الأحادي (ANOVA)لاختبار دلالة الفروق بين المتوسطات، كما تم استعمال اختبار Newman–Keulsلتحديد الفروق المعنوية عند مستوى دلالة 5 .($p < 0.05$) %

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

نتائج و المناقشة

لدراسة المعايير المورفولوجية والفيزيولوجية ومعرفة مدى تاثير الاجهادات البيئية عليها في وسطين مختلفين أجرينا الدراسات الإحصائية التالية أعمدة وجداول .

تجربة الانبات

1.1.2نسبة الإنبات(Germination Rate)

أظهرت النتائج المتعلقة بنسبة الإنبات خلال 3أيام الأولى من التجربة تباينًا واضحًا بين الأصناف الستة المدروسة، كما أن وجود هذه الفروقات تعتبر مؤشر على قوة البذور وسرعة تنشيط العمليات الحيوية الضرورية للإنبات.

سُجلت أعلى نسبة إنبات لدى الصنف MBB (82%)، يليه WAHAبنسبة (77%)، ثم TAZI (67%)، مما يدل على حيوية عالية واستجابة سريعة للظروف التجريبية. بينما أظهر صنف BENMABROUK نسبة إنبات متوسطة (57%)، مما يشير إلى قوة إنبات مقبولة لكنها أبطأ نسبيًا. بالمقابل، سجل كل من HADBA و CHATERأقل نسب إنبات (47%)، مما يعكس تأخرًا واضحًا في بداية الإنبات، وقد يكون مؤشرًا على ضعف في النشاط الأيضي الأولي.

جدول 04: نسبة الانبات لاصناف القمح المدروسة

أصناف	نسبة الانبات
TAZI	%67
WAHA	%77
MBB	%82
HADBA	%47
BEN MABROUK	%27
CHATER	%74

2.1.2 نسبة التشرب absorption rate

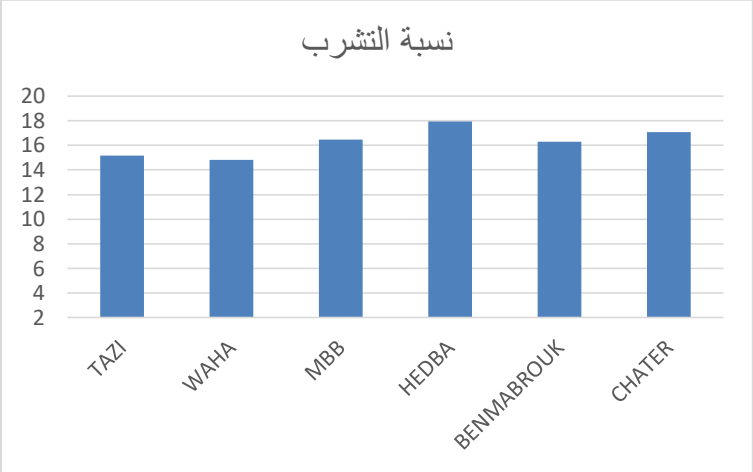
تعد نسبة التشرب مؤشرا فسيولوجياً أوليا يعكس قدرة البذور على امتصاص الماء والشروع في عملية الإنبات. أظهرت النتائج تباينًا واضحًا بين الأصناف، حيث تراوحت النسبة بين 14.81 (WAHA) %و17.94 .(CHATER) %يُعزى هذا التباين إلى اختلاف الخصائص البنيوية لأغلفة البذور ونفاذيتها، إضافةً إلى نشاط الإنزيمات المرتبطة ببدء الإنبات، مما يعكس تنوعاً وراثياً واضحاً بين الأصناف المدروسة.

وقد أشار Bewley et al. (2013) إلى أن سرعة التشرب وكفاءته ترتبط ارتباطًا مباشرًا بحيوية البذور ودرجة جفافها وطبيعة مكونات غلافها، ما يُفسّر تفوّق بعض الأصناف مثل CHATER في هذه المرحلة الأولية.

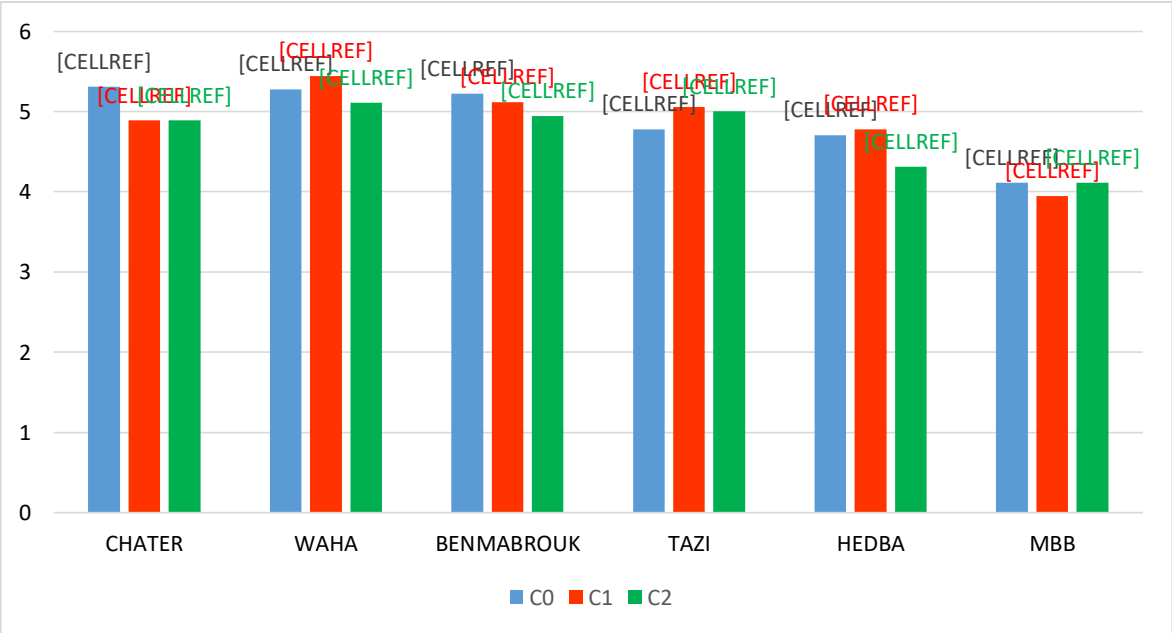
وقد وُجد Lev & Blahovec, (2017) أن التشرب يمكن تقسيمه إلى مرحلتين:

المرحلة الأولى: وتسمى التشرب المفاجئ وينتج عنه انتفاخ جزء جنين البذرة ويحدث خلال ساعة تقريبًا وهو أول ما يحدث في مرحلة التشرب.

المرحلة الثانية: ويُشار إليه باسم "التشرب الرئيسي"، يتم بشكل رئيسي نتيجة التمدد والزيادة في الحجم الناتج عن التشرب في الأجزاء الأخرى من البذرة .



3.1.2 المعايير المورفولوجية



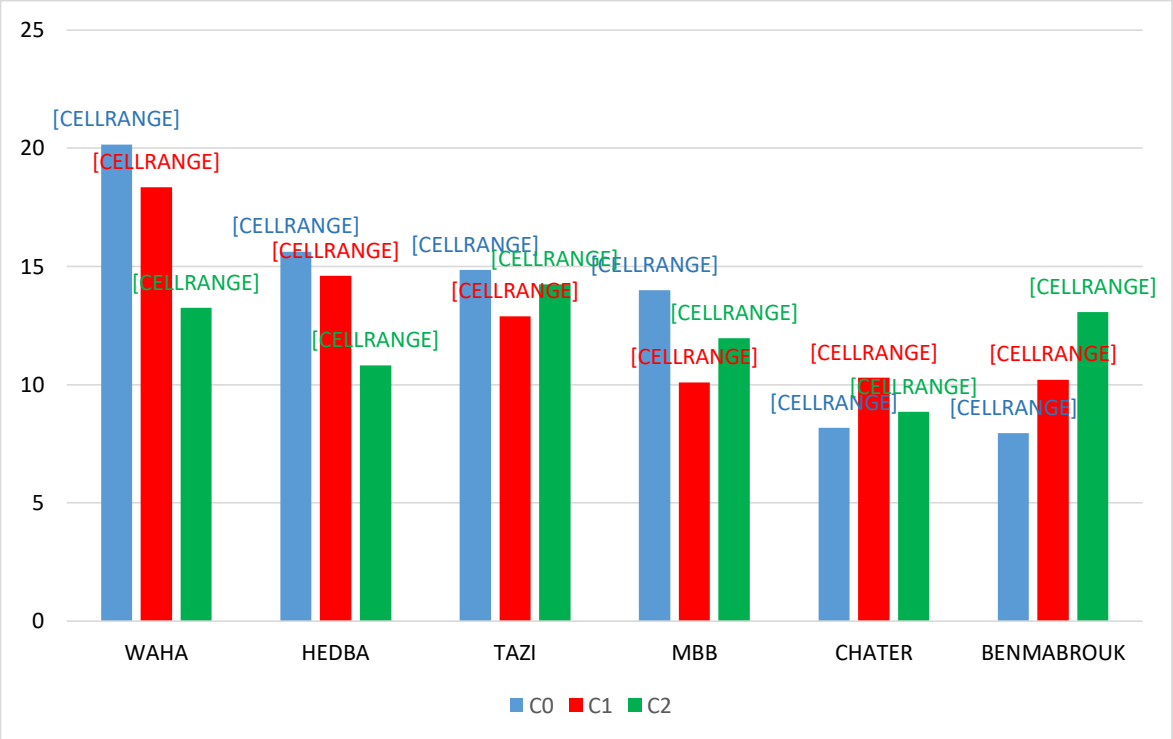
الوثيقة15:عدد الجذور عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة (C0,C1,C2)

4.1.2 عدد الجذور(Number of Roots)

أظهرت نتائج تجربة الإنبات فروقات معنوية واضحة في عدد الجذور بين أصناف القمح المدروسة في التراكيز المختلفةC0 ، C1، C2 وقد أكّد اختبار التباين الإحصائي (ANOVA)واختبار Fisher للمقارنات هذه الفروقات، من خلال توزيع الأصناف إلى مجموعات معنوية مميزة بالأحرف فوق الأعمدة في الرسوم البيانية.

عند التركيز C0 (الشاهد)، سجّلت الأصناف مثل BENMABROUK و CHATER أعلى عدد من الجذور وكانت ضمن المجموعة (A) ، مما يعكس كفاءة عالية في الإنبات ونشاطًا مميزًا في تكوين الجهاز الجذري، وهي سمة مرغوبة لتمكين النبات من التثبّت الجيد في التربة والاستفادة القصوى من الماء والعناصر المعدنية.

أما في التركيز المرتفعC2 ، فقد لوحظ انخفاض معنوي في عدد الجذور خصوصًا لدى أصناف مثل WAHA وHEDBA، التي سجلت في المجموعتين (C) و(D)، ما يدل على تأثر واضح لقدرة هذه الأصناف على تكوين الجذور تحت تأثير الإجهاد.

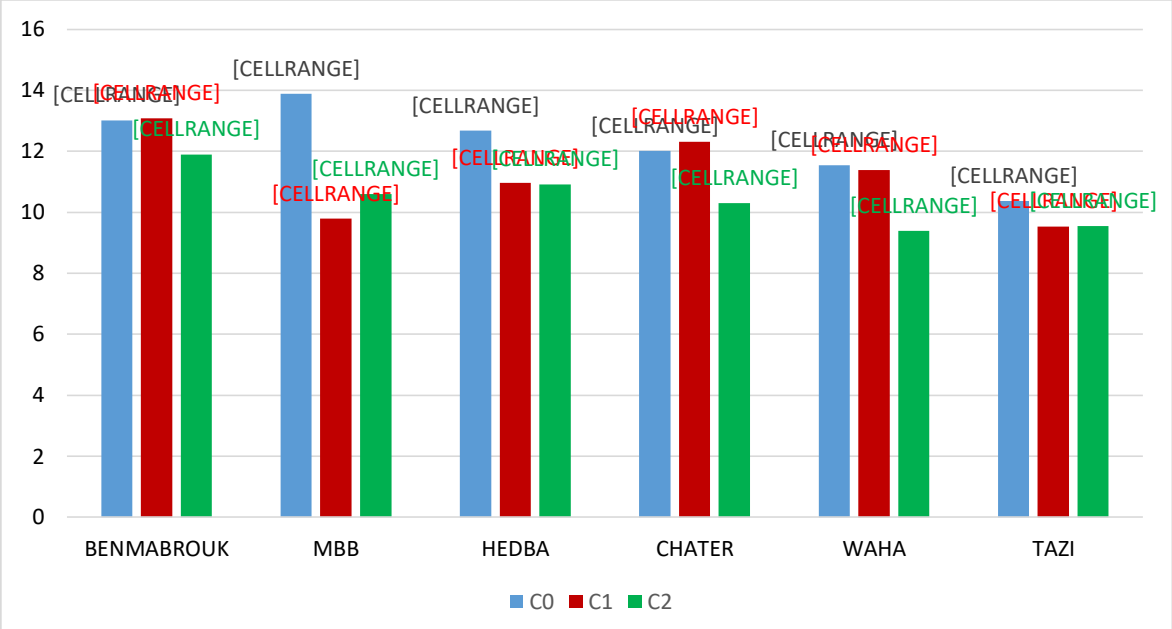


الوثيقة 16:طول الجذور عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة (C0,C1,C2)

5.1.2 طول الجذير(Radicle Length)

أظهرت نتائج تجربة الإنبات فروقات معنوية في طول الجذور بين الأصناف المدروسة وللتراكيز المختلفة C0 ، C1، C2 ووفقًا لاختبار Fisher، تم توزيع الأصناف إلى مجموعات معنوية. سجّلت أصناف مثل CHATERو TAZI أطول جذور تحت التركيز C0 المجموعة (A) ، مما يدل على كفاءة النمو الطولي للجذور في غياب أي عوامل للإجهاد، وهي ميزة مهمة لامتصاص الماء والعناصر الغذائية.

بالمقابل، أظهرت أصناف مثل WAHAو MBB تحت التركيز C2 انخفاضًا معنويًا في طول الجذور –المجموعة(C) – ما يدل على تأثير سلبي واضح للتراكيز المرتفعة على استطالة الجذور. تشير هذه النتائج إلى أن زيادة التراكيز قد تعيق النشاط الانقسامي والاستطالتي في المنطقة القمية للجذر، ما يؤدي إلى توقف النمو نتيجة لتغيرات في الضغط الأسموزي أو نقص في الهرمونات النباتية مثل الأوكسينات الضرورية للنمو.

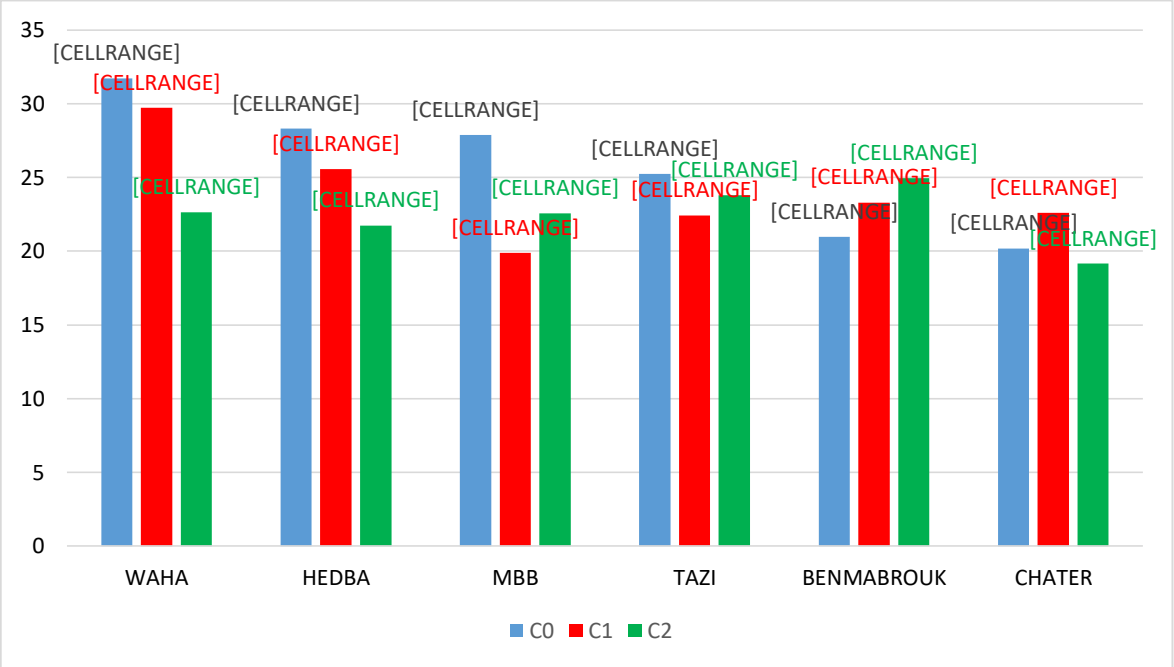


الوثيقة 17:طول السويقة (Coleoptile Length) عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة C0,C1,C2)

6.1.2 طول السويقة (Coleoptile Length)

أظهرت النتائج تباينًا معنويًا في طول السويقة بين الأصناف المستعملة في الدراسة وللتراكيز الثلاثة. وفقًا لتحليل التباين واختبار Fisher، تميزت أصناف مثل MBB و TAZIبأطوال أعلى تحت التركيز C0 المجموعة(A) ، مما يشير إلى قوة النمو الرأسي للبادرات في ظروف مثالية عند هذه الأصناف.

بينما نجد بالمقابل، أن هناك أصناف مثل WAHAو HEDBA سجلت انخفاضًا كبيرًا في طول السويقة عند التركيز C2 ضمن المجموعتين (D وE)، مما يعكس تأثرًا واضحًا بالمعاملة. يشير هذا التراجع في الطول إلى أن التراكيز المرتفعة قد تعيق تمدد الخلايا في النسيج السويقي، وقد يكون ذلك نتيجة اختلال التوازن في الهرمونات النباتية خاصة الأوكسينات.

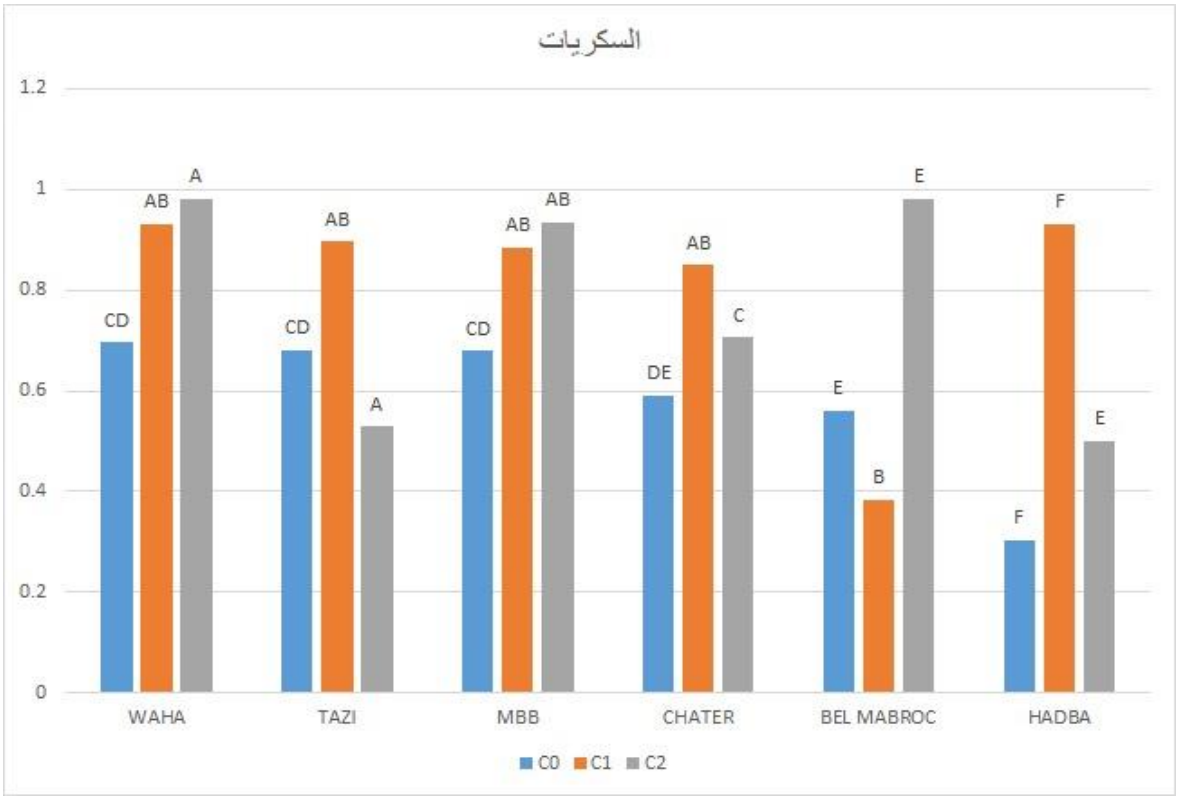


الوثيقة 18:طول البادرة (Seedling Length) عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة C0,C1,C2)

7.1.2 طول البادرة(Seedling Length)

أظهرت نتائج طول البادرة فروقات معنوية بين أصناف القمح المدروسة، حيث تأثرت بوضوح بالعوامل الاجهاد حسب التركيز والصنف. وبالاعتماد على اختبار Fisher تمكنا من تمييز الفروقات بين الاصناف ضمن مجموعات وبرزت أصناف مثل BENMABROUK و TAZI بأطول بادرات تحت التركيز C0 المجموعة (A) ، مما يعكس تفوق في النمو وزيادة بناء المادة الحية، وهي خاصية في المراحل الأولى للنمو.

بينما سجلت أصناف مثل CHATER و WAHA أطوالًا ضعيفة للبادرة تحت C2المجموعات (D وE) ، ما يدل على تأثير سلبي واضح للتراكيز العالية. هذه النتائج توضح لنا بأن التركيز المرتفع يؤثر على عملية النمو المتكاملة للبادرة، سواء من خلال إبطاء انقسام الخلايا أو تعطيل الاستطالة الخلوية، وهو ما ينعكس في قصر طول البادرة بشكل عام.

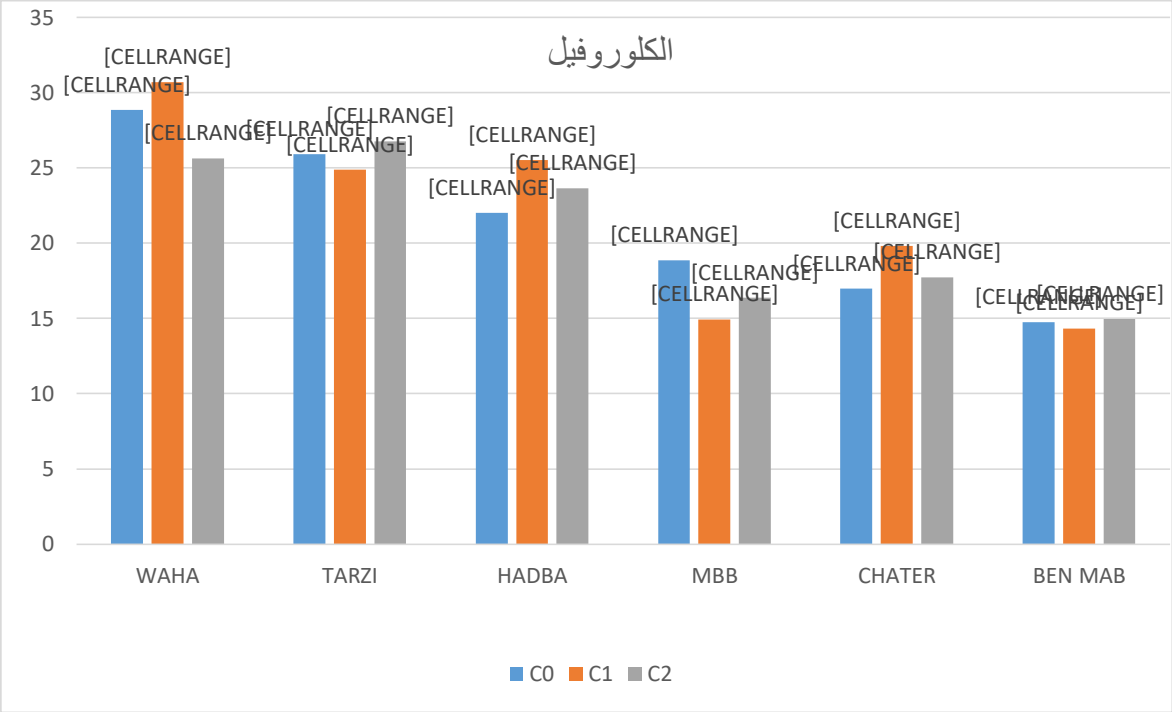


الوثيقة 19:محتوى السكريات (Carbohydrate Content)للورقة الأولى عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة (C0,C1,C2)

8.1.2 محتوى السكريات الكلية (Carbohydrate Content)

أظهرت النتائج تباينًا معنويًا بين أصناف القمح في محتوى السكريات في الورقة الأولى، تحت تأثير التراكيز المختلفة. وفقًا لنتائج تحليل Fisher، تميزت أصناف مثل MBB و BENMABROUK بمحتوى مرتفع من السكريات عند التركيز C0 ضمن المجموعة (A) ، مما يشير إلى كفاءة في العمليات الأيضية وتخزين الكربوهيدرات في مرحلة الإنبات عند هذه الاصناف مقارنة بباقي الاصناف المدروسة.

كما لوحظ انخفاض معنوي في محتوى السكريات لدى أصناف مثل WAHA و HEDBA تحت التركيز C2 ضمن المجموعتين (C و D)، ما يعكس تأثير المعاملة بالاجهاد على التوازن الأيضي. تشير هذه النتائج إلى أن التراكيز المرتفعة قد تؤدي إلى استهلاك السكريات بسرعة أكبر في آليات الدفاع، أو قد تعيق عملية التمثيل الغذائي من الأصل، مما يترك البادرات بموارد طاقوية أقل للنمو.



الوثيقة20:محتوى الكلوروفيل (Chlorophyll Content) للورقة الأولى عند أصناف القمح في تراكيز مختلفة (C0,C1,C2)

9.1.2 محتوى الكلوروفيل (Chlorophyll Content)

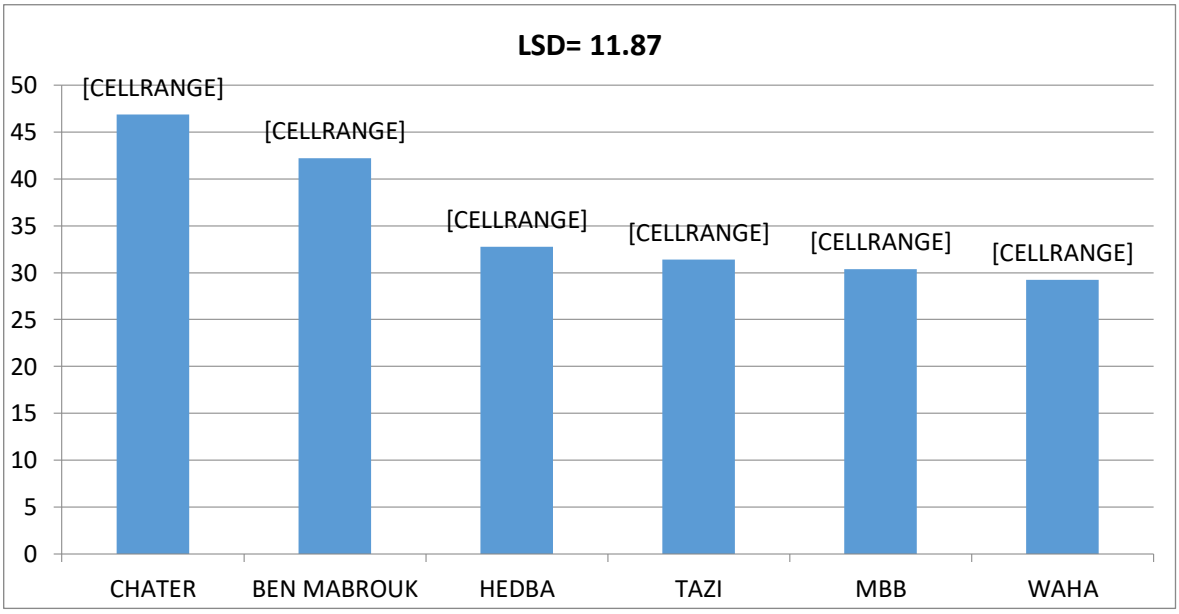
أظهرت نتائج تجربة الإنبات تباينًا معنويًا في محتوى الكلوروفيل بين أصناف القمح المدروسة وللتراكيز المختلفة C0 ، C1، C2، كما هو موضح في الشكل. وقد أفرز تحليل التباين (ANOVA) واختبار فيشر توزيعًا معنويًا دقيقًا للأصناف حسب التراكيز، حيث تم تصنيفها ضمن مجموعات إحصائية مختلفة مميزة بالأحرف فوق كل عمود.

تحت التركيز C0 ، سجلت أصناف مثل WAHAو TARZI أعلى قيم للكلوروفيل، مصنفة ضمن المجموعة(A) ، مما يعكس سلامة عملية البناء الضوئي في غياب الإجهاد. إلا أن صنف WAHA حافظ على تفوقه في محتوى كلوروفيل عند التركيز C1 ضمن المجموعة(A) ، من جهة أخرى، أظهر صنف CHATER استجابة عكسية ومتذبذبة، حيث سجل أعلى قيمة له عند التركيز C1 رغم أن سجل قيم أقل عند C0 مع عدم تفوقه على باقي الاصناف، ثم انخفض قليلًا عندC2 ، مما قد يشير إلى سلوك تحفيزي جزئي للإجهاد.

أما بالنسبة للأصناف MBBو BENMABROUK فسجّلت أدنى القيم في كل التراكيز، وقد يرجع ذلك للعوامل الوراثية لهذه الاصناف وهذا سينعكس بشكل واضح بحساسيتها لارتفاع الملوحة وانخفاض قدرة هذه الأصناف على الحفاظ على نشاط البناء الضوئي.

2.2.تجربة الحقل:

1.2.2 مساحة الورقة :



الوثيقة21:المساحة الورقية (Leaf Area) في مرحلة الإزهار غند أصناف القمح

تمثل المساحة الورقية مؤشرًا مباشرًا على كفاءة النبات في امتصاص الضوء وعملية التمثيل الضوئي، وهي مرتبطة بالقدرة الإنتاجية للحبوب. وحسب التحليل الاحصائي ANOVA واختبار(Fisher LSD) ، تم تصنيف الأصناف إلى خمس مجموعات كالتالي:

المجموعة A: CHATER

المجموعة AB: BEN MABROUK

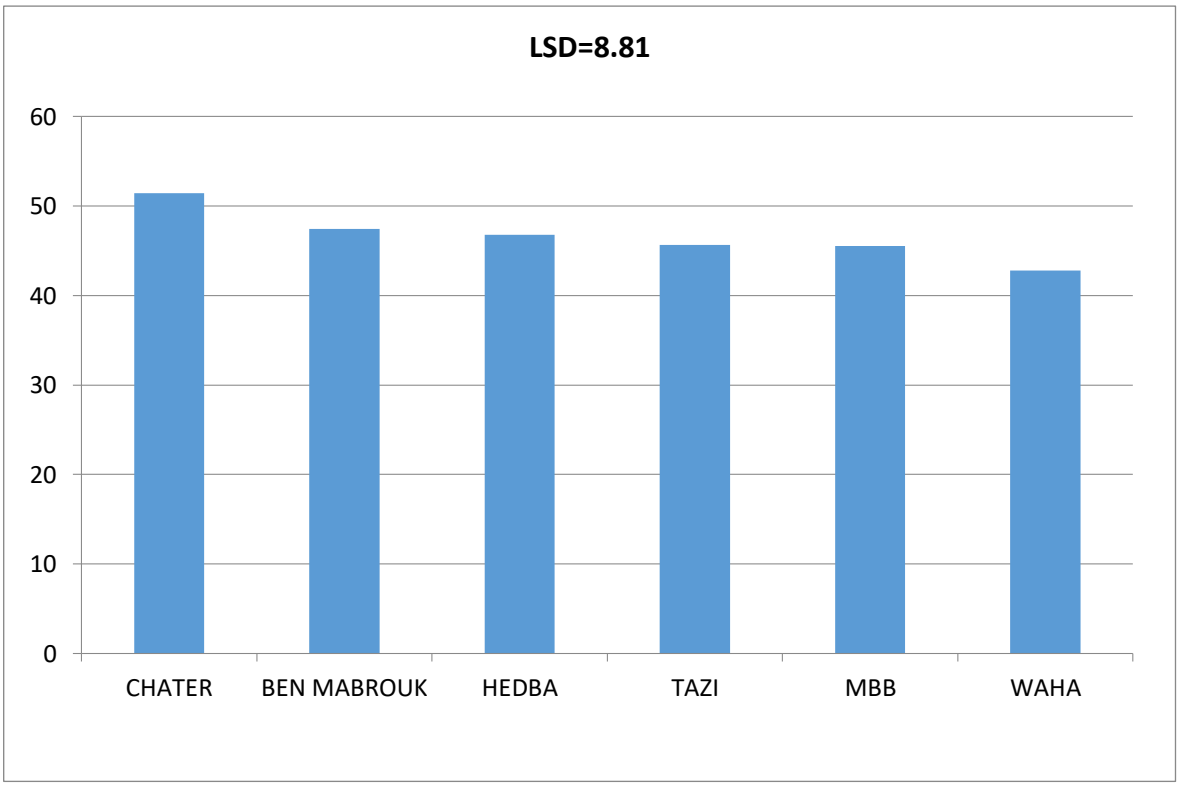
المجموعة BC: HEDBA، TAZI، MBB

المجموعة C: WAHA

سجل الصنف CHATER ضمن المجموعة A منفردًا تفوقا في المساحة الورقية أكبر مقارنة ببقية الأصناف، وهو ما يُعتبر خاصية فسيولوجية مهمة في مرحلة الإزهار. وكذلك الصنف BENMABROUK في مجموعة AB يدل على يتميز بمساحة ورقية كبيرة مقارنة ببعض الأصناف المدروسة. في المقابل، الصنف WAHA المجموعة C يبدو أن مساحته الورقية كانت الأقل معنويًا، ووفقًا لـ(2011) Blum ، فإن زيادة المساحة الورقية تُعزز من قدرة النبات على التمثيل الضوئي.

2.2.2 محتوى الكلوروفيل(Chlorophyll Content) :

يُعد محتوى الكلوروفيل مؤشرًا أساسيًا لكفاءة البناء الضوئي، خاصة في مرحلة الإزهار التي تتطلب مجهودًا تمثيليًا عاليًا لتوفير الطاقة والمركبات الضرورية لملء الحبوب.



الوثيقة 22:محتوى الكروفيل في مرحلة الازهار Chlorophyl content

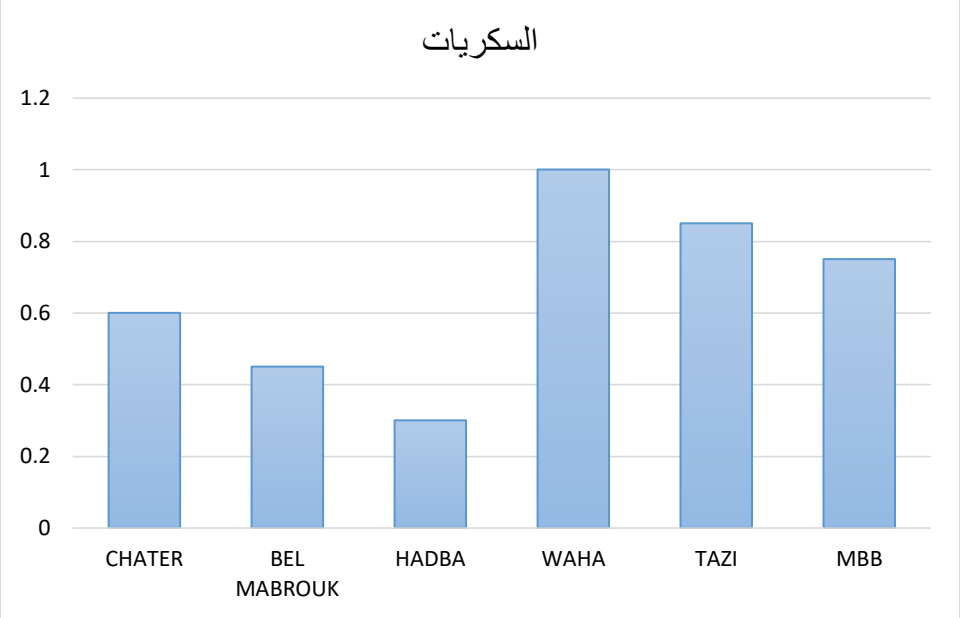
أظهرت النتائج أن القيم العددية تراوحت بين **42.77 (WAHA)** و**51.43 (CHATER)**، مما يُشير إلى تفاوت بسيط في تراكم الصبغات الخضراء بين الأصناف. ومع ذلك، فإن **التحليل الإحصائي لم يُثبت وجود فروق معنوية** بين هذه القيم، ما يدل على **تجانس** في هذه الصفة.

ووفقًا لـ Lichtenthaler et al. (2005) ، فإن الكلوروفيل يرتبط بمستوى نشاط البلاستيدات الخضراء ومدى تعرّض النبات للإجهاد، لكن تقارب قيم هذه الخاصية قد

يُشير إلى أن الأصناف لم تسجل اختلافات بيئية كبيرة هذه الدراسة رغم التفاوت الطفيف بين الأصناف.

3.2.2 محتوى السكريات(Soluble Carbohydrates Content)

تُعتبر السكريات الذائبة من المنتجات النهائية لعملية التمثيل الضوئي، وهي مرتبطة بشكل مباشر بالمادة الجافة وتكوين الحبوب والقيم المتحصل عليها في هذه الدراسة تفاوتا بين الأصناف. فسجل صنف WAHA أعلى محتوى من السكريات، يليه صنف TAZI، فيما سجلت HADBAو BEL MABROUK قيم متدنية .



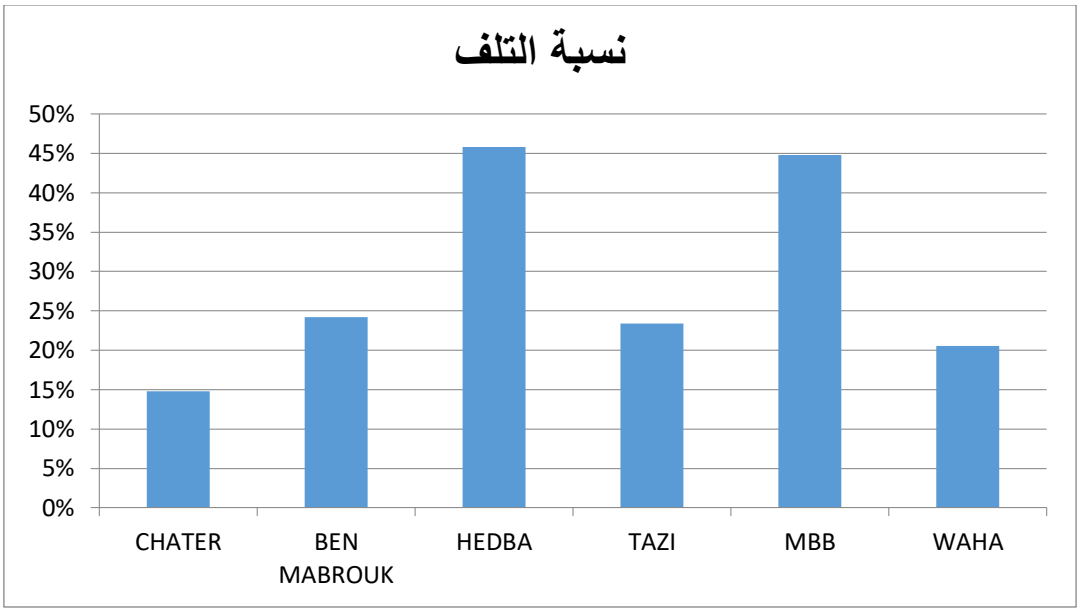
الوثيقة 23:محتوى السكريات Content of carbohydrates

هذه النتائج تُظهر كفاءة WAHAالعالية في تحويل نواتج التمثيل الضوئي إلى سكريات قابلة للتخزين، وهو ما يتوافق مع النتائج السابقة في محتواه العالي من الكلوروفيل و تفوقه في المساحة الورقية.

وأكد Pinheiro et al. (2001) أن تراكم السكريات في مرحلة الإزهار يُعد مؤشرًا بيولوجيًا إيجابيا على تحمّل الإجهاد وتحفيز عملية الإزهار ونضج الحبوب.

4.2.2 قياس الإجهاد الحراري (تقدير استقرار الأغشية الخلوية كمؤشر لتحمّل الإجهاد الحراري) :

يُعبّر عن الإجهاد الحراري بنسبة الضرر في النسيج النباتي، ويُعد من أهم المؤشرات على سلامة أداء النبات في الظروف الحقلية، خصوصًا في مرحلة الإزهار وتكوين الحبوب.



الوثيقة 24: نسبة تلف الاغشية

وتظهر النتائج أن هناك تباين بين قدرة الأصناف على تحمل الاجهاد الحراري فسجل الصنف CHATERأقل نسبة تلف (10%>)، ما يعكس تحملاً عاليًا للحرارة يليه الصنف BENMABROUK بقيم متوسطة أما MBBو TAZIوWAHA، فقد سجلت نسب تلف مرتفعة (30%>).

يمكن اعتبار أن الأصناف المدروسة كانت استجابتها للاجهاد الحراري كالتالي:

CHATER مقاوم للحرارة

BENMABROUK معتدل أو متوسط المقاومة

TAZI :، MBB، WAHA أصناف حساسة للحرارة

أشار Wahid et al. (2007) إلى أن مقاومة الأصناف للاجهاد الحرراي تسمح لها بالحفاظ على نشاطها التمثيلي تحت الحرارة بفضل قدرتها على حماية النظام الضوئي (photosystem II)إضافة إلى توازن بين المساحة الورقية ومعدل النتح.

إستجابة الأصناف للاجهاد الملحي والحراري:

عند مقارنة الاستجابة الفسيولوجية والمورفولوجية للأصناف تحت تأثير نوعي الإجهاد الملحي والإجهاد الحراري يمكن أن نتوصل إلى أن الاصناف تتباين في استجابتها للاجهاد.

أظهرت النتائج أن للملوحة تأثيرات سلبية واضحة على إنبات ونمو أصناف القمح، حيث سجلت الأصناف TAZI، CHATER، WAHA، MBB، BENMABROUK، وHEDBAانخفاضًا ملحوظًا في معظم المعايير المدروسة. وقد تباينت شدة التأثر بين الأصناف، حيث كان الصنف MBB الأكثر حساسية رغم تفوقه في بعض الخصائص (مثل طول الجذور والسويقة)، في حين أبدى الصنف HEDBA مقاومة نسبية أعلى، وظهر تأثره أقل حدة في مختلف المعايير.

أما تحت تأثير الإجهاد الحراري،. وتمثلت التأثيرات الأساسية في انخفاض عدد الإشطاءات، تقلص مساحة الورقة، ضعف امتلاء الحبوب، وتقصير دورة النمو. وقد بينت النتائج أن الأصناف تأثرت بدرجات متفاوتة، حيث أظهر الصنف الواحة تأثرًا كبيرًا بارتفاع درجات الحرارة، خاصة على مستوى المردود، في حين اثبت الصنف CHATER و BENMABROUK عن قدرة أفضل على التكيف الحراري،

خلاصة عامة

خلاصة عامة

أظهرت الدراسة من خلال دراسة مجموعة من الصفات الفسيولوجية والمورفولوجية في مرحلتي الإنبات والإزهار لأصناف من القمح، وجود تباين وراثي واضح بين الأصناف المدروسة، سواء في استجابتها للإجهاد الملحي في المراحل الأولى للنمو أو في أدائها تحت الظروف الحقلية خلال مرحلة الإزهار.

في مرحلة الإنبات، انعكس تأثير التراكيز الملحية بشكل متفاوت على خصائص مثل عدد الجذور، طول الجذير، طول السويقة، وطول البادرة، حيث أظهرت بعض الأصناف (مثل BEN MABROUKو TAZI) كفاءة واضحة في النمو والقدرة على التكيف مع الإجهاد الملحي المعتدل، بينما بدت أصناف أخرى (مثل WAHAو CHATER) أكثر تأثرًا في التراكيز المرتفعة. كما بيّنت خصائص مثل نسبة التشرب ونسبة الإنبات اختلافات واضحة في للبذور عند الأصناف.

أما في مرحلة الإزهار، فقد برز صنف CHATER بوضوح كأفضل الأصناف في الخصائص المدروسة، من خلال تفوقه في المساحة الورقية، محتوى السكريات، وانخفاض نسبة التلف الناتج عن الإجهاد الحراري. وبالمقابل، سجلت أصناف مثل WAHA و MBB أداءً أقل من خاصة للتحمل الحراري.

تؤكد هذه النتائج أن الصفات الفسيولوجية مثل محتوى الكلوروفيل، المساحة الورقية، والسكريات، بالإضافة إلى مؤشرات النمو الأولي، تُعد مؤشرات هامة لدراسة الأصناف وتحديد قدراتها التكيفية. وتظهر لنا كذلك أهمية القياسات المورفوفسيولوجية في مراحلمختلفة لفهم سلوك الأصناف.

بناءً على ما سبق، توصي هذه الدراسة باعتماد أصناف مثل CHATER و BENMABROUK في برامج التحسين الوراثي الموجهة للظروف الجافة أو الملحية، مع مواصلة دراسة استجابتها لتأكيد مدى كفاءتها في التكيف مع الظروف البيئة، خصوصًا خلال ملء الحبوب والنضج، بما يضمن تطوير أصناف عالية الكفاءة والإنتاجية.

قائمة المصادر والمراجع

قـائـمة الـمـراجـع

- أنور الخطيب (1991). الفصائل النباتية. ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر.
- باليلي، س.، وبلعابد، إ. (2014). تأثير حامض الكينيتين رشا على صنفين من نبات القمح الصلب في وسط ملحي. مذكرة ماستر، جامعة قسنطينة 1.
- بن الحبيب، ع. ج. (2009). دراسة مقارنة للتفرع الجذري عند الجنس Hordeum وجنس Triticum. أطروحة ماجستير في العلوم، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة.
- بوربيع، ج. ع. (2005). تأثير الملوحة على ظاهرة الإشعاع الضوئي. مذكرة DES، كلية علوم البيئة والحياة، جامعة منتوري، قسنطينة.
- حامد محمد كيال (1979). نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية: محاصيل الحبوب والبقول. دمشق، مديرية الكتب الجامعية.
- رمضان، م. م.، علام، م. ح.، ورزق، إ. (2001). تكنولوجيا الحبوب والزيوت. كلية الزراعة، جامعة عين شمس، مصر.
- رياض، ع. (1984). الماء في الحياة النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، دمشق.
- الزبيدي، أ. ح. (1989). ملوحة التربة: الأسس النظرية والتطبيقية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بيت الحكمة.
- سارق، ر. وآخرون. (2013). تأثير ملوحة كلوريد الصوديوم (NaCl) على إنبات بذور صنفين من الفول (Vicia faba). مذكرة ليسانس أكاديمي، جامعة حمة لخضر، الوادي.
- الشحات، ن. أ. ز. (2000). الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية. الدار العربية للنشر، القاهرة.

- صالح، ع. ح. الجوذري، وهند، ح. م. (2014). التباين المكاني لمحصولي القمح والشعير في محافظة واسط للموسم الزراعي 2009–2010 باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
- عبد المنعم، ب. (1995). استزراع الصحاري والمناطق الجافة في مصر والوطن العربي. مطبعة راوي وشركاؤه.
- عشات (1985). تأثير نسبة الماء في التربة على إنبات حبوب بعض أصناف القمح الصلب المزروعة في الجزائر.
- عطوي، ع. (2016). مقارنة التصالب داخل أنواع الشعير والقمح ومقارنة خصائص UPOV بين الآباء والهجن عند القمح. مذكرة ماستر، جامعة الإخوة منتوري، قسنطينة.
- الكردي، ف.، وديب، ب. (1977). أساسيات في كيمياء الأراضي وخصوبتها (الجزء النظري). مطبعة خالد بن الوليد.
- لوهيبي، م. ح. (2009). الملوحة ومضادات الأكسدة. المجلة السعودية للبيولوجيا والعلوم.
- لزعر (1995). دراسة النباتات: ثلاثة أنواع من القمح الصلب تعاني من سوء النمو الخضري. بحث لنيل شهادة الدراسات العليا في فيزيولوجيا النبات، جامعة قسنطينة 1.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية (الفرنسية/الإنجليزية)

- Abbassenne F., Bouzerzour H., Hachemi L. (1998). Phénologie et production du Blé dur (Triticum durum Desf.) en zone semi-aride d'altitude. Ann. Agron. INA. 18.
- Acosta-Motos J R, Ortuno MF, Bernal-Vicente A, Diaz-Vivancos P, Sanchez-Blanco MJ et al (2017). Plant Responses to salt stress. Adaptive mechanisms. Agronomy 7: 18 doi: 10.3390./agronomy

- Agrwal, V., Li, J., Rahman, I., Borgen, M., Aluwihare, L.I., Biggs, J.S., et Moore, B.S. (2015). Complexity of Naturally Produced Polyprominated Diphenyl ethers Revealed via mass Spectrometry. Environmental Science et Technologie, 49(3), 1339-1346
- Aliakbar, M. M., & Kobra. (2008). Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (Triticum aestivum L.) cultivars. J. Agricultural Sci, 4(3): 351-358
- Amokrane, A. (2001). Evaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (Triticum durum Desf.). Thèse de magister, Institut d'agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna. p80
- .Annicchiarico, P., Abdellaoui, Z., Kelkouli, M., Zerargui, H. (2005). Grain yield, straw yield and economic value of tall and semi-dwarf durum wheat cultivars in Algeria. J. Afr sci, 143: 57-64
- .Ashraf, & Foolad, A. (2005). Pre-sowing seed treatment - a shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, 88, 223-271
- .Ashraf, & Idrees, A. (1992). Variation in germination of some salt tolerant and salt-sensitive accession of pearl millet (Pennisetum glaucum (L.) R.Br) under drought, salt and temperature stresses. Pak J Agric 1: 15-20
- .Atman, R., Houda, E. Y., Et Abdellatif, R. (2003). Comportement vis-à-vis de cals de porte-greffes d'agrumes (Citrus aurantium, Citrange troyer, Poncirus trifoliata) évaluation de critères certifiant la réponse des agrumes au stress salin. Agronomie 23: 643-649
- .Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hassous K.L. (2005). Selection of high yielding of durum wheat (Triticum durum Desf.) under semi-arid conditions. Journal of Agronomy 4. pp: 360-365
- .Baldy, G. (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières. Document du Projet
- .Barbottin A., Lecomte C., Bouchard C., Jeuffroy M. (2005). Nitrogen Remobilization during Grain Filling in Wheat. Crop Science. vol. 45. pp: 1141–1150
- .basset, A., ET, & AL. (2010). Role of salt stress on seed germination and growth of jojoba plant (Simmondsia chinensis Link Schneider). J. Bio 69(1): 33-39
- .Bentouati, Safsaf, E., & H. (2019). Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur la germination et les paramètres de croissance du blé

(Triticum sp). Diplôme de master, Université Mohamed Elbachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arréridj

- .Djennade, N.H., Attalaoui, F. (2019). Effet de la salinité sur la germination des graines de Peganum harmala. Diplôme de master, Université Mohamed Boudiaf M'Sila
- .Fisher MJ., Paton RC., Matsuno K. (1998). Intracellular signaling proteins as smart agents in parallel distributed processes. Bio-Systems 50(3). pp: 159-171
- .Gate P. (1995). Ecophysiologie du blé. Technique et documentation: Lavoisier. Paris. 429p
- .Greenway, H., & Munns R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. Annual Review of Plant Physiology 31, 149-190
- .GRIME J.P. (1979). Plant strategies and vegetation processes. Chichester: Wiley
- .Gupta, Huang (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical and molecular characterisation. International Journal of Genomics
- .Hamdy, & al. E. (1995). Les problèmes de la salinité dans les zones méditerranéennes. C. R. Acad. Agric. Fr. p 47-60
- .Hamza. M (1980). Réponses des végétaux à la salinité. Physiolvég, 18: 69-81
- .Hathout, T.A. (1996). Salinity stress and its contraction by the growth regulator Brassinolide in wheat plants (Triticum aestivum). Egypt J. Physiol. 20(1-2), 127
- .Jones H.G., Jones M.B. (1989). Introduction; some terminology and common mechanisms. In: Jones TJ, Flowers MB, Jones (Eds). Plants under stress. Cambridge Univ. Press, pp: 1-10
- .Khalid, A., Arshad, M., Shaharoona, B., & Mahmoud, T. (2009). Plant growth-promoting rhizobacteria and sustainable agriculture. In Microbial Strategies for Crop Improvement (pp. 133–160). Springer, Berlin, Heidelberg
- .Kong, Y., Zhou, G., Wang, Y. (2001). Physiological characteristics and alternative respiratory pathway under salt stress in two wheat cultivars differing in salt tolerance. Russian Journal of Plant Physiology, 48(5), 595-600
- .Masle, Meynard J. (1982). Mise en évidence d'un stade critique par la montée d'une talle. Agronomie (1), pp: 623-632

- .Rausch T., Kirsch M., Low R., Lehr A., Viereck A. (1996). Salt stress responses of higher plants: The role of proton pumps and Na+/H+ antiporters. Plant Physiol., 148: 425-433
- .Rhoades, Aurélie, & Boulassel, M.A. (1992; 1995; 1999(
- .Roosens, M., Jacobs, M. (1999). Proline metabolism in the wild-type and salt-tolerant mutant of Nicotiana plumbaginifolia studied by 13C-NMR imaging. Plant Physiol., 121: 1281-1290
- .Serrano, R., Culianz-Macia, F., Moreno, V. (1999). Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. Scientia Horticulturae, 78: 261–269
- .Shanker, A., Venkateswarlu, B. (2011). Abiotic stress in plants – mechanisms and adaptations. INTECH
- .Soltner, J. (1980). A photometric method for determination of proline. J. Biuclam, p.655-660 .Soltner, D. (2005). Les grandes productions végétales. 20e édition. Collection Science et Techniques Agricoles, 472p
- .Stewart, G.R., Morris, C., & Thompson, J.F. (1966). Change in amino acid content of excised leaves during incubation. II. Plant Physiol. 41: 1585
- 3Verma, S. (2002). Exaggerated coronary reactivity to Endothelin-1 in diabe Revers with bosentan. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 80(10), 980-986
- Brenchley, R., et al. (2012). *Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing*. Nature, 491(7426), 705-710.
- FAO. (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Shewry, P. R. (2009). *Wheat*. Journal of Experimental Botany, 60(6), 1537-1553.
- Slafer, G. A., et al. (2015). *Genetic and environmental effects on crop development determining adaptation and yield*. In Crop Physiology (pp. 285-320). Academic Press
- . Dubcovsky, J., and Dvorak, J. (2007). Genome plasticity a key to the success of polyploid wheat. *Science*, *316*(5825), 1862-1866.

- Feldman, M. (2001). Origin of cultivated wheat. In A. P. Bonjean & W. J. Angus (Eds.), The world wheat book: A history of wheat breeding (pp. 3–56). Lavoisier Publishing.
- Heun, M., Schäfer-Pregl, R., Kleyer, F., Röder, A., and Wenzel, G. (1997). Site of Einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, *278*(5341), 1312-1314.
- Nalam, V. J., Vales, M. I., Watson, C. J. W., Kianian, S. F., & Riera-Lizarazu, O. (2006). Map-based analysis of genes affecting the brittle rachis character in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, *112*(2), 373–381.
- **Nesbitt, M. (1998).** Where was einkorn wheat domesticated? Trends in Plant Science, 3(4), 1360–1385.
- Jonard, P. (1964). Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. Annales amélioration des plantes. 14: p17.
- Soltner, D. (1980). Les grandes productions végétales. Collection Des Sciences et des Techniques Culturales : 15-50.
- Soltner, D. (1990). Phytotechnie spéciale, les grandes productions végétales. Céréales, plantes sarclées, prairies. Sciences et Technique Agricoles éd. 464p
- **Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M. & Nonogaki, H. (2013).** *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy (3rd ed.).* Springer. ISBN 978-1-4614-4692-7; DOI [10.1007/978-1-4614-4693-4]
- **Lev, J., & Blahovec, J. (2017). Imbibition of wheat seeds: Application of image analysis. International Agrophysics, 31(4), 475–481. https://doi.org/10.1515/intag-2016-0072**
- Bewley, J. D. et al. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. Springer.
- Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer.

- Lichtenthaler, H. K. et al. (2005). Chlorophyll fluorescence as a stress indicator in plants. *Journal of Plant Physiology*.
- Pinheiro, C., & Chaves, M. M. (2001). Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? Journal of Experimental Botany.
- Wahid, A. et al. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany.
- Blum, A. and Ebercon, A. (1981)."Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat." Crop Science, 21(1), 43–47

الملاحق :

Category	LS means	Groups			
WAHA	29.7222	A			
HEDBA	25.5556		B		
BENMABROUK	23.2889		B	C	
CHATER	22.6056		B	C	D
TAZI	22.4111			C	D
MBB	19.8778				D

Category	LS means	Groups			
TAZI	14.2444	A			
WAHA	13.2389	A	B		
BENMABROUK	13.0611	A	B		
MBB	11.9556		B	C	
HEDBA	10.8167			C	D
CHATER	8.8500				D

Category	LS means	Groups		
WAHA	5.4444	A		
BENMABROUK	5.1167	A	B	
TAZI	5.0556	A	B	
CHATER	4.8889		B	
HEDBA	4.7778		B	
MBB	3.9444			C