REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية
الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة1

N° de
série :.....

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

مذكرة لنيل شهادة الماستر في بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات

الميدان : علوم الطبيعة والحياة

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

عنوان المذكرة

# القمح الصلب *Triticum durum* بيولوجيا واقتصاديا

من إعداد : محساس سعاد و مصمودي رانية

لجنة المناقشة

| | | | |
|---|---|---|---|
| بازري كمال الدين | رئيسا | أستاذ محاضر أ | جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1 |
| باقة مبارك | مقررا | أستاذ التعليم العالي | جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1 |
| بوحوحو مولود | ممتحنا | أستاذ محاضرأ | المدرسة العليا للأساتذة قسنطينة 3 |

السنة الجامعية : 2021-2020

# تشكرات

نتقدم اولا بالشكر لله عز و جل الذي انارنا بنعمة العلم و أمدنا بقوة و ألهمنا بالصبر و أعاننا على انجاز هذا البحث .

الحمد لله و الشكر لله الذي وفقنا لإنجاز هذا البحث و جعلنا من طلبة العلم و يسر لنا الأمور حتى إتمام هذا البحث.

نتقدم بالشكر و الامتنان إلى الأستاذ الفاضل **باقة مبارك** أستاذ التعليم العالي، الذي اشرف على انجاز هذا البحث بصبر ولم يبخل علينا بنصائحه القيمة وتوجيهاته المفيدة، فله كل الشكر والتقدير. شكرا بحجم السماء على أفضالك التي لا تعد.

نتقدم بجزيل الشكر الى الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة لقبولهم مناقشة هذه الرسالة

الأستاذ **بازري كمال الدين** الذي شرفنا بتراسه لهذه المناقشة له كل الشكر و التقدير.

الأستاذ **بوحوحو مولود** بصفته عضوا ممتحنا .

نوجه تشكراتنا إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد و كل من كان له يد العون أو النصيحة في بلورة و إتمام هذا البحث.

# إهداء

اللهم نحمدك و نشكرك على فضلك و نعمك التي أنعمت بها علي و وفقتني بها في انجاز هذا العمل البسيط ثمرة جهد دراستي الذي دام واستمر لسنوات والصلاة والسلام على سيد الوجود محمد صل الله عليه وسلم واله وصحبه أجمعين.

اهدي عملي هذا

الى الذي أزال من أمامنا أشواك الطريق ورسم لنا المستقبل بخطوط من الامل والثقة إلى الذي لا تفيه الكلمات والشكر والعرفان بالجميل **أبي الحبيب**.

الى من أعطتنا من دمها وروحها وعمرها حبا وتصميما ودفعتنا لغد أجمل إلى الغالية التي لا نرى الأمل إلا من عينيها **أمي الحبيبة**.

إلى رفيقة دربي و سندي في الحياة الى من شاركتني في كل صغيرة و كبيرة إلى أختي العزيزة **سمية**.

إلى نبع العطف والحنان إلى من علمتني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة إلى من ساندتني في صلاتها ودعائها دائما **جدتي العزيزة**.

إلى سبب سعادتي إخوتي الأعزاء و إلى خالتي وأمي الثانية.

إلى أصدقائي الذين لطالما ساندوني

و إلى كل من كان لي عونا و سندا.

**سعاد**

# إهداء

اهدي تمرة عملي هذا للأستاذ **فرحاتي العيد** رحمه الله صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة رحمه الله و اسكنه فسيح جناته

الى قدوتي إلى **أبي العزيز** والغالي الذي لم يبخل علي طيلة حياته واهدي تخرجي إلى تلك المرأة العظيمة التي لطالما نظرت لعينها لاستمد منها قوتي لإكمال مسيرتي العلمية، تقف كلماتي عاجزة عن شكرك يا حبيبة الى **أمي الحنونة** والغالية و اهدي تخرجي إلى مصدر سعادتي أخواتي **أميرة** و**مريم** وصغيرتي **أسيل** إلى كل أهلي وأصدقائي وأحبائي، ولا يسعني إلا أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير لجميع أساتذتي على ما قدموه من مجهود علمي، والشكر الموصول أيضا لكل الزملاء و الأصدقاء والإخوة الذين أمضيت معهم أجمل سنوات حياتي

شكرا من القلب.

**رانية**

# الفهرس

**الفهرس** **الصفحة**

قائمة الاختصارات

قائمة الجداول و الأشكال

الخلاصة

مقدمة..... **01**

**الفصل الأول**

I. تعريف نبات القمح..... **04**

II. أصل نبات القمح..... **05**

1. الأصل الجغرافي..... **05**

2. الأصل الوراثي..... **07**

III. تصنيف القمح..... **07**

1. التصنيف الوراثي..... **08**

2. التصنيف النباتي..... **10**

IV. تركيب نبات القمح..... **11**

1. التركيب المورفولوجي..... **11**

2. التركيب الكيميائي..... **16**

V. دورة حياة نبات القمح..... **17**

1. الطور الخضري..... **17**

2. الطور التكاثري..... **17**

3. طور النضج..... **17**

VI. أنواع القمح..... **18**

VI. فوائد القمح..... **19**

- القيمة الغذائية للقمح الكامل..... **19**

- استخدامات القمح الغير غذائية..... 20

**الفصل الثاني**

I. الظروف البيئية الملائمة لنمو القمح..... 27

- التربة..... 27
- الحرارة..... 27
- الرطوبة..... 27
- الضوء..... 27

II. الماء .....ـ..... 28

1. دور الماء في النبات..... 28
2. امتصاص القمح للماء..... 29
3. الماء في خلايا النبات..... 30

III. إنتاج القمح ..... 30

1. إنتاج القمح في الجزائر..... 30
2. الإنتاج العالمي للقمح..... 32

IV. الاهمية الاقتصادية للقمح..... 34

V. إنبات القمح..... 35

VI. عوائق إنتاج القمح..... 37

**الفصل الثالث**

I. الإجهاد..... 39

- الاجهادات اللاحيوية..... 40

II. الإجهاد المائي..... 40

III. تأثير الإجهاد المائي على نبات القمح..... 41

1. بعض المعايير المورفوفيزيولوجية في ظـل الإجهاد المائي..... 41

1.2. الورقــة..... 41
2.2.التركيب الضوئي..... 43
3.2.الجــذور..... 43
4.2. دورة حياة النبات في ظل الإجهاد المائي وتأثير ذلك على المردود ومركباتـه..... 43
2. استجابات النجيليات للإجهاد المائي خـلال تطورها..... 43
- النمو الخضـري..... 44
- التكاثر والنضج..... 44
I. استراتيجيات التأقلم عند النبات..... 45
✓ تجنب الإجهاد..... 45
✓ تفادي الإجهاد ..... 45
✓ مقاومة الإجهاد ..... 46
- التعديل الاسموزي ..... 46
II. ميكانيزمات مقاومة القمح للإجهاد المائي ..... 46
III. اليات مقاومة القمح للجفاف..... 47
1. آليات مرتبطـة بـدورة حيــاة النبات..... 47
2. آليات مورفوفيزيولوجية..... 48
1.2. استمرار الامتصاص..... 48
2.2. التقليل من فقدان الماء..... 48
3.2. دور البرولين والسكريات الذائبـة..... 49
3. دور بعض أعضاء النبات وبنيته في تحقيق المردود في ظل العجز المائي..... 50
1.3. دور الأوراق..... 50

2.3. دور السنبلة..... 51
3.3.دور الساق..... 51
4.3. طول النبات..... 51

## الفصل الرابع

I. الهرمونات النباتية والإجهاد المائي..... 54
- الهرمونات النباتيـــة..... 54

II. منشطات النمو النباتية..... 56
1. الاوكسينات..... 56
- حمض الاندول-3-اسيتيك..... 57
- استعمال الاوكسينات لرفع مقاومة الجفاف..... 59

2. الجبريلينات..... 59
3. السيتوكينينات..... 61

III. المواد المثبطة للنمو..... 61
- حمض الابسيسيك..... 61
- الاثيلين..... 62
- منظمات النمو الثانوية..... 62
- حمض الساليسيليك..... 62
- البرازينوستيرويد..... 62
- حمض الجاسمونيك..... 63

## الفصل الخامس

I. الملوحة..... 65
II. تأثير الملوحة على النبات..... 65
III. أنواع الأراضي حسب درجة الملوحة..... 65

1. أراضي ملحية ..... **65**
2. أراضي قلوية غير ملحية..... **65**
3. أراضي قلوية ملحية..... **65**
IV. تعريف الإجهاد الملحي..... **65**
V. تأثير الإجهاد الملحي على نمو القمح..... **66**
1. تأثير الإجهاد الملحي على الجذر ..... **66**
2. تأثير الإجهاد الملحي على الساق..... **66**
3. تأثير الإجهاد الملحي على الأوراق..... **66**
4. تأثير الإجهاد الملحي على المحتوى من السكريات..... **66**
5. تأثير الإجهاد الملحي على تراكم البرولين..... **67**
VI. تأثير الملوحة على القمح..... **67**
نمو القمح..... **67**
VII. مقاومة الملوحة..... **68**
تأثير النقص المائي على الإنبات..... **68**
**الخلاصة**
**الملخص**
**المراجع**

# قائمة الاختصارات

| | |
|---|---|
| Food and Agriculture Organization | FAO |
| *Angiosperms Phylogeny Group* | APG |
| الكالسيوم | Ca |
| البوتاسيوم | K |
| الكلور | Cl |
| الصوديوم | Na |
| ثنائي اكسيد الكربون | CO2 |
| النترات | NO |
| الاوكسينات | AIA |
| التربتوفان | Trp |
| الجبريلينات | GA3 |
| الكبريتات | $SO_4$ |
| إندول حمض البيوتيريك | IBA |
| النفثالين أسيتيك أسيد | NAA |
| حمض الابسيسيك | ABA |

# قائمة الجداول

**الجدول رقم 01:** تصنيف القمح *Triticum* (Feillet, 2000)

**الجدول رقم 02:**جدول يوضح التركيب الكيميائي لحبة القمح (بركات، 1955).

**الجدول رقم 03:**يبين الدول العشر الأولى الرائدة في إنتاج القمح بالعالم، والدول العشر الأولى الاكبر تصديرا للقمح لباقي دول العالم عام 2018م.

**الجدول رقم 04:**استجابات النجيليات للإجهاد المائي خلال تطورها

**الجدول رقم05:** بعض آليات التأقلم مع الجفاف.

**الجدول رقم 06:** المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف حسب (Monneveux, 1989)

**الجدول رقم 07:**اليات التأقلم مع الاجهاد المائي عند النبات (Belhassen et al., 1995 ; Hayek et al., 2000).

**الجدول رقم 08:**أهم عائلات الهرمونات النباتية و بعض وظائفها الفيزيولوجية (Hopkins,2003).

# قائمة الاشكال

**الشكل رقم 01:** نبات القمح (www.wikipédia.com)

**الشكل رقم 02:** خريطة توضح مناطق زراعة القمح في العالم.(mo3alem.com)

**الشكل رقم 03:** خريطة توضح أصل القمح و مناطق انتشاره (Bonjean, 2001)

**الشكل رقم 04:** الأنواع الوراثية للقمح

**الشكل رقم 05:** تطور القمح المزروع حسب (Miller,1987)

**الشكل رقم 06:** مختلف الأقماح بالنسبة للتركيبة الوراثية(newhallmill.org) .

**الشكل رقم 07:** صورة لساق القمح .(www.fsl.orst.edu)

**الشكل رقم08 :** وثيقة توضح أجزاء النورة عند نبات القمح (جاد وآخرون، 1975)

**الشكل رقم 09:** رسم تخطيطي لسنيبلة القمح (عبدالحميد محمد حسانين، 2019)

**الشكل رقم 10:**وثيقة توضح مورفولوجيا نبات القمح (Bogard, 2011)

**الشكل رقم 11:** قطاع طولي و عرضي في حبة القمح (مصطفى، 1993)

**الشكل رقم 12 :** رقم التركيب الكيميائي لحبة القمح (Dreamstime.com)

**الشكل رقم 13 :** دورة نمو وتطور نبات القمح. (Henry *et al.*, 2000)

**الشكل رقم 14 :** المراحل المختلفة لزراعة القمح.(www.vivescia.com)

**الشكل رقم 15 :** عينات من خبز القمح . (hyatoky.com )

**الشكل رقم 16:** عينات من القمح واستخداماته. ( www.almsdar.net)

**الشكل رقم 17 :** عينة من القمح مع زيته . (jamalouki.net)

**الشكل رقم 18 :** مناطق انتاج القمح في العالم. (www.fao.org)

**الشكل رقم 19 :** انتاج القمح في العالم 2014 (www.fao.org)

**الشكل رقم20:** امتصاص بذرة القمح للماء خلال الانبات.(Hervé Levesque)

**الشكل رقم21:** بذرة القمح تحت التكبير.(visualphotos.com)

**الشكل رقم 22 :** مراحل انبات القمح.

**الشكل رقم 23 :** مخطط انبات بذور القمح.(Dreamstime.com)

**الشكل رقم 24 :** أنواع الإجهادات. (Gravet, 2007)

**الشكل رقم 25:** تأثير الاجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية.

**الشكل رقم 26 :** الصيغة الكيميائية لحمض الاندول الخلي AIA

**الشكل رقم 27:** التفاعلات المؤدية الى تركيب حمض الأندول الخلي (AIA)

# المقدمة

## المقدمة

يقول الله سبحانه وتعالى :" ***إن الله خالق الحب والنوى يخرج الحي من الميت ومخرج الميت من الحي ذلكم الله فأنى تؤفكون*** " الآية 95 من سورة الأنعام. هذه آية من الآيات الكثيرة في القرآن التي ذكر الله فيها الحب، والحب اسم جنس للحنطة وغيرها مما يكون في السنابل والأكمام، ويطلق على بعض المحاصيل خاصة تلك التي تنتمي إلى الفصيلة النجيلية كالقمح والشعير والأرز أي محاصيل الحبوب، والتي تمثل المصدر الأساسي للغذاء.

إن القمح يعتبر من أهم المحاصيل المزروعة في العالم، حيث يعتبر من أكثر محاصيل الحبوب انتشارا واستهلاكا في التغذية البشرية، فقد بلغت المساحة المزروعة به عالميا 217 مليون هكتار، وأنتجت 624 مليون طن وبمردود قدر حوالي 2,8 طن **(FAO, 2005).**يأتي هذا المحصول في طليعة المحاصيل. الاستراتيجية كونه يشكل مصدرا غذائيا لأكثر من 35 بالمائة من سكان العالم. القمح هو المحصول الرئيسي في العالم من حيث إنتاج الغذاء. من إجمالي الأغذية التي تنتجها أكبر 30 محصولًا في العالم (على أساس المادة الجافة)، يأتي حوالي 23.4% من القمح، تليها الذرة 21.5% والأرز 16.5%(**Harlan, 1995**).

يحتل محصول القمح مكانة مميزة في قائمة المحاصيل الحبية الغذائية في العالم، ويتصدر المحاصيل الحقلية من حيث المساحات المزروعة حيث يزرع في 120 دولة في العالم. كما يحتل أكبر مساحة مزروعة بنسبة قدرها 17%من المساحة المزروعة عالمياً مقارنة مع محاصيل الحبوب الأخرى، إذ وصلت في عام 2010 إلى 217 مليون هكتار، أنتجت ما يقارب 651 مليون طن بمتوسط إنتاجية قدره 8.2999 كغ/هـ(**جياد وآخرون، 2011** و **EnayatGholizadeh *et al.*, 2012**).

يعتبر القمح من أهم المحاصيل الاقتصادية إذ يغطي 3.42% من الاحتياج العالمي من الغذاء، كما يشكل مصدراً غذائياً رئيساً لحوالي 40% من سكان العالم ويغطي 20% من السعرات الحرارية والبروتين في الغذاء البشري.تنتج منطقة حوض البحر المتوسط أكثر من 85% من إنتاج العالم من القمح الصلب، ويتراوح معدل استهلاك الفرد في هذه المنطقة من منتجات القمح الصلب ما بين200-150كغ/ سنة، وهي أعلى المعدلات في العالم (**EnayatGholizadeh*et al.*, 2012 ; 2011،جياد وآخرون**).

في الوقت الحاضر تطورت طرق تحسين انتاجية القمح لسد الفجوة بين معدلي الإنتاج المحلي والعالمي و يرجع ذلك إلى عدة أسباب منها التركيب الوراثي وعامل إدارة المحصول. فاختيار البذور احد أهم المتطلبات الأساسية للتأسيس الحقلي الناجح، إذ ان قدرتها على الإنبات وإنشاء بادرات قوية في مدى واسع من الظروف البيئية يعد شرط أساسي لتحقيق الإنتاج العالي من الحبوب. فالبذور ذات الجودة المنخفضة تساهم وبدرجة كبيرة في فشل الإنبات أو في إعطاء مظهر غير متجانس للنباتات في الحقل لأنها تكون حساسة جدا للظروف المعاكسة والإجهاد الحاصل نتيجة الظروف البيئية المحيطة بهذه البذور. إن حجم البذرة وجودتها يرتبط به حجم وقوة الجنين وحجم المواد الكربوهيدراتية المخزونة في سويداء البذرة. وكلما زاد حجم هذا الخزين كانت البادرات أسرع وأقوى نموا وتظهر فوق سطح التربة أسرع من تلك التي تمتلك مخزونا أقل (**Jallow,*et al.*, 2009**).

أشارت العديد من الدراسات إلى أن البذور الكبيرة الحجم يتعدى تأثيرها البزوغ الحقلي وإنتاج بادرات نشطة إلى تحسين أداء النباتات الناتجة منها بالحقل مما ينعكس في إعطاء أعلى حاصل للحبوب مقارنة بأحجام البذور المتوسطة والصغيرة الأخرى (**جياد وآخرون، 2011** و **EnayatGholizadeh *et al.*, 2012**).

هدفنا من هذه الدراسة هو معرفة تأثير مدى امتلاء الحبوب ونموها الخضري عند أصناف من القمح الصلب ***Triticum durum*** النامي تحت إجهادات مختلفة.

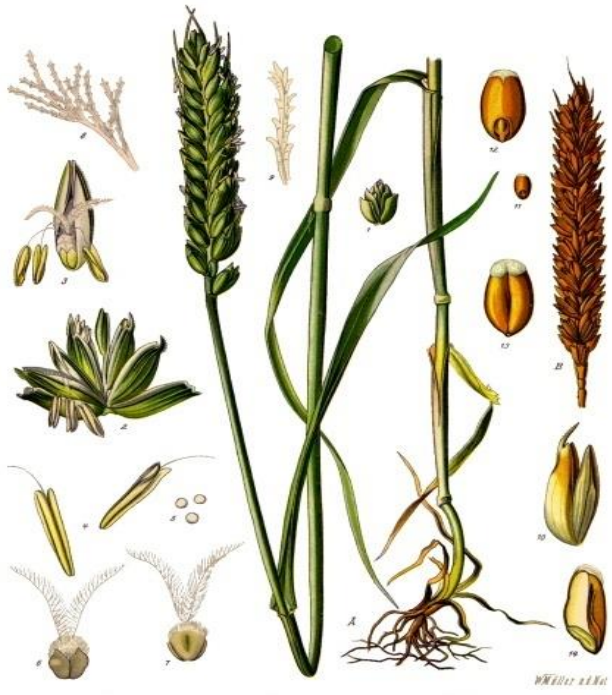
# الفصل الأول

## I. تعريف نبات القمح:

يعتبر القمح من أغنى فصائل النباتات ذوات الفلقة الواحدة،وهو من المحاصيل الحولية الشتوية التي عرفها الإنسان منذ أمد بعيد، حيث وجدت آثار زراعة القمح في حضارات مصر، الصين و بابل (**Zohary et Hopf, 1994**).

والقمح من نباتات أحادية الفلقة **Monocotylédone** وهو من عائلة النجيليات **Graminées** التي تضم العديد من الأجناس كالشعير، الخرطال، الأرز والذرة...ينتمي القمح لجنس **Triticum**، والذي بدوره يضم عدة أنواع أشهرها القمح الصلب **T. durum** والقمح اللين **T. Aestivum**.

القمح نبتة ذاتية التلقيح، تساعد على حفظ نقاوة الأصناف من جيل إلى أخر حيث تمنع حدوث التلقيح الخلطي. يصل طول نبات القمح إلى أقل من متر و أكبر من 1.40 مترا و تزن حبة قمح واحدة ما بين 45 إلى 60 ملغ وتأخذ شكلا متطاولا وهي ثمرة التصق بها الغلاف الثمري مما يجعلها لا تتفتح عند نضجها. **(Soltner, 1980)** تعتبر نورة القمح سنبلة مركبة من عدة سنيبلات تحتوي كل منها من 2 إلى 5 أزهار أو أكثر، ثنائية الصف سفوية أو عديمة السفاة (**الخطيب،1991**) .



**الشكل رقم01: نبات القمح (www.wikipédia.com)**

## II. اصل نبات القمح :

ينتمي القمح ***Triticum Spp.*** إلى فصيلة النجيليات **Gramineae (Poaceae)** التي تضم بدورها معظم نبات المحاصيل كالشعير **L.*Hordeumvulgare*** والشوفان ***Avena sativa* L.** والشيلم **Secale cereal L.** و الذرة **L.*Zea mays L.*** و الارز .***Oryza sativa L*** . و تتألف قبيلة من 15 جنسا و 300 نوع فيها القمح والشعير(**جياد وآخرون، 2011** و **EnayatGholizadeh *et al.*, 2012**).

### 1. الاصل الجغرافي :

يعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز ضمن المناطق الغربية لإيران، شرق العراق، و جنوب شرق تركيا. و يعد القمح أحد أوائل المحاصيل التي زرعت و حصدت من قبل الإنسان منذ حوالي 7000 إلى 10000 سنة ضمن منطقة الهلال الخصيب بالشرق الأوسط (**Croston et Williams,1981**).

تم تقسيم الموطن الأصلي لمجموعات القمح حسب( **Vavilov,1934** )إلى ثلاث مناطق:

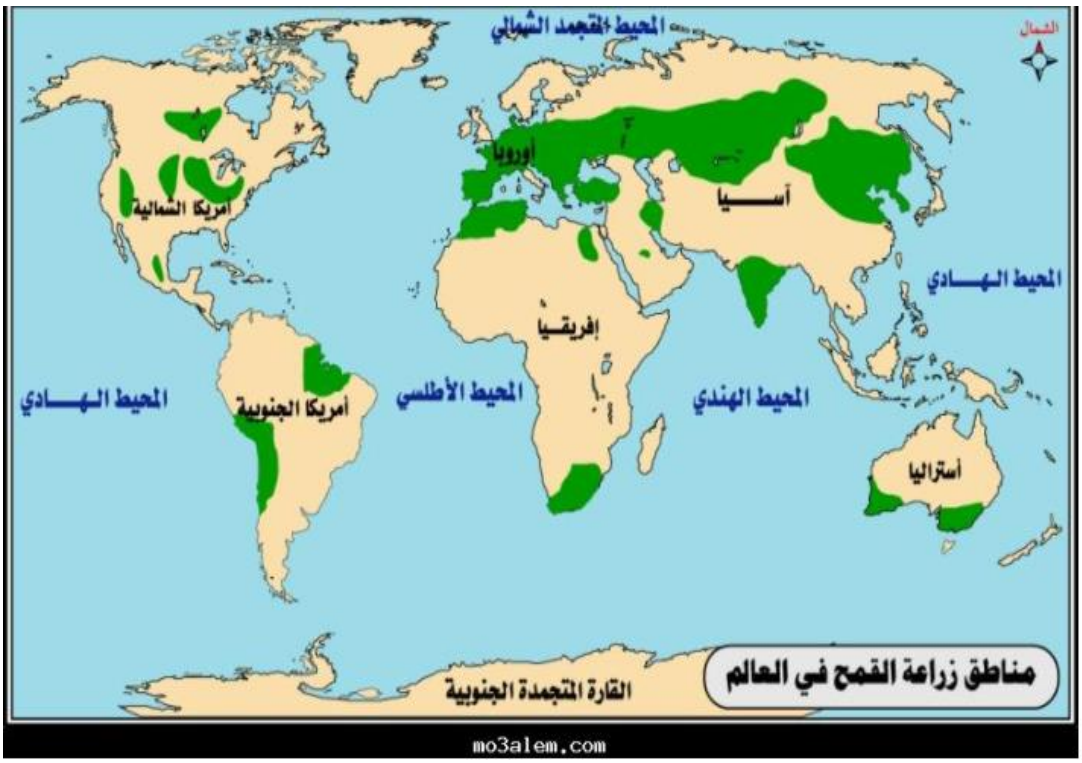
1- منطقة سوريا و شمال فلسطين: تمثل المركز الأصلي لمجموعة القمح الثنائي.

2- المنطقة الأثيوبية: تعتبر المركز الأصلي لمجموعة القمح الرباعي.

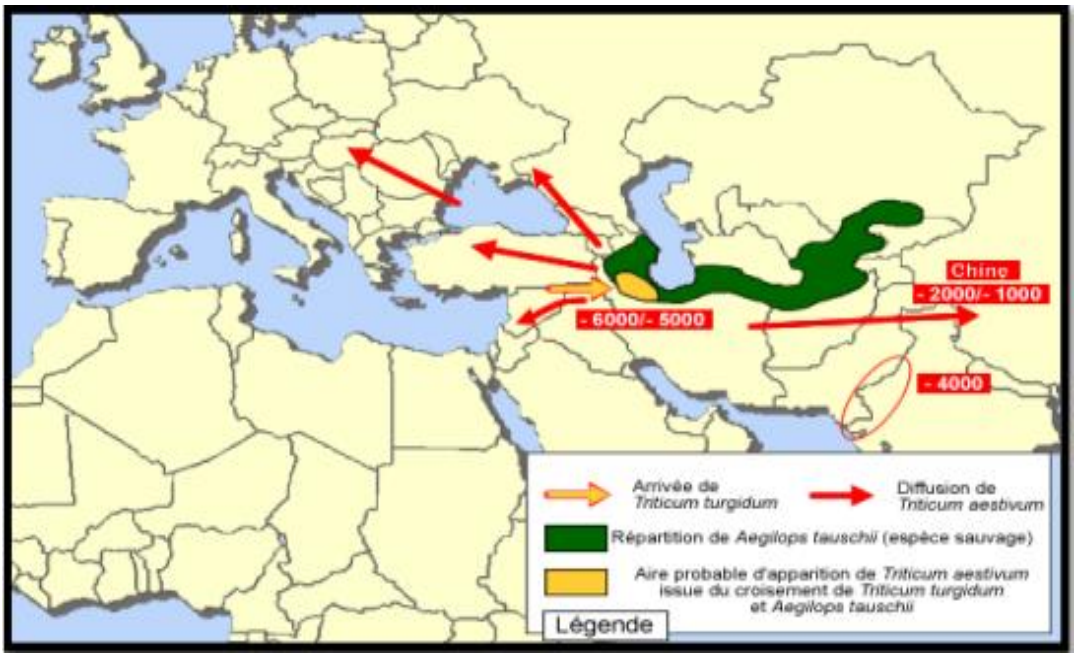
3- المنطقة الأفغانية– الهندية: حيث تعد المركز الأصلي لمجموعة القمح السداسي.

تشير الدلائل التاريخية الحديثة إلى أن منشأ القمح البري **T. monococcum Einkorn** والقمح **T. dicoccom Emmer** كان ضمن موقع أبو هريرة على ضفاف نهر الفرات بدليل وجودها ضمن هذا الموقع حتى الآن.تفيد الآثار بأن عملية زرع القمح قد تمت في ثلاثة مواقع متقاربة بمنطقة الهلال الخصيب **(Hillman *et al*.,2001).**

- الموقع الأول تمركز ضمن موقع أبوهريرة في سوريا.
- الموقع الثاني تمركز في منطقة أريحا بالضفة الغربية في فلسطين.
- الموقع الثالث في منطقة Cayonü بتركيا.




**الشكل رقم 02: خريطة توضح مناطق زراعة القمح في العالم.(mo3alem.com)**




**الشكل رقم 03: خريطة توضح أصل القمح و مناطق انتشاره (Bonjean,2001)**

### 2. الاصل الوراثي

نتج القمح الصلب عن التهجين الذي حدث عن طريق التصالب بين أجناس برية تعرف باسم**Aegilops**(AA) **Speltoides** وجنس(BB) ***Triticummonoccoccum*** والذي أعطى بعد التضاعف الكروموزومي **AA BB(*Triticumturgidum*ssp. dicoccoides)** إذ هو سلف للقمح الصلب **(Croston et Williams,1981)**.

**الشكل رقم 04: الأنواع الوراثية للقمح**

## III. تصنيف القمح :

من الناحية الاقتصادية هناك نوعان من القمح:

**القمح الصلب:** وهو نوع يزرع في المناطق الساخنة والجافة وفي جنوب أوروبا خاصة، يعتبر غنيا من حيث الغلوتامين.

**القمح اللين:** وهو أكثر أهمية حيث له خط زراعة أوفر في فرنسا، كندا، أوكرانيا ويستخدم في تصنيع الفرينة بالإضافة إلى وجود نوع آخر ليس بالأهمية الاقتصادية السابقة وإنما بدأ ينتشر مؤخرا وهو "القمح المتراص"، سنابله ضيقة جدا ويزرع في أوروبا بالمناطق ذات المناخ الصعب ونوعيته تختلف قليلا عن النوع المألوف.

من حيث موسم الزرع**:**

**القمح الشتوي: تزرع** في الخريف وهي أكثر تحملا لبرد الشتاء، ويخص مناطق البحر الأبيض المتوسط.

**القمح الربيعي:** تزرع في الربيع وتحصد في أواخر الخريف وهو قليل التحمل لدرجة الحرارة المنخفضة. النوعين يمران بنفس مراحل النمو **(محمد كذلك، 2000 ).**

## 1. التصنيف الوراثي :

إن العالم(**Sakamura, 1918**) تعرف لأول مرة على أصل القمح الوراثي و هو أول من حدد العدد الصحيح للكروموزومات عند مختلف أنواع القمح، وفي الأربعينيات من القرن التاسع عشر عرف أصل القمح عن أنه الجينومات (**Black *et al.*, 1999**) ويفترض كل من (**Mac-Fadden et Sears, 1946**) طريق أعمال منحدرة من أنواع مختلفة ذات صيغة متعددة تفصل فيما بينها مورثة مشتركة.

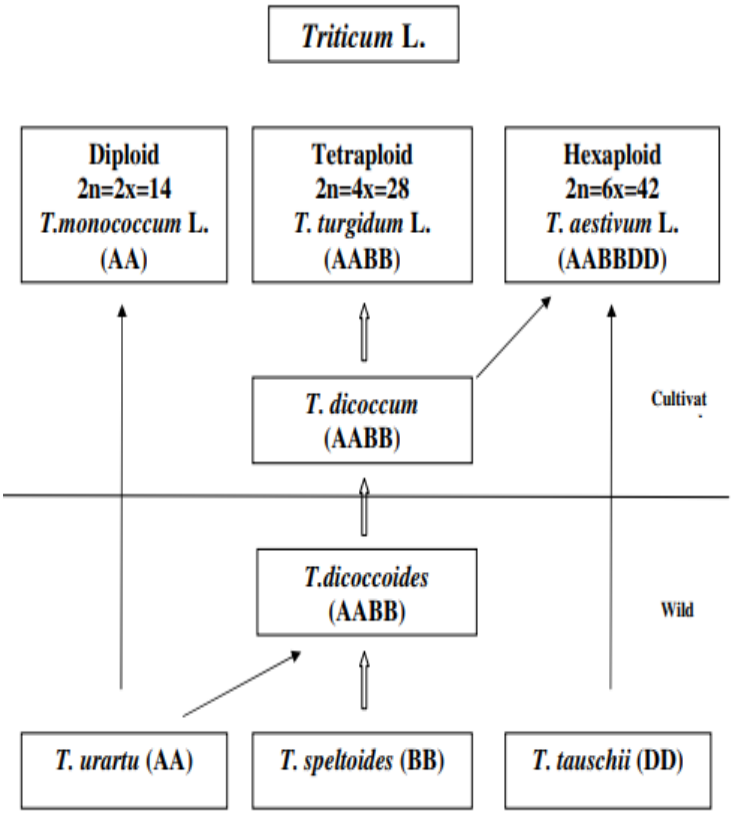
حسب (**Love, 1984**) فإن التصنيف الخلوي الوراثي قسم الأقماح إلى ستة عشرة (16) جنس ذو مورثات معروفة، لكن مصنفون آخرون اعتبروه كنوع وصنفوه داخل المرتبات الصغرى، وأشار (**Morrison,1999**) أن القمح غير ذاتي التعدد الكروموزومي **Allopolyploïde** نتج من تهجينات نوعية عشوائية وله عدد صبغي مضاعف في التركيب الوراثي حيث يجمع بين مورثات مختلف الأنواع، وتتجمع المورثات حسب(**Van Slageren, 1994**) تحت ثلاث مجموعات و هي:

1. أقماح ثنائية الصيغة الصبغية **Diploïde (2n=2x=14 AA,BB)**
2. أقماح رباعية الصيغة الصبغية **Tétraploïde(2n=4x=28 AABB)**
3. أقماح سداسية الصيغة الصبغية **Hexaploïdes (2n=6x=42 AABBDD)**

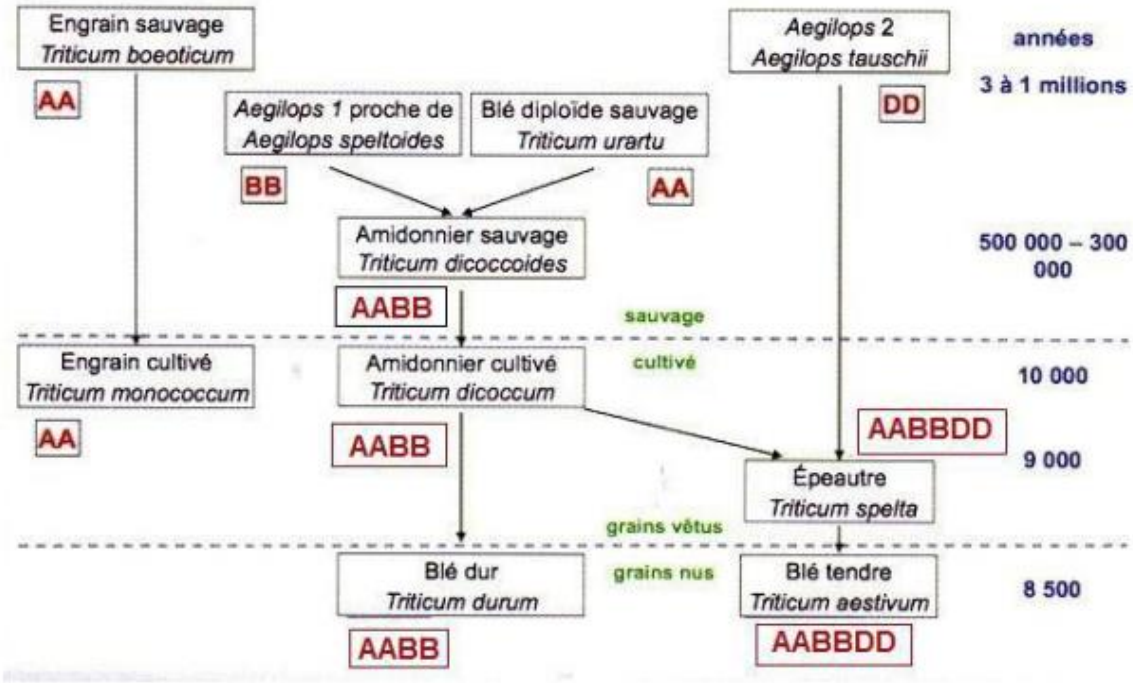
أكد (**Hoyt, 1992**) أن الأقماح الرباعية والسداسية هي المزروعة حاليا.يظهر الجدول التصنيف الكروموزومي للقمح، كما يظهر الشكل تطور القمح وظهور الأسلاف.

**الجدول رقم 01: تصنيف القمح *Triticum* (Feillet, 2000)**

| الشكل البري | الشكل المزروع | الإسم الشائع | عدد الكروموزومات(2n) | طبيعة الجينوم |
|---|---|---|---|---|
| *T.boeoticum* | *T.monococcum* | Engrain | 14 | AA |
| *T.urartu* | | | 14 | AA |
| *T.dicoccoides* | *T.dicoccum* | Blé poulard | 28 | AA BB |
| | *T.durum* | Blé dur | 28 | AA BB |
| | *T.polonicum* | Blé de polange | 28 | AA BB |
| | *T.turgidum* | | 28 | AA BB |
| | *T.araraticum* | | | |
| *T.mon X T.spe X As (hypothetique)* | *T.aestivum* | Blé tendre | 42 | AA BB DD |
| | *T.spelta* | Epeautre | 42 | AA BB DD |
| | *T.sphaerococcum* | Blé indien nain | 42 | AA BB DD |
| | *T.comatum* | Blé club | 42 | AA BB DD |




**الشكل رقم 05: تطور القمح المزروع حسب (Miller,1987)**




**الشكل رقم 06: مختلف الأقماح بالنسبة للتركيبة الوراثية (**newhallmill.org.**)** .

## 2. التصنيف النباتي:

**تصنيف القمح حسب APG III, 2009**

| | | |
|---|---|---|
| Règne: | Plantae | |
| Sous règne: | Tracheobionta | |
| Embranchement: | Phanérogamiae | |
| Sous Embranchement: | Magnoliophta(Angiospermes) | |
| Clade : | Angiospermes | |
| Clade : | Monocotylédones | |
| Clade : | Commelinidées | |
| Ordre : | Poales | |
| Famille : | Poaceas | |
| Genre : | Triticum | |
| Espece : | Triticum durum Desf. | Triticumaestivum L. |

التصنيف حسب (Feillet, 2000; Burnie *et al*.,2006)

| Classification | | |
|---|---|---|
| Règne | Plantae | |
| Sous règne : | Tracheobionta | |
| Embranchement : | Phanérogamiae | |
| Sous Embranchement : | Magnoliophta(Angiospermes) | |
| Division | Magnoliophyta | |
| Classe : | Liliopida(Monocotylédones) | |
| Sous classe : | Commelinidae | |
| Famille : | Graminées | |
| Sous famille : | Festucoideae | |
| Tribu : | Triticeae | |
| Sous tribu : | Triticinae | |
| Genre : | *Triticum* | |
| Espèce : | *Triticum durum Desf* | *Triticum aestivum* L. |

## IV. تركيب نبات القمح :

### 1. التركيب المورفولوجي لنبات القمح:

تتكون كل الكائنات الحية النباتية ومنها القمح من جهازين مختلفين، وهما الجهاز الهوائي والمتمثل في السيقان والأوراق والثمار، والجهاز الجذري والذي يشمل الجذور بأنواعها.

### 1 –الجذور:

تختلف جذور النباتات في شكلها وأبعادها حسب اختلاف أنواع النباتات، وكذا الوظائف التي تقوم بها. والمجموع الجذري نوعان حسب (**Soltner,1980**):

أ. **الجذور الجنينية:** وهي جذور تبقى فعالة، ويكمن دورها في تغذية النبات بصورة اعتيادية حتى نهاية عمر النبات أو تموت وتتحلل بعد بضع أسابيع من البزوغ.

ب. **الجذور التاجية:** وهذا النوع من الجذور ينشأ ويتكون من العقدة السفلية القريبة من سطح التربة أو تفرعاته التي تكون عقدها متقاربة جدا من بعضها، ويوجد هذا النوع من الجذور أيضا في التفرعات الخضرية.

## 2- الساق:

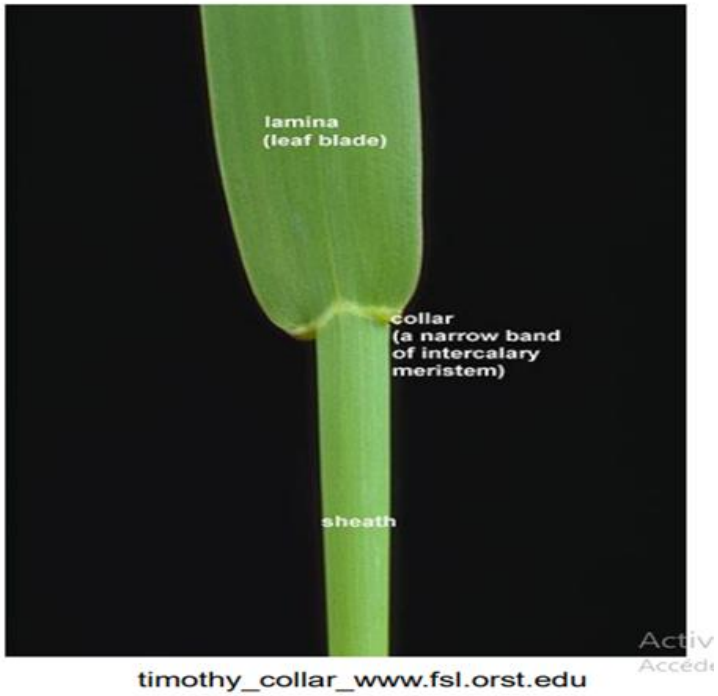
الساق أسطواني قائم في القمح الربيعي أملس أو خشن ذو سلاميات مجوفة وعقد مصمتة، عدد السلاميات في المتوسط ستة وهي غالبا بين5 إلى 7 أغلبها مغلف بأغماد الأوراق التي تقوم بحماية السلاميات الغضة وتدعيمها أثناء النمو **(محمد وآخرون،2001)**.

## 3- الأوراق:

الأوراق الخضرية في القمح مثل باقي النجيليات مرتبة على الساق بالتبادل في صفين متقابلين، وهناك أربعة أعضاء مكونة للورقة وهي النصل، الغمد، اللسين، و الأذينات **(شفشق والدبابي،2008)** ويمكن أن نعرفها كما يلي:

**أ. النصل:** يكون رمحي ضيق طويل حاد، ويختلف في الطول والعرض وكذا درجة الاخضرار وفي زاوية اتصاله مع الساق، ويجف ويسقط على الأرض عند نضج النبات، وقد يكون ناعم أملس أو زغبي، أما لونه فيكون اخضر داكن وهذا ما يميز القمح اللين عن بقية الحبوب الأخرى.

**ب. الغمد:** يكون محيط بالساق وذلك بحوالي ثلثي الجزء السفلي من الساق، ويكون لونه أما أخضر أو أبيض أو أرجواني.



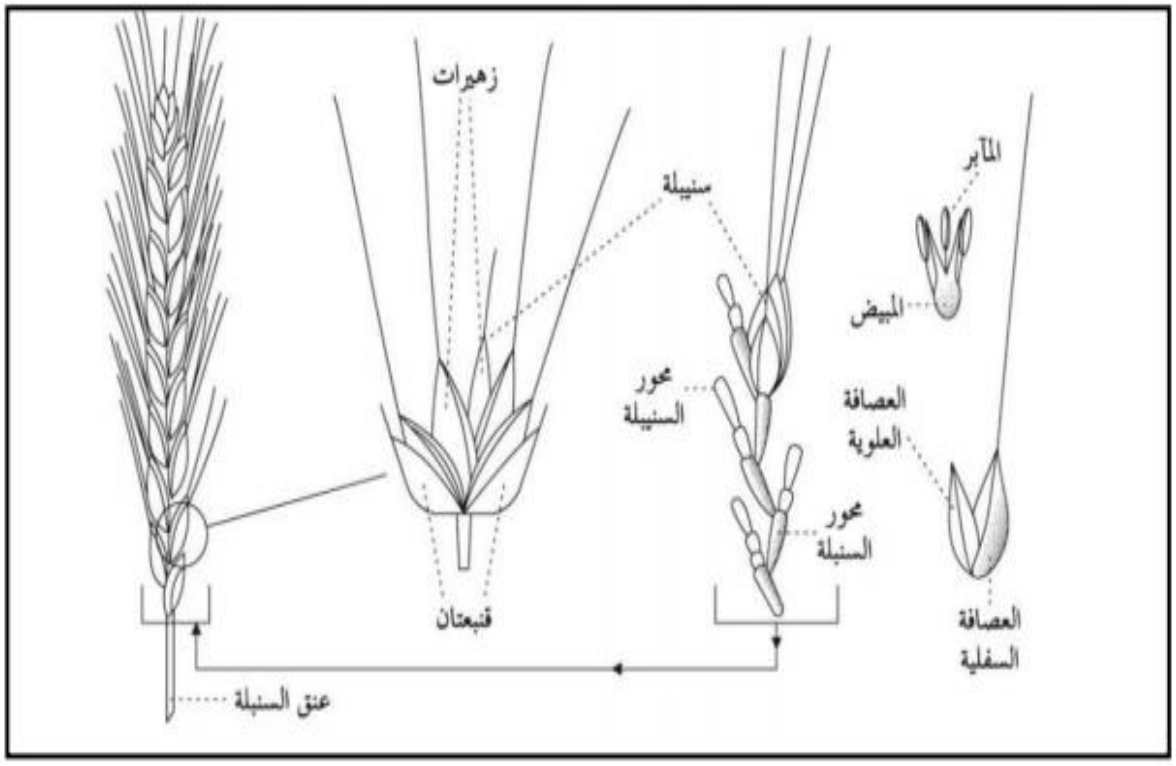

**الشكل رقم07: صورة لساق القمح (www.fsl.orst.edu)**

**ت. اللسين:** هو كذلك يحيط بالساق إلا انه يمتد عند موضع اتصال النصل بالغمد والساق، وهو رقيق إلا انه عديم اللون شفاف وذو حافة هدبية ذات شعيرات دقيقة.

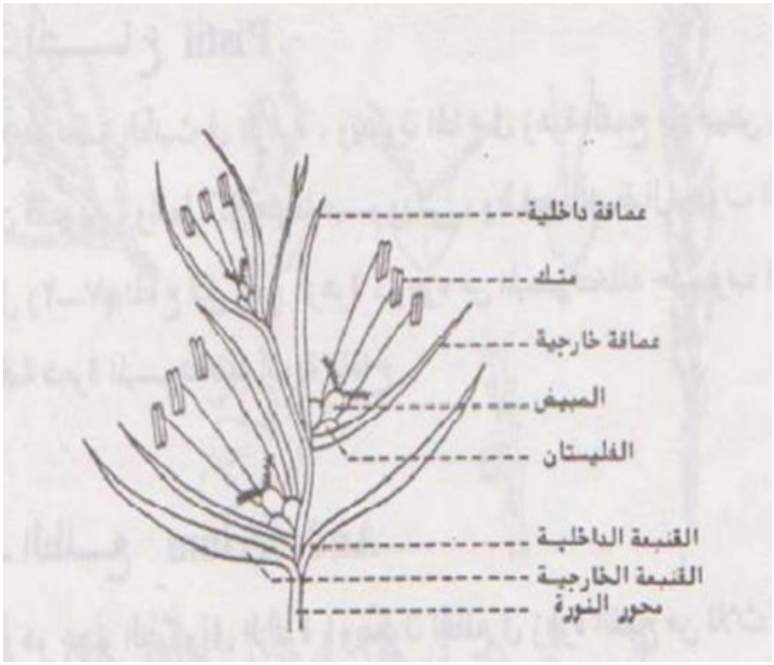
**ث. الأذينات:** نلاحظ عند القاعدة استطالتين صغيرتين مقوستين تلفان الساق وهي ما تدعيان بالأذينات التي تكون في بداية النمو شفافة، وقد يتغير لونها إلى البنفسجي حسب الصنف، وأهمية الورقة لا تقاس بحجم كل ورقة على حدا، بل تقاس بالسطح الكلي للورقة المعرض للشمس كما وجد أن الأنواع القادرة على إنتاج وإعطاء اكبر عدد من الإشطاءات الخصبة تكون ناجحة في مردودها.

## 4- النورة:

النورة في القمح هي السنبلة ذات طول عادة يتراوح من 7 إلى 05 سم، وهذه السنبلة تختلف فقد تكون مضغوطة بصورة متوازية أو بزاوية قائمة بالنسبة لسطح السُنيبلة، شكلها يكون إما مغزليا أو مستطيل أو ملعقيا أو إهليجيا، وقد تكون متماسكة أو العكس غير متماسكة أي متباعدة، وتكون السنبلة أما عديمة السفا أو ذات سفا أوقمية السفا **(جاد وآخرون،1975).**




**الشكل رقم 08: وثيقة توضح أجزاء النورة عند نبات القمح (جاد وآخرون،1975)**




**الشكل رقم 09: رسم تخطيطي لسنيبلة القمح (عبدالحميد محمد حسانين، 2019)**

## 5- الحبوب:

الحبة أو الثمرة تكون بيضاوية الشكل، قليلة أو كثيرة التحدب، يتوسطها أخدود عميق ويبدو في نهايتها القليل من الوبر، أما فيما يخص الجهة السفلية تكون أكثر تفلطحا أين يستقر الجنين، وتختلف أحجام الحبوب وأشكالها وألوانها بحسب اختلاف الأصناف .

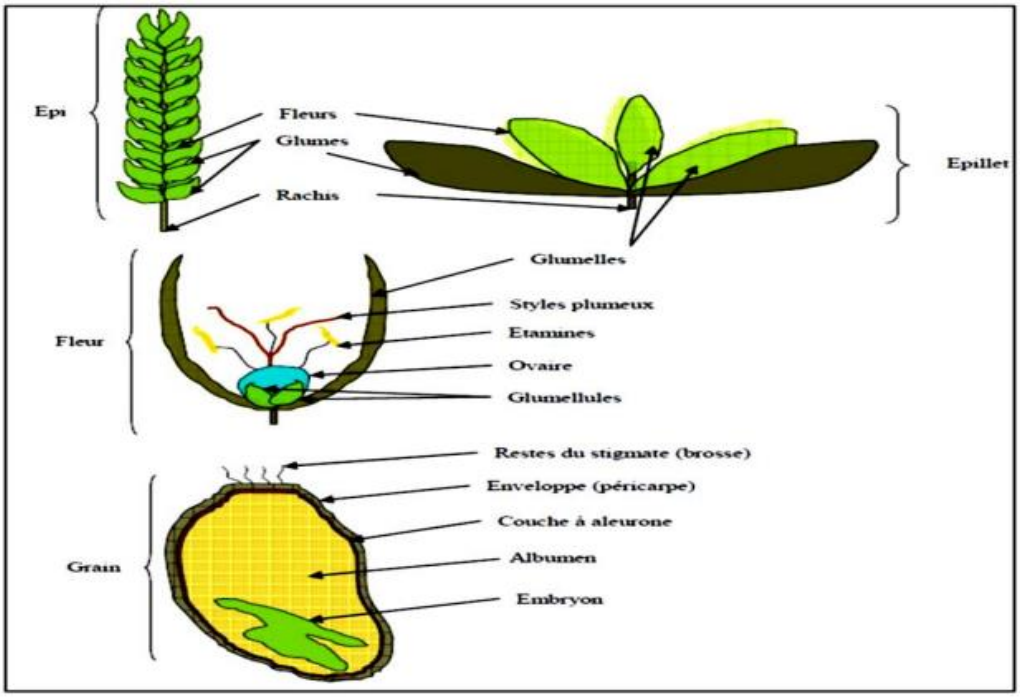
حسب **(Fiellet,2000)** فان الحبة تتكون من ثلاثة أجزاء كما يوضحه الشكل وهي:

**أ. السويداء:** تشكل من 80 % إلى 85 % من البذرة، تتكون من: النشاء وطبقة الأليرون.

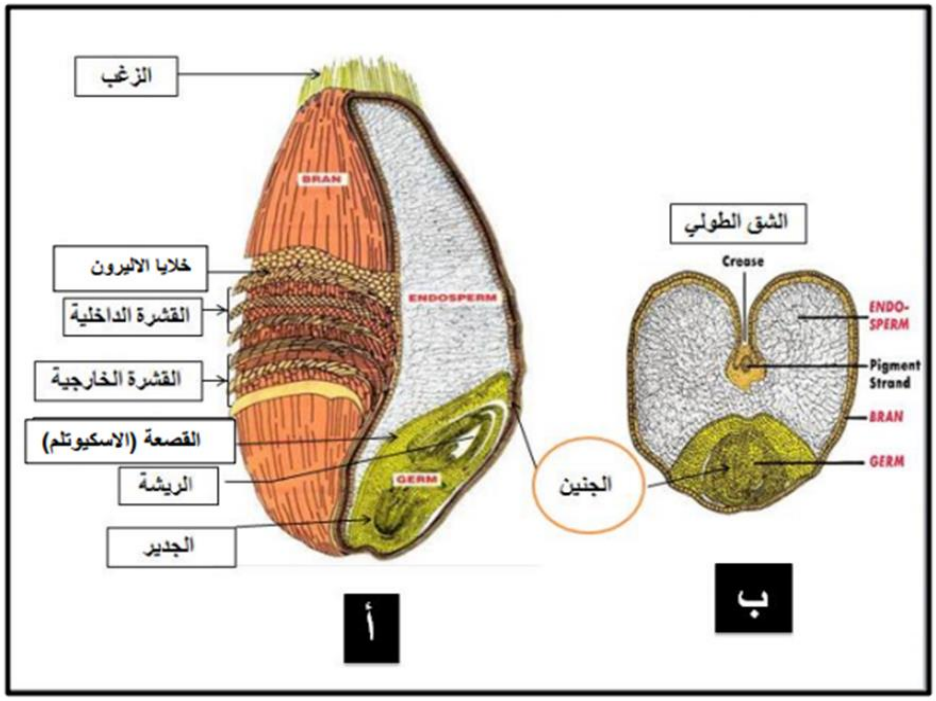
**ب. أغلفة البذرة:** يشكل من 13 %إلى 17 %من البذرة، وهو عبارة عن 5 أنسجة متوضعة فوق بعضها البعض، وكل نسيج من هذه الأنسجة يختلف من حيث السمك والطبيعة المختلفة، هذه الأنسجة على التوالي:

- الغلاف الخارجي أو الغلاف الداخلي.
- غلاف النيوسيل.
- خاليا متعامدة.
- الغلاف الجنيني.
- خلايا أنبوبية.

**ج - الجنين:** يشكل حوالي 3 % من البذرة، وهو ناتج عن اتحاد خليتان جنسيتان الذكرية والأنثوية، كما أنه غني بالبروتينات و الليبيدات والسكريات الذائبة.




**الشكل رقم 10: وثيقة توضح مورفولوجيا نبات القمح (Bogard,2011)**




**الشكل رقم 11: قطاع طولي و عرضي في حبة القمح (مصطفى، 1993)**

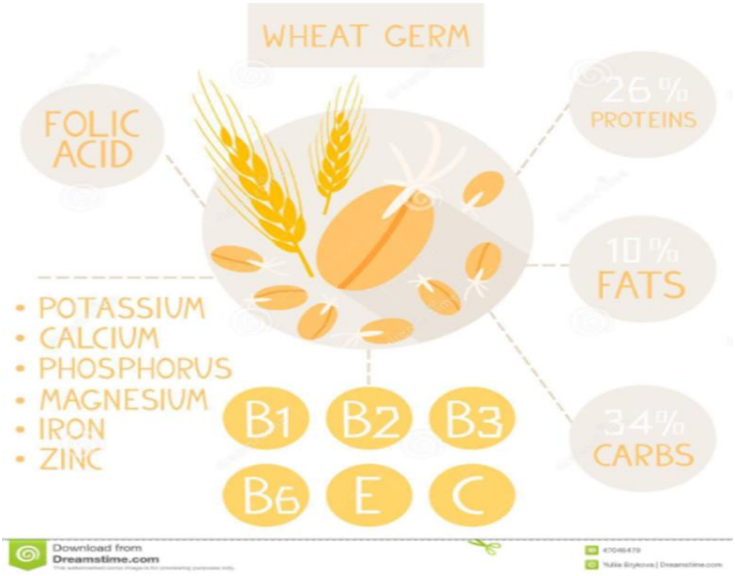
## 2. التركيب الكيميائي لحبة نبات القمح:

لقد بينت (**عشاتن، 1985**) أن تركيب حبة القمح مقدرة على أساس 1% من المادة الجافة وذلك حسب الجدول التالي:

**جدول رقم02: جدول يوضح التركيب الكيميائي لحبة القمح (بركات، 1955).**

| المواد التي تحتويها حبة القمح | النسبة المئوية من المادة الجافة (1% مادة جافة) |
|---|---|
| مواد ازوتية | 14.3 |
| مواد دهنية | 01.9 |
| مواد معدنية | 02.0 |
| سيليلوز | 02.9 |
| نشاء | 63.8 |
| سكر | 03.2 |
| بنتوزات | 07.4 |

يختلف التركيب الكيميائي حسب الأعضاء الحية حيث يتميزالجنين بارتفاع في الفيتامينات والفوسفور والحديد وتتميز النخالة بارتفاع نسبة الحديد والفوسفور والبرولين و السيليلوز، ويتميز الأندوسبرم بارتفاع النشاء والتركيب الكيميائي حيث المحتوى من المادة الجافة (القمح الصلب).




**الشكل12 :رقم التركيب الكيميائي لحبة القمح (Dreamstime.com)**

## V. دورة الحياة:

1. **الطور الخضري**: تمتد من الإنتاش إلى بداية الإشطاء أو التفريخ و يتم خلالها تحول البرعم الإعاشي إلى مستقبل السنبلة والمرحلة الخضرية تتميز بالظهور المتتالي للأوراق الأولى فوق بعضها البعض و التي تنمو انطلاقا من منطقة قريبة من سطح التربة تمثل قاعدة الإشطاء، هذه الأخيرة هي عبارة عن تفرع بسيط للنبات انطلاقا من قاعدة سطحية تقريبا.
2. **الطور التكاثري:**تبدأ خلال عملية الإشطاء و نميز فيها:

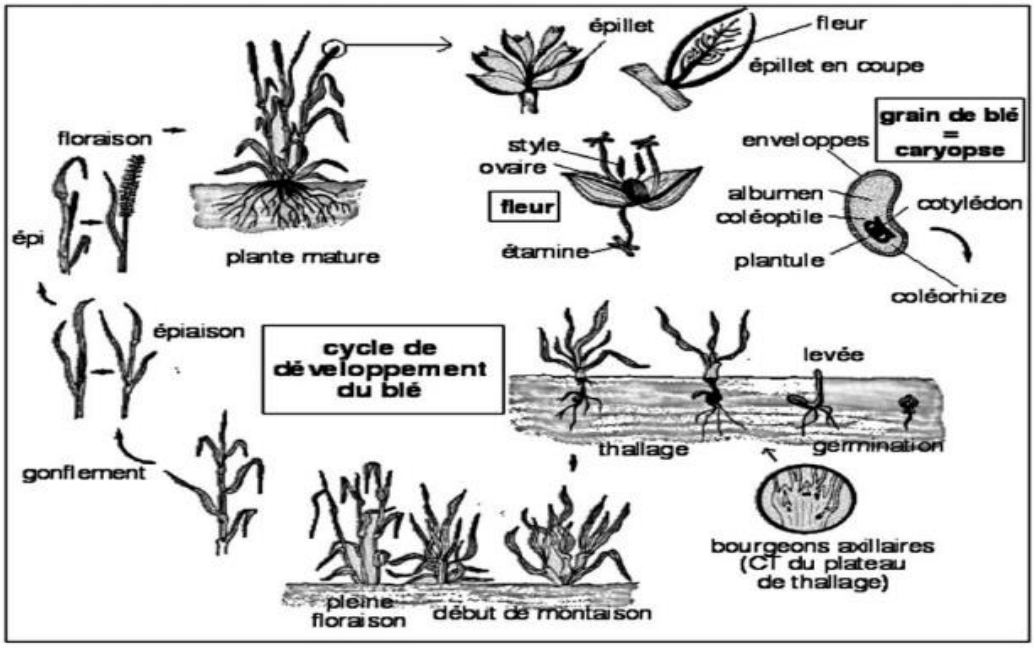
-المرحلة أ ، ب: تمثلان البدء الزهري و ظهور أول بدائية للعصف ففيها تتشكل بدائيات السنيبلات.

-المرحلة ج ، د: يتم فيهما التخصص الزهري حيث تتمايزالقطع الزهرية ويحدث الإنقسام المنصف للخلايا الأم لحبوب الطلع.

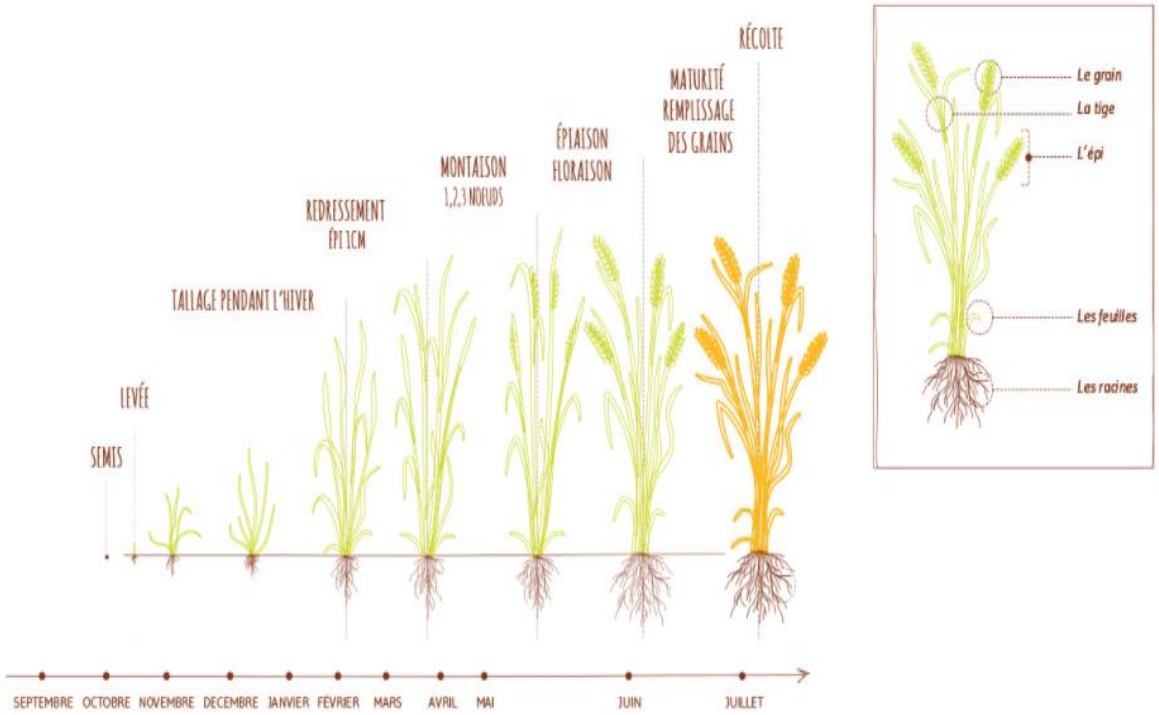
-الإلقاح: يتميزظاهريا بالإسبال ثم بروز مآبر الأسدية و الإلقاح ذاتي بشكل مطلقعند نبات القمح.

### 3. طور النضج:

بعد انتهاء عملية الإخصاب للبويضة تبدأ الحبة في التكوين ويصاحب هذا انتقال المواد الغذائية من الأوراق إلى الحبوب حيث تأخذ الحبة في الامتلاء ما يقابله شيخوخة الأوراق، وهذا راجع إلى أن المواد السكرية التي تنتجها الأوراق تخزن في بداية الورقة نحو الحبة**(Barbottin *et al.*, 2005).**




**الشكل رقم 13 : دورة نمو وتطور نبات القمح (Henry *et al.*,2000)**




**الشكل رقم 14: المراحل المختلفة لزراعة القمح (www.vivescia.com)**

## VI. أنواع القمح:

- **القمح الصلب Durum wheat**
- **القمح اللين Bread wheat**

يعتبر هذان النوعان من القمح نتيجة لتطور وراثي طويل المدى إثر تهجينات طبيعية بين أنواع من القمح البرية ثنائية الصيغة الصبغية وأنواع متصاهرة برية أخرى. لذلك فإن تواجد الأقماح البرية والأنواع المتصاهرة بالمنطقة العربية كان ولا يزال ذخيرة هامة لهذا المحصول الاستراتيجي، وهذه الأصناف البرية تحتوي على مايلي:

- **القمح وحيد الحبة (*Triticummonococcum ; T.boeaticum ; T.spontaneum*) :**

و يتواجد بمناطق هامة بالعراق وسوريا ومصر، وهو متوفر بالمناطق التي بها أمطار كافية (300 إلى 500 ملم) ولكنه معرض للانقراض بالمناطق الأقل أمطار من 300 ملم من تأثير الرعي الجائر وللاستصلاح الزراعي.

- **القمح ثنائي الحبة المزروع *Triticumdicoccum*:**

وهو موجود بمجموعات صغيرة بحقول القمح القاسي بالعراق والأردن وفلسطين وسوريا، كما يوجد هذا القمح باليمن الذي يعتبر أحد المراكز الصغرى لمورثات القمح نظرا للتنوع الكبير الموجود فيها، وقد جاءت هذه الأقماح من العراق وبلاد الشام عبر القوافل العربية، كما يوجد هذا التنوع بتونس.

- **القمح ثنائي الحبة البري أو قمح إيمر أو القمح المنتفخ *Triticumdicoccoides*:**

واسع الانتشار ومتواجدا بمنطقة الهلال الخصيب وفي مناطق جبل عبد الرحمان بتونس، وكذلك في الأردن وسوريا ولبنان، حيث الأمطار تتراوح من 300 إلى 600 ملم/سنة كما يوجد بكثرة في اليمن.

- **القمح الصلب *Triticum durum* Desf :**

وجدوا أن هذا القمح اكتسب تمايزا جعل المزارعين القدامى يعتنوا به ويساهموا في إكثار جميع أصنافه فأصبح يحتل مساحات شاسعة على حساب الأقماح البرية، ويوجد بكثرة في مناطق من الأردن وسوريا وفلسطين.

- **قمح اورارتو *T.urartu*:**

يتواجد في مناطق جبل العرب وجبال لبنان الشرقية وأقصى الشمال الشرقي لسوريا وهو كذلك مهدد بالانقراض في المناطق الجافة **(عبد الوهاب، 2016).**

## VII. فوائد القمح :

للقمح العديد من الفوائد الصحية المذهلة، وخاصةً عند تناول منتجات القمح المصنوعة من الحبوب الكاملة، ومن أهم هذه الفوائد ما يلي:

- **القيمة الغذائية للقمح الكامل :**

الطحين الأبيض والقمح الكامل عنصران أساسيان في الأطعمة المخبوزة كالخبز. وتشمل الأطعمة الأخرى التي تعتمد على القمح المعكرونة والشعيرية والسميد والبرغل والكسكسي... الخ. القمح الكامل مثير للجدل لأنه يحتوي على بروتين يسمى الغلوتين، والذي يمكن أن يؤدي إلى استجابة مناعية ضارة لدى الأفراد الذين يتحسسون منه، ومع ذلك بالنسبة للأشخاص الذين يتحملونه، يمكن أن يكون القمح الكامل مصدرًا غنيًا بمختلف مضادات الأكسدة والفيتامينات والمعادن والألياف.

يحتوي القمح غير المكرر على كربوهيدرات معقدة وألياف غذائية وكمية معتدلة من البروتينات. وفقًا لقاعدة بيانات وزارة الزراعة الأمريكية الوطنية، فإن القمح غني بالعناصر المحفزة والأملاح المعدنية والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والكبريت والكلور والزرنيخ والسيلكون والمنغنيز والزنك واليود والنحاس وفيتامين B ، إنه غني بالمواد المضادة للأكسدة، وخاصة في الكاروتينات مثل البيتا كاروتين.

قلب نواة القمح غني بشكل خاص بفيتامين E ، ومن المعروف أنها المصدر الرئيسي لمجموعة فيتامين B في الهياكل الغذائية في جميع أنحاء العالم وتشمل على الفيتامينات مثل الثيامين وحمض الفوليك وفيتامين B6 والمعادن مثل المنغنيز والمغنيسيوم والزنك.

**ومن حقائق التغذية ل(100 جرام) من دقيق القمح الكامل ما يلي حسب (mafahem.com)**

- السعرات الحرارية: 340 حريرة.
- الماء: 11%.
- البروتين: 13.2 جرام.
- الكربوهيدرات: 72 غراما.
- السكر: 0.4 جرام.
- الألياف: 10.7 غرام.
- الدهون: 2.5 غرام.

- **استخدامات القمح غير الغذائية :**

✓ يحسّن القيمة الغذائية لبعض الأنواع من الأطعمة وحبوب الإفطار وذلك بإضافة أجنة القمح لها لتدعيمها بمزيد من الفيتامينات.

✓ يصنع من لب القمح ملحٌ خفيف النكهة، وذلك باستخدام حمض الجلوتاميك والذي يستخلص من جلوتامات أحادية الصوديوم، والتي تمنح الملح بدورها نكهة مميزة مختلفة تماماً عن الملح العادي.

✓ يستخدم كعلفٍ للمواشي بعد تجفيف أوراقه، وسيقانه وطحنها. يدخل في تحضير السلال، والقبعات، وألواح الزينة، وصناديق القش التي تباع في الأسواق، والبازارات كنوعٍ من التراث القديم.

✓ يدخل في تحضير السماد الطبيعي عن طريق تخمير القش والسيقان لتسميد المزروعات، و الأشجار.

✓ يستخدم غلاف القمح في تلميع الزجاج، و بعض أنواع المعادن.

✓ يستخرج من نشا القمح مادة تدخل في تصنيع المواد اللاصقة التي تستخدم في لصق طبقات الخشب الرقيق.

- ✓ يدخل في إنتاج الكحول المستخدم كوقود. ويدخل في صناعة المطاط الصناعي.
- ✓ يُعتبر من أفضل العلاجات الطبيعية لمكافحة التلوث بأنواعه، لاحتوائه على الفيتامينات والتي تقدر بعشرين نوعاً، وأهمها فيتامين ج، والمجموعة الكاملة لفيتامين ب، وستة عشر نوعاً من الأحماض الأمينية، وثلاثة آلاف نوع من الإنزيمات، وأربعة عشر نوعاً من المعادن، والتي تتضاعف جميعها عدة مرات في حبة القمح المتبرعمة لتقي من أشكال التلوث الغذائية، وغير الغذائية.

يستخدم جنين القمح في علاج العديد من الأمراض أهمها:

- يقي من الأمراض لاحتوائه على مضادات الأكسدة.
- يقلل أعراض الشيخوخة في البشرة.
- يحمي من تلف الجلد وترهله مع مرور الزمن.
- يقلل الكولسترول الضار في الدم.
- يعالج مرض البهاق. يصلح الأنسجة التالفة لاحتوائه على فيتامين ب.
- يعالج حالات العقم عند الرجال.
- يخفف الهالات السوداء تحت العين.
- يعالج فقر الدم، ويعوّض نقص الحديد في الجسم.
- يمنح البشرة البياض الطبيعي، ويخفف التصبغات اللونية، وحروق البشرة.

**زيادة طاقة وحيوية الجسم :**

تعد حبوب القمح الكاملة مصدرًا جيدًا لفيتامينات المجموعة ب Vitamins B complex، والتي تساعد على زيادة مستويات الطاقة في الجسم، وتحسين وظائف الدماغ. كما أن غنى حبوب القمح بالكربوهيدرات يجعلها مصدرًا جيدًا للطاقة التي يحتاجها الجسم لممارسة الأنشطة اليومية.

**تحسين عمليات الأيض :**

يساعد محتوى القمح من الألياف الغذائية على تعزيز عملية الهضم وتحسينها بالإضافة لتحسين عمليات الأيض المختلفة في الجسم. كما أن تناول القمح الكامل بانتظام يساعد على:

- منع الإصابة بأي أمراض متعلقة بعمليات الأيض كالسمنة.
- منع تراكم الدهون الثلاثية.

- خفض مستويات الكولسترول الضار في الجسم.

**الحماية من حصى المرارة :**

من فوائد القمح أنه يساهم في حماية المرارة من الحصى، وذلك لأن القمح هو أحد أنواع الحبوب الغنية بالألياف، والذي تناوله بانتظام يساعد على إبطاء عملية الهضم، والتخفيف من العصارات الصفراوية، والتي تساهم كثرتها في تكون حصى المرارة.

**تحسين صحة جهاز الدوران :**

تحتوي حبوب القمح الكاملة على مركبات نباتية معينة وهامة تساعد على:

- حماية القلب من الأمراض، وخاصةً النوبة القلبية.
- خفض ضغط الدم المرتفع.
- تخفيف تصلب الشرايين.

**المساهمة في خفض احتمالية الإصابة بمرض السكري من النمط 2 :**

من فوائد القمح الهامة أنه غني بالمغنيسيوم الذي يدخل في تكوين عدد كبير من الأنزيمات في الجسم، والتي تساعد على التحكم بعمليات إنتاج الغلوكوز والأنسولين. قد وجد أن للقمح دور كبير في السيطرة على مستويات سكر الدم عمومًا، والحفاظ عليها في حدود صحية، الأمر الذي يجعله مفيدًا بشكل خاص لمرضى السكري.

**امتلاك فوائد أخرى :**

من فوائد القمح المحتملة الأخرى، أنه قد يساهم في كل مما يأتي:

- تخفيف حدة الالتهابات المزمنة.
- تقليل احتمالية الإصابة بسرطان القولون.
- حماية الأطفال من الربو.

- تنظيف الكبد من السموم.
- تحسين صحة بكتيريا الأمعاء الجيدة.
- حماية الدماغ من مرض الزهايمر.
- حماية الجلد من السرطان، وعلامات التقدم في العمر.
- تحسين صحة ومظهر الشعر.
- حماية العيون من مرض التنكس البقعي.

**فوائد القمح لصحة النساء :**

إضافة للفوائد السابقة، فإن القمح يقدم عدة فوائد تختص بالنساء، ومن أبرزها الآتي:

- المساعدة في مقاومة سرطان الثدي.
- المساهمة في الحفاظ على صحة الجنين أثناء حمل المرأة وحمايتها من أي مشكلات خلال فترات الحمل والرضاعة، وذلك بسبب غنى القمح بحمض الفوليك وفيتامينات المجموعة ب.
- تحسين صحة المرأة في سن اليأس، وذلك من خلال:
    - الحماية من خلل الهرمونات.
    - الحماية من زيادة الوزن.
    - التخفيف من الأعراض المزعجة المرافقة لسن اليأس.

**الشكل رقم 15: عينات من خبز القمح** (hyatoky.com)

**الشكل رقم 16: عينات من القمح واستخداماته** (www.almsdar.net)

**الشكل رقم 17 : عينة من القمح مع زيته** (jamalouk.net)

# الفصل الثاني

## I. الظروف البيئية الملائمة لنمو القمح:

- **التربة:**

توجد زراعة القمح في الأراضي الطينية الخصبة جيدة الصرف، ولا تتناسب مع الأراضي الرملية أو الملحية أو القلوية أو رديئة الصرف، يلجأ المزارع إلى تخصيص الأراضي الخصبة لزراعة القمح والأراضي الضعيفة لزراعة الشعير وذلك لقدرة الشعير على تحمل الظروف القاسية.

- **الحرارة:**

تلعب الحرارة دور أساسي في حياة النبات، فهي إما عامل محدد أو محفز للنمو فهي ضرورية للإنبات، وتختلف درجة الحارة المناسبة للقمح باختلاف الأصناف وأطوار النمو، ومثال ذلك الدرجة المناسبة لإنبات القمح هي 25°م وهي تعتبر درجة مثلى لنشاط العمليات الحيوية أثناء نمو النبتة حتى النضج، كما يحتاج نبات القمح أن يتعرض في أحد أطوار حياته لدرجات حرارة منخفضة حتى يتهيأ للإزهار، ويعرف ذلك بظاهرة الارتياع (**بوجنيبة، 2009**).

- **الرطوبة:**

يعتبر الماء كذلك عامل محفز ومحدد لنمو النبات، فبذرة القمح لا تنبت إلا بعد أن تمتص ما يعادل 25% من وزنها ماء، وتظهر أهمية الماء في مرحلتين مهمتين هما: مرحلة الإسبال ومرحلة ما بعد الإسبال. وقلة الرطوبة تؤدي إلى نقص كبير في عوامل المحصول، فالإفراط في ماء الري يؤدي إلى تعفن الجذور، عرقلة عملية النضج التام ***(Abdellaoui et al., 2011)***.

- **الضوء:**

يعتبر الضوء عاملا أساسيا في فيزيولوجية النبات الخضراء، فعملية التركيب الضوئي ظاهرة تحدث في عّدة مراحل كيميائية ضوئية و بيوكيميائية، يتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية الممتصة من طرف الأصبغة اليخضورية في الأنظمة الضوئية إلى طاقة كيميائية يستعملها النبات (Hauxva, 1992).

# II. الماء Water

## 1. دور المـاء في النـبــات :

الماء عامل حيوي مهم جدا في تطور المزروعات، يتغير محتوى الماء في النباتات حسب الأنواع النباتية، أعضاء النبات والوسط الذي ينمـو فيه، فأوراق الخس تحتـوي على 90 إلى 93% من المـاء، والخشـب المقطوع حديثا بـه 30 إلى 50% **(Leclerc, 1999).** معظم الوظائف الفيزيولوجية مرتبطـة بالماء والمواد الذائبة فيه، ويمكن إيجاز دور الماء في النبات فيما يلي :

- **الانتبــاج الخــلوي :**

وهو المسئول عن صلابة الأنسجـة النباتية ويضمـن الوضع القائم للأعضاء التي تفتقد إلى الأنسجـة الدعامية، عندما تكون التغذية المائية للنبات غير كافية فإن خلاياه تفقد الماء مما يؤدي إلى انكماش الخلايا ويترجم ذلك ظاهريا بذبول النبات، كما أن الانتاج مقرونا بالنمو هو الذي يسمح بتغلغل الجذور في التربـة **(Kies,1977).**

- **نقـل العناصر المعدنيـة والمواد العضويـة :**

بالإضـافـة إلى كونه يساهم في تثبيت بنيـة وتنظيم الخلية باعتباره المادة الأساسية في السيتوبلازم فإن الماء يلعب دور الناقل للعناصر الكيميائية المختلفة داخل النبات، فالمـواد العضوية المتشكلة في الأوراق تهاجر إلى باقـي أعضاء النبات في وسـط مائي، وكذلك بالنسبـة لمنتجات الاستقلاب (الأيض) الخلوي **(Morad, 1995).**

- **التنظيم الحـراري :**

مهما يكن محتوى الماء في النبـات فإن ذلك لا يمثل في الحقيـقة سـوى نسبـة ضعيفة مما تمتصـه الجذور من محلول التربة حوالي 1% حسب **(Morad, 1995)** ليس معنى ذلك أن الفارق قد أستُهلك لكن الماء ينتقل في تيار متواصل من التربـة إلى الجو عبر النبات، وتختلف كمية الماء المفقودة من نبات لآخر، فالنباتات العشبية مثلا تستبدل محتواها المائي يوميا **(Mayer, 1956)** حيث طرح الماء في شكل بخار بعملية النتح مما يسمح بتنظيم حرارة الأجزاء الهوائية للنبات ويساعده على التخلّص من الحرارة الممتصة في شكل أشعـة ضوئية.

- **الاشتراك في التفاعلات البيوكيميائية :**

بالإضافة إلى اعتباره وسطا ملائما لعمل الإنزيمات فإن الماء يدخل مباشرة في كثير من التفاعلات البيوكيميائية (الإماهة و التركيب الحيوي للمادة النباتية). الفائض المائي في التربة يؤثر في الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والحيوية لها ويعيق تنفس الجذور وبالتالي تطورها كما يسهل ظهور الأمراض **(Moise, 1976)**، في المقابل فإن العجز المائي يمثل عاملا محددا في إنتاج المحاصيل خاصة في فترة النمو**(Hanks et Rasmussen, 1982)**.

## 2. امتصاص القمح للماء :

يتوقف نجاح الإنبات وما يترتب عليه من التأسيس الجيد للمحصول على ريه. حيث يكون نمو البادرات قوي ويساهم في بناء السعة التخزينية للنبات من خلال زيادة التفريع وعدد الأزهار في السنبلة. كما يزيد من كفاءة استخدام المياه والسماد، ويقلل من إنبات الحشائش خصوصا الحشائش النجيلية والتي يرتبط إنباتها مع زيادة الرطوبة. وكل ما سبق يؤدي إلى زيادة المجموع الخضري والذي يرتبط بإنتاجية الحبوب في النهاية. و أما في حالة خروج البادرة ضعيفة ومتأثرة بزيادة مياه الري وعدم الصرف الجيد فلا يمكن معالجة ذلك مهما كانت الظروف.

يعتبر الماء من العوامل المحددة لإنتاج نبات القمح، كما أن أكبر كمية من الهيدروجين والاكسيجين التي تدخل في تركيب المادة الجافة مصدرها الماء. يشير **(Baldy, 1993)** الي انه من اجل الحصول على الإنبات فان بذور القمح تحتاج إلى الماء و يجب عليها أن تمتص من 20-25 مرة من وزنها ماء من اجل إعادة انتفاخ الخلايا الموجودة في حالة راحة والتمكن من تحليل ونقل المدخرات نحو الشتيلة ( ريشة موجودة داخل البدرة)**(Soltner, 1998)**، ويبين نفس العالم أن كمية الماء لها تأثير على المادة الجافة ومن اجل إذابة 1 غرام من المادة الجافة يجب توفير 500 ملل من الماء عند القمح الصلب.

ويشير**(Alkarou, 1998)** إلى وجود فترتين تتطلبان كمية كبيرة من الماء هما الخريف (البذر والإنتاش) والربيع (الاستطالة والتسبيل)، ويرى **(Neffar,2013 et Bousbaa, 2012 )** أن توفر الماء أو جلبه في فترة النمو تسمح برفع الإنتاج من 12 إلى 20 قنطار/ هكتار. إن امتصاص الماء من طرف القمح بصفة منتظمة يسمح لنمو مستقر مع رفع محتوى الحبة من المادة الجافة .

## 3. الماء في خلايا النبات :

يوجد الماء في خلايا النبات الحية في عدة صور منها:

- **الماء المرتبط كيميائيا**: مع بعض المركبات كالأملاح المعدنية.

- **الماء المتجمع سطحيا**: على بعض الجزيئات مزدوجة القطبية كالبروتينات والسكريات البسيطة والمركبة. يشكل هذا النوع 5-10 % من إجمالي الماء الموجود في الخلية، غير أن أي تغيير ولو بنسبة طفيفة يؤدي إلى تغييرات تركيبية كبيرة في البروتوبلاست. وترتبط جزيئات الماء هنا بالجزيئات الأخرى عن طريق الخاصية الشعرية أو قوى التشرب أو الروابط الهيدروجينية.

- **الماء المختزن**: وهو النوع الأكثر قابلية للنقل في الأنسجة النباتية. ويمثل أكثر من 50 %من إجمالي الماء في النبات. غير أن هذا النوع ايضا غير قابل للنقل بشكل كامل إذ إنه يكون مرتبطا بالقوى الأسموزية نتيجة وجود بعض المركبات مثل السكريات والأحماض الأمينية وغيرها.**(جابر مختار أبو جاد الله، 2010).**

# III. انتاج القمح :

## 1.إنتاج القمح الصلب في الجزائر:

لعب الغذاء دورا هاما في تطور المجتمع، وذلك باعتباره أحد عناصر الأساسية للحياة، وتتناسب الاحتياجات الغذائية لأي مجتمع مع ما توصل إليه من مراحل التطور الاقتصادي الاجتماعي كما تحدد درجة اكتفاء السكان بالغذاء بمدى تطور الطاقات الإنتاجية الزراعية وغير الزراعية، وباعتبار الاقتصاد الجزائري اقتصادا ناميا فإن مشكلة أتساع الفجوة الغذائية بين مستويات الإنتاج الغذائي ومستويات الاستهلاك الغذائي من أخطر المشاكل التي المتواجدة. تتبلور المشاكل الاقتصادية الغذائية في الجزائر في قصور الناتج الغذائي الجزائري بالنسبة لعدد كبير من السلع الغذائية الرئيسية في تغطية الطلب الاستهلاكي الداخلي منها خاصة الحبوب، والتي يأتي على رأسها القمح.

**تطور إنتاج القمح الصلب ومردوديته في الجزائر:**

إن أهم ما يميز إنتاج الحبوب بصفة عامة وإنتاج القمح بصفة خاصة، هو انخفاض المردودية كما أن الإنتاج يعرف تذبذبا من سنة لأخرى نظرا لاعتماد زراعته على التغيرات المناخية، وبالتالي فإن إنتاج ضعيف ولا يغطي من الاحتياجات المحلية إلى نسبة ثلث رغم اعتبار زراعة القمح في الجزائر من الزراعات الاستراتيجية وتتميز زراعة القمح الصلب في الجزائر بالخصائص التالية:

تتميز إنتاجية القمح بالضعف رغم تكثيف زراعته ورغم استقرار مساحته لمدة طويلة، مما يجعل إنتاجه دون المستوى المرغوب فيه، بحيث ظل متذبذبا لعقود من الزمن، نظرا لما عرفه قطاع الزراعة من تحولات وإصلاحات عديدة في مدة زمنية قصيرة.

اعتماد زراعة الحبوب الشتوية منها القمح بصورة أساسية على كمية الأمطار المتساقطة والتي تختلف كميتها من سنة لأخرى مما يؤدي إلى زيادة المساحة المزروعة قمحا في بعض السنوات ونقصها في بعض السنوات الأخرى، وتسقط الأمطار في الجزائر خلال فصلي الخريف والشتاء، وعلى الجزء الشمالي الصغير مقارنة بالجزء الجنوبي الكبير والذي كله صحراء ولا يسقط به المطر إلا نادرا وبالتالي فإن عملية زرع القمح لا تتم باستغلال المياه الجوفية، كما نضيف بأن هطول الأمطار في الجزائر غير منتظم وتختلف كمية المتساقطة من سنة لأخرى وأحيانا من حقبة لأخرى، وبالتالي فإن إنتاج القمح في الجزائر يتعرض إلى الانخفاض نتيجة الجفاف الذي يصيب منطقة شمال إفريقيا في جراء هذه التقلبات في سقوط الأمطار مما يؤدي إلى استيراد كميات كبيرة من القمح لتلبية طلب المتزايد.

إن إنتاج القمح في الجزائر ورغم الأثر الإيجابي الذي ظهر نتيجة تنفيذ المخطط الوطني للتنمية الفلاحية ابتداء من سنة 2001م والذي أدى إلى زيادة الإنتاج والإنتاجية إلا أنها لا زالت لم بلغ المستوى المطلوب مما يؤكد بأن زيادة الاهتمام بالفلاحة وإنتاج القمح بالخصوص ومعالجة النقص يؤدي إلى زيادة نسبة الاكتفاء الذاتي من المواد الغذائية وعلى رأسها القمح.

إن اغلب مداخيل الجزائر على موارد النفط وإذا ما تعرضت الأسعار إلى انخفاض فإن ذلك سينعكس على الواردات بالانخفاض لذلك فإن الاهتمام بقطاع الزراعة وعلى رأسه إنتاج القمح وأصبح أكثر من ضرورة في الوقت الراهن.

إن إنتاجية القمح في الجزائر والتي تعتمد زراعته على هطول الأمطار تعتبر ضعيفة أيضا اعتماد المزارعين على البذور المحلية الجيدة وارتفاع أسعاره بالإضافة إلى النقص الملحوظ بمداخيل الزراعة لاسيما تلك المداخيل الخاصة بالعتاد كالجرارات والحصادات، مع نقص في كمية السماد، الشيء الذي يجعل الفلاح الجزائري يعتمد في زراعته على الوسائل التقليدية، أيضا عدم لعب المرشدين دورهم في توجيه الفلاحين و مساعدتهم نحو انتقاء البذور المحسنة وكيفية استعمال الأسمدة وكميتها المطلوبة مما شكل عائق أخر لا يقل أهمية **(عامر، 2010).**

للتغلب على هذه المعوقات التي تعرقل تطور إنتاج القمح:

- حماية الأراضي الزراعية وذلك بين القوانين الملائمة لذلك و تنفيذها.

- صيانة الموارد الطبيعية من غابات و مصادر المياه وترشيد استغلالها.
- توفير المدخلات الزراعية بكل أنواعها مع مراعاة الجودة والسعر الملائم.
- تشجيع الفلاحين على زراعة القمح و بذلك بزيادة المنح كلما زاد إنتاج الفلاح.
- تشجيع الفلاحين على استخدام الوسائل الحديثة.
- توسيع المساحة المسقية قمحا وذلك بتوجيه الفلاحين إلى استعمال أدوات السقي الحديثة دون هدر للمياه.

## 2. الإنتاج العالمي للقمح:

يعتبر القمح من أهم محاصيل الحبوب في العالم من حيث المساحة المنزرعة وجملة الإنتاج، إذ يعتبر مكونا رئيسيا لغذاء معظم شعوب العالم، ولذلك يزرع القمح في جميع دول العالم تقريبا. وإن إحصاءات منظمة الأغذية والزراعة تبين الآتي:

1- لقد بلغت المساحة المنزرعة من القمح في العالم في عام 2016م حوالي 220 مليون هكتار أنتجت 744 مليون طن من الحبوب .

2- لقد زادت جملة الإنتاج العالمي من القمح في السنوات الأخيرة زيادة كبيرة، وأن حوالي 90% أو أكثر من كمية القمح المنتجة بالعالم تنتج في الدول الواقعة شمال خط الاستواء، وأقل من 10% منه تنتج في الدول الواقعة جنوب خط الاستواء .

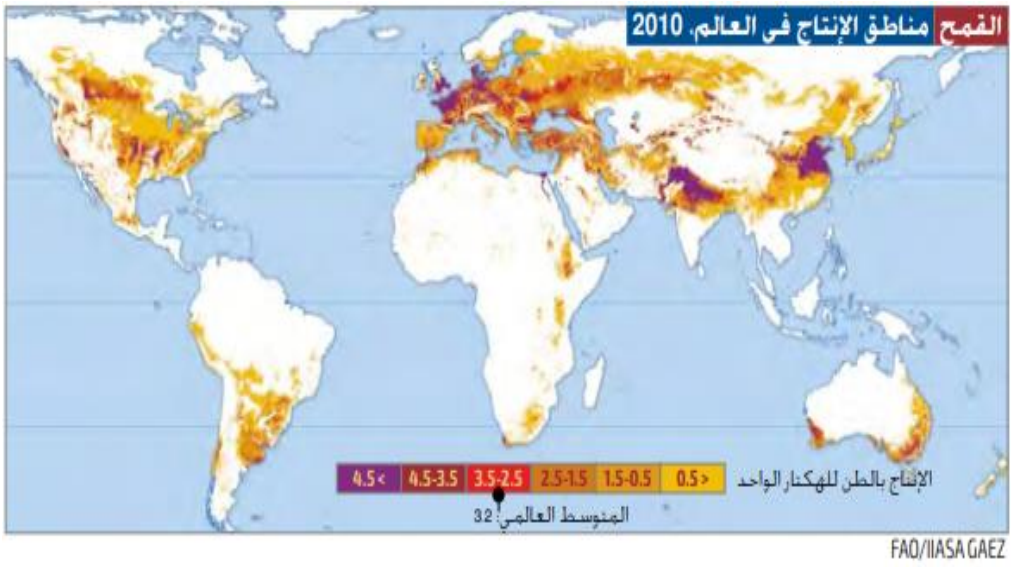
3- لقد ازداد متوسط محصول الهكتار في جميع دول العالم تقريبا في السنوات الأخيرة، وهذا يدل على محاولة دول العالم تحقيق الاكتفاء الذاتي من القمح .

4- يبين الجدول رقم 03 الدول العشر الأولى الرائدة في إنتاج القمح بالعالم، والدول العشر الأولى الأكبر تصديرا للقمح لباقي دول العالم عام 2018م **(وزارة الزراعة الأمريكية).**

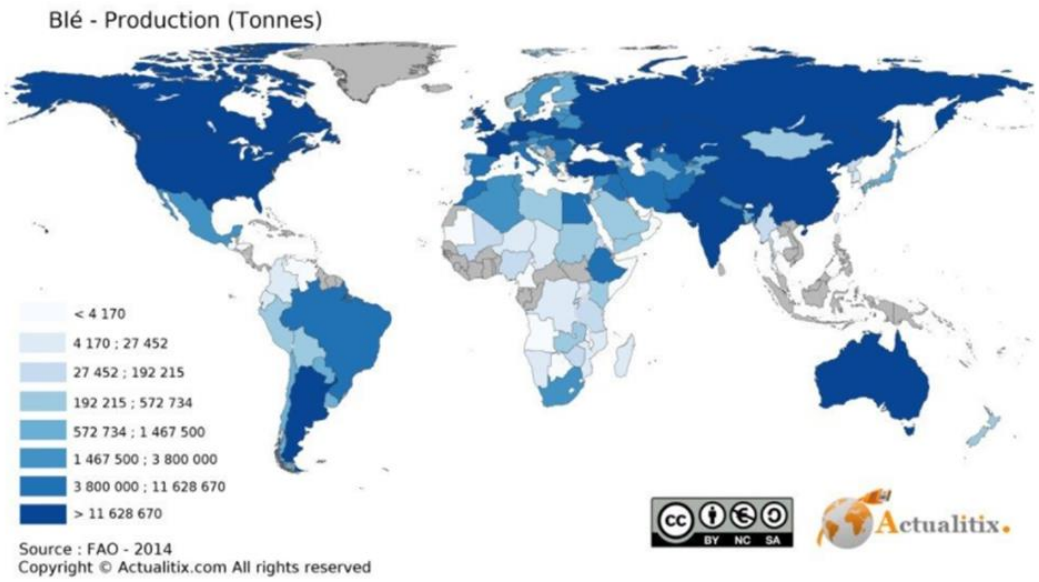
**جدول رقم 03 : يبين الدول العشر الأولى الرائدة في إنتاج القمح بالعالم، والدول العشر الأولى الأكبر تصديرا للقمح لباقي دول العالم عام 2018م**

| | الدولة | الإنتاج (مليون طن متري) | | الدولة | الصادرات (مليون طن) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الصين | 134.34 | 1 | روسيا | 37.00 |
| 2 | الهند | 98.51 | 2 | الولايات المتحدة | 26.26 |
| 3 | روسيا | 85.86 | 3 | كندا | 24.00 |
| 4 | الولايات المتحدة | 47.38 | 4 | المملكة المتحدة | 23.00 |
| 5 | فرنسا | 36.92 | 5 | اوكرانيا | 16.50 |
| 6 | استراليا | 31.82 | 6 | الارجنتين | 14.20 |
| 7 | كندا | 29.98 | 7 | استراليا | 10.00 |
| 8 | باكستان | 26.67 | 8 | كازاخستان | 8.50 |
| 9 | اوكرانيا | 26.21 | 9 | تركيا | 6.30 |
| 10 | المانيا | 24.48 | 10 | باكستان | 1.70 |

وإن أهم الدول المستوردة للقمح في العالم هي مصر، إندونيسيا، البرازيل، اليابان، الجزائر، كوريا الجنوبية.(**عبدالحميد محمد حسانين،2019**)




**الشكل رقم 18 : مناطق انتاج القمح في العالم (www.fao.org)**




**الشكل رقم 19: انتاج القمح في العالم 2014 (www.fao.org)**

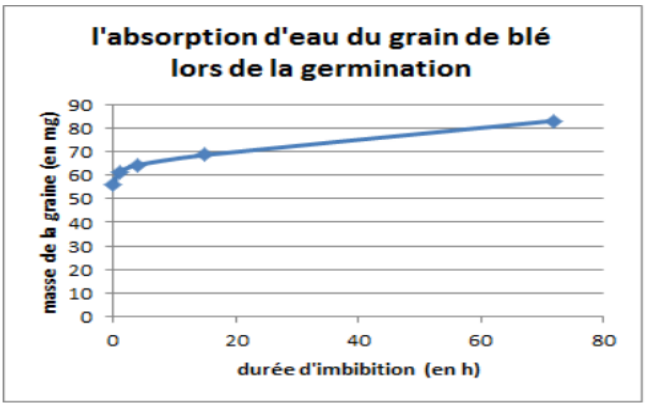
## IV. الأهمية الاقتصادية للقمح:

حسب **(قوادري، 2011)** أن لحبوب القمح أهمية اقتصادية كبيرة حيث تدخل في مجالات صناعية تحويلية كبيرة منذ الحرب العالمية الثانية نذكر منها:

- إنتاج الأصباغ المختلفة التي تستخدم للصناعات النسيجية والأصباغ.
- تصنيع الزيوت من أجنة الحبوب.
- إنتاج السليلوز ومشتقاته من قشور وبقايا نباتاتها ودخوله في تصنيع الورق والكرتون.
- استعمال المواد الأيضية للحبوب كمصدر الطاقة في إنتاج مواد التلميع والتنظيف.
- إنتاج المواد المحسنة في بعض الصناعات الغذائية كمشروبات منعشة وبدائل الحليب ومنتجات الألياف الأخرى.
- منتج للعلف بكل أنواعه.
- الغذاء الأساسي والرئيسي لعدد كبير من الشعوب.

## V. إنبات القمح :

1- **التشرب**: وفيها تمتص البذرة الماء متى أصبح متاحا. معتمدة على قوى التشرب بشكل أساسي. و لذلك يمكن للبذور الميتة أن تمتص الماء ناهيك عن البذور الحية. وحتى لو كان الجهد المائي للوسط الخارجي منخفضا يمكن للبذرة أن تمتص الماء نظرا لان محتواها المائي يكون قليلا في هذه المرحلة. بما يضمن جهدا مائيا منخفضا جدا.




**الشكل رقم 20: امتصاص بذرة القمح للماء خلال الانبات (Hervé Levesque)**

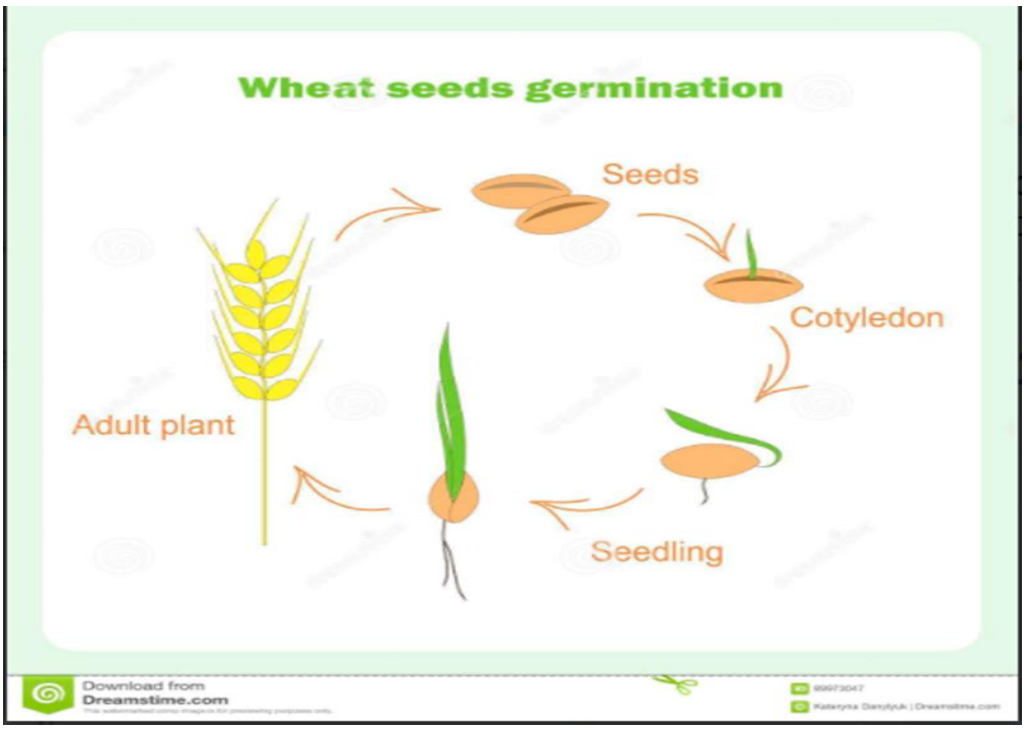
2- **تحليل الغذاء المدخر في البذرة**: (سواء في فلقتي البذرة أو في الإندوسبرم) بواسطة الإنزيمات وتحريكه إلى الجنين.

**الشكل رقم 21: بذرة القمح تحت التكبير(visualphotos.com)**

3- **انقسـام خلايـا الجنـين والنمـو**: وتظهـر هـذه المرحلـة بخـروج الجدير مـن البذرة ونموه.

إن تشرب البذرة للماء في وجود مـانع للإنبـات مثـل الأسـموزية المرتفعة يسمح بتحليل الغـذاء المـدخر, ولـو بشـكل جزئـي دون أن يبـدأ انقسـام الخلايـا والنمـو. فـإذا جفـت البـذرة عنـد هـذه المرحلـة , فإنهـا تنبـت بشـكل أسـرع عنـد تشـربها مـرة ثانيـة. ربمـا يلجـأ منتجـو البـذور إلـى معاملة البذور بطرق مشابهة بحيث تنبت في زمن أقل وبشـكل متجـانس (غالبيـة البذور تنبت في نفس الوقت).

**الشكل رقم 22: مراحل انبات القمح.**




**شكل رقم23: مخطط انبات بذور القمح (Dreamstime.com)**

## VI. عوائق إنتاج القمح :

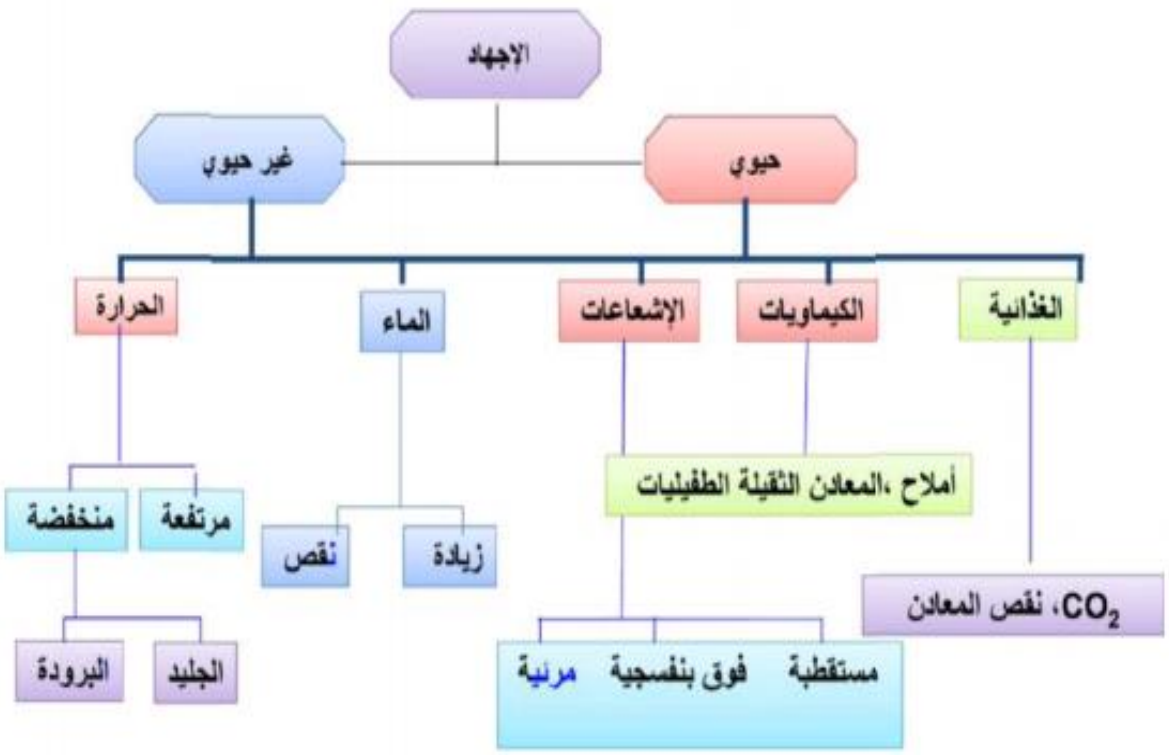
يرجع عدم استقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى التباين البيئي للوسط الزراعي الناجم أساسا من تأثير العوامل المناخية والترابية والتي تتمثل في قلة الأمطار وتذبذبها وقلة العناصر الغذائية، والتي تستغل جيدا من قبل النبات، نظرا لانخفاض درجة الحرارة، ظهور الصقيع الربيعي الذي يقلص من تبني الأصناف المبكرة الإسبال حسب(**Annichiarico *et al.*, 2002** ; **Annichiarico *et al.*, 2005**).

يعتبر الجفاف العامل الرئيسي المحدد للمردود في المناطق الجافة والشبه الجافة، على اعتبار انه مسئول بنسبة 66 % عن ضعف الإنتاج(**Adjabi, 2011 ;Neffar, 2012**). تنتج هذه الظاهرة في الفترة التي يقل فيها التساقط فتؤدي إلى انخفاض المحتوى المائي للتربة مما يجعل النبات يعاني من عجز مائي يكون في الغالب مصحوب بالتبخر الشديد بسبب ارتفاع درجات الحرارة (**Touati, 2002**) .

# الفصل الثالث

## I. الإجهاد Stress :

تتعرض النباتات في محيطها لعدة أنواع من الاجهادات أهمها الحرارة والبرودة وفائض الماء في التربة والعجز المائي والملوحة والإشعاعات والمواد الكيميائية ثم العوامل الحيوية .من الصعب تحديد معنى الإجهاد في البيولوجيا قد اعتبر بعض الباحثين ان المصطلحات المستعملة في الفيزياء يمكن إسقاطها مباشرة على حياة الكائنات الحية **(Grim, 1979)**. اما **(Kramer et Turner, 1980)** فقد عرف الإجهاد على انه عائق خارجي يخفض الإنتاجية إلى الحدود الدنيا مما يفترض أن تحققه القدرات الوراثية للنبات . أما **(Jones et Jones, 1989)** فكانا أكثر دقة حيث عرفا الإجهاد على انه كل قوة أو كل تأثير ضار يعطل النشاط المعتاد لأي جهاز نباتي. فالإجهاد البيولوجي هو تصور ميكانيكي معين اذ يعتبر القوة المطبقة على شيء في وحدة مساحة استجابته لهذه القدرة الخارجية. والمخطط التالي يوضح أنواع الإجهادات:




**الشكل رقم 24: أنواع الإجهادات (Gravet, 2007)**

## 1. الاجهادات الغير حيوية :

الاجتهادات الغير حيوية هي مجموع الظروف البيئية مفردة آو مشتركة و التي لها تأثير سلبي على النمو .التطور والتكاثر(**Jones and Qualset, 1984**).

إن انخفاض مردود القمح يرجع الى عدة أسباب من بينها الجفاف، الحرارة المرتفعة والمنخفضة، نقص التسميد ثم ملوحة التربة. ومن بين الاستراتيجيات المتبعة سابقا للتعامل مع الاجتهادات البيئية هي محاولة التخفيف من ضرر الاجتهادات من خلال السقي و استصلاح التربة والمعاملات الأخرى.

يمكن القول إن هناك سببين أساسيين لانخفاض معدل نمو النباتات المجهدة وهما :

**نقص الماء المتاح لخلايا النبات**: يبدو أن هذا هو السبب الرئيسي في نقص معدل النمو في الدقائق أو الساعات القليلة الأولى من تعرض النبات للإجهاد.

**الاستجابات التركيبية والوظيفية والجزيئية للنبات**: هذه الاستجابات ربما تكون هي العامل الرئيسي الذي ينظم معدل نمو النبات على المدى الطويل. وتعتمد هذه الاستجابات على عدة عوامل منها تراكم الأملاح الضارة مثل كلوريد الصوديوم داخل الخلايا ودرجة جفاف التربة وعملية الاتزان الأسموزي و غيرها...

## I. الإجهاد المائي Stress Hydrique:

يطلق مصطلح الإجهاد المائي على الحالات التي تعاني فيها النباتات شح في المياه من جراء انعداموتذبذب أو تأخر تساقط الأمطار. إن وجود إجهاد مائي يمكن أن يلاحظ من خلال العجز المائي المسجل على مستوى الأنسجة النباتية والذي يؤثر سلبا في المردود حسب **(Henin, 1976)**.

إن ظهور الإجهاد المائي خلال فترة قصيرة قد يؤدي إلى توقف مؤقت للنمو الذي يليه تناقص في شدة التركيب الضوئي **(Turner et Begg, 1981)**، وطول فترة التعرض للإجهاد المائي يجعل النبات يعاني من اضطرابات عديدة في مختلف الوظائف الفيزيولوجية مما ينتج عنه توقف تام في النمو **(Deraissac, 1992)** يعتبر الإجهاد المائي من بين الاجهادات الأكثر حدوثا في الطبيعة. ويظهر الإجهاد المائي حالما يكون الماء الممتص بواسطة الجذور اقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح. إن لفقد الماء عن طريق النتح علاقة خطية سلبية و المردود الحبي. لذلك وبصورة حتمية الإجهاد المائي يخفض المردود .

## II. تأثير الإجهاد المائي على نبات القمح :

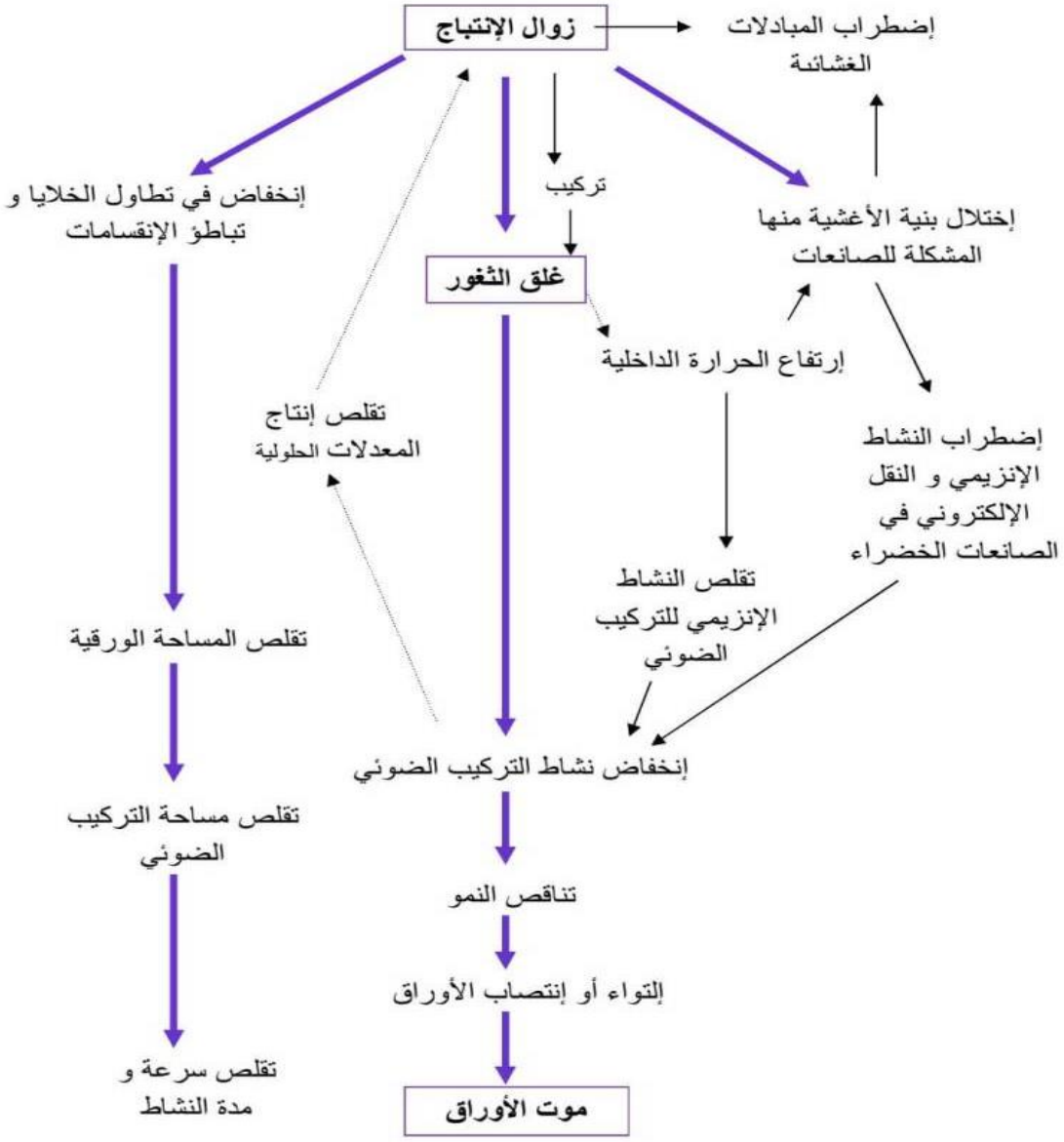
يمكن تلخيص مجمل تأثيرات الإجهاد المائي على النبات في النقاط التالية:

- يؤدي الإجهاد المائي إلى زيادة درجة الشيخوخة، تساقط الأوراق وعدم تكوين الأزهار.
- يؤثر على الأنسجة النباتية بحيث تتعرض للعديد من التغيرات منها التغيرات الإنزيمية والتغيرات في محتواها من الكاربوهيدرات والبروتينات (**بوزيتون وعمروش، 2013**) .
- يؤدي الإجهاد المائي إلى نقص واضح وكبير في تمثيل $CO_2$ في عملية التركيب الضوئي بسبب انغلاق الثغور نتيجة نقص الماء بالخلايا الحارسة (**محب،2011** ).
- بينت الدراسات تأثير الإجهاد المائي على التوزيع الأيوني في الورقة والجذر لنبات القمح الصلب بحيث يتغير التركيز في المحتوى كل من العناصر $Na^+$, $Cl^-$, $K^+$ , $Ca^{2+}$ بالتراكم الأيوني في النبات مما يمنع من امتصاص الأيونات الأخرى مثل $K^+$ من طرف النبات، وقد يوقف النمو عند النجيليات خاصة في مرحلة الصعود (**Montaison**) .

### 1. بعض المعايير المورفوفيزيولوجية في ظل الإجهاد المائي :

#### 1.2. الورقــة :

الورقـة هي العضو الأكثر تأثرا بالإجهاد المائي حيث يتوقف نمو النصل ثم تلتف الورقة وبعد إزهار النبات تشيخ الأوراق بسرعة (**Brisson,1996**)، لوحظ تأثير الإجهاد المائي بقياس طول الأوراق النهائية (**Ait kaki,1993**)، إذ يمكن لهذا المعيار حسب هذا الباحث أن يكون أساسيا في فهم آلية مقاومة الإجهاد المائي، كما أن الإجهاد المائي يقلص المساحة الورقية أي يقلص المساحة المستقبلة للضوء مما يؤثر سلبا في بناء المركبات العضوية، والشكل رقم (25) يوضح ذلك:




**الشكل رقم 25: تأثير الاجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية.**

### 2.2. التركيب الضوئي :

أكدت الكثير من الأبحاث تأثير الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي (**Oosterhuis et Walker,1987**). وبصفة عامة يرى الباحثون أن ذلك يتم بطريقتين:

- إما بارتفاع المقاومة الثغرية، مما يحدد انتشار غاز $CO_2$ إلى داخل الأوراق ومنه تحديد معدل التركيب الضوئي.
- أو بالتأثير على تفاعلات الاستقلاب في مستوى الخلية و عضياتها المسئولة على ذلك.

تعمل الخلايا الثغرية وغيرها في حالة الإجهاد المائي على تخفيض معدل التركيب الضوئي عند القمح ، وذلك بغلق الثغور و بتقليص المساحة الورقية والتقليل من فقدان الماء مما يؤدي إلى تخفيض المردود(**Wang *et al.*, 1992**). كما أن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (**Holaday et al., 1985**).

### 2.3. الجذور :

قليلة هي الدراسات التي بحثت الصفات الجذرية في ظل الإجهاد المائي رغم أهميتها في مقاومة الجفاف. تختلف مورفولوجية الجهاز الجذري من نوع نباتي إلى آخر فهي محددة بالنوع الوراثي كما أنها جد مرتبطة بالشروط الترابية والمناخية (**Chopart, 1984**) ،ولاحظ (**Benlaribi, 1990**) أن عدد الجذور يتأثر كثيرا في حالة العجز المائي.

### 2.4. دورة حياة النبات في ظل الإجهاد المائي وتأثير ذلك على المردود ومركباته :

تتغير حساسية النبات بتغير مراحل النمو.

**2.استجابات النجيليات للإجهاد المائي خلال تطورها**:

للإجهاد المائي تأثير متباين على مراحل تطور النبات، والجدول رقم (04) يوضح ذلك:

**الجدول رقم 04 : استجابات النجيليات للإجهاد المائي خلال تطورها.**

| مرحلـــة التطـــور | تأثير الإجهاد المائي | العواقب على المحصول |
|---|---|---|
| - البـــذرة | تأخر ونقص الإنتاش | تأثر مكونات المردود إذا كان عدد النبتات/م$^2$ أقل من 1000 |
| - النبتـــة | إرتفاع نسبـــة موت الخلف وإنخفاض تمثيل الأزوت | إنخفاض عدد السنابل/م$^2$ والمردود وتسارع في شيخوخة الأوراق. |
| - الإشطاء وبداية الأسبال<br>- تطاول السيقان وتطور السنابل<br>- خروج المآبر (anthése)<br>- النضج | موت المنشآت الزهرية،<br>تقلص طـــول السيقان<br>وتسارع في الشيخوخة Sénescence | إنخفاض عدد الحبوب والمردود، تراكم السكريات المنحلة في السيقان محددا تناقص قدرة التركيب الضوئي خلال امتلاء الحبوب.<br>وإختزال حجـــم البـــذرة. |

**1- النمو الخضـري :**

الجفاف يقلـص كل من طول وقطر الساق، طول السلاميـات، عدد الأوراق ومساحتها وهذا عند النباتات بصفة عامة **(May et Milthorpe, 1962 *in* Nemmar,1983).** أعتبر **(Fereres,1984)** أن حساسية المساحة الورقـية تجاه إجهاد مائي متوسط هي بمثـابة آلية تكيفية تساهم في نقل المواد الممثلة من أجل نمو الجذور وبالتالي تحسيـن الحـالة المائيـة للنبات، و في دراسـة على عبـاد الشمس أستخلص **(Liana *et al.*, 1972 *in* Nemmar, 1983)** أن العجز المائي خلال المرحلة الخضرية يقلّص بشكل ملحوظ طول الساق ويثبط تركيـب المادة الجـافة. كما بينت النتائج التي تحصل عليها **(Adjab,2002)** في دراسة على خمسة أصناف من القمح، عرضت لمستويات متزايدة من الإجهاد المائي، أنه كلما كان هذا الأخير شديدا، تقلصت المساحة الورقية أكثر.

**2- التكاثر والنضج :**

بينت بعض الدراساتأن الفترة بين مرحلتي الإزهار والنضج هي الأكثر حساسية للإجهاد المائي وأهم عارض لذلك هو ظاهرة الابيضاض**(Glaucescence)** الذي يؤدي إلى تقليص معتبر للمردود**(Dubois,1956 in Casals, 1996)**. يؤدي الإجهاد المائي الذي يصادف مرحلة التكاثر إلى تحديد عدد السنابل وإجهاض السنيبلات في طرفي السنبلة، كما يخفض من حيوية حبوب الطلع الذي لاحظ كذلك أن بسبب نقص الماء والعناصر المغذية **(Grignac,1986)**. أما العجز المائي الذي يصادف مرحلة النضج فهو غير ملائم تماما حيث يخفّض بشكل كبير وزن 1000 حبة **(Meklich *et al.*,1993)**، وذلك بتأثر عملية امتلاء الحبوب نتيجة تباطؤ أو توقف هجرة المواد المركبة في الأوراق وهو ما قد يمثل السبب الرئيسي في محدودية المردود النهائي.

## I. استراتيجيات التأقلم عند النبات :

تتوقف درجة مقاومة أو حساسية النبات لظروف الاجهاد على نوع النبات والتركيب الوراثي وعلى مرحلة النمو، كما إن هناك العديد من العوامل التي تحدد درجة استجابة النبات لظروف الإجهاد مثل نوع الإجهاد الذي يتعرض له النبات، عدد المرات التي يتعرض فيها النبات للإجهاد وفترة التعرض لظروف الإجهاد ودرجة الإجهاد ثم المرحلة العمرية للنبات والتركيب الوراثي.

تختلف الآليات التي تتدخل في مقاومة النبات للإجهاد المائي وتتميز بالتعقيد حيث تظهر خلال مراحل مختلفة بداية من المستوى الخلوي إلى غاية التشكل الكامل للنبات. هناك آليات هامة يستعملها النبات للتأقلم للإجهاد المائي تم وضعها من طرف **(Tumer, 1979)** و **(Levitt, 1982)** والملخصة من طرف **(Belhassen*et al.*, 1995)** و **(Hayek *et al.*, 2000)** إلى ثلاثة أنواع وهي التهرب أو التفادي أو التحمل ثم التأقلم والمقاومة. ويعتبر التداخل بين هذه الآليات أفضل طريقة لتامين مقاومة فعالة ضد الإجهاد **(Blum,1988)**.

- **تجنب الإجهاد :**

يعتبر التحمل أو التهرب من الجفاف احد الخصائص التشريحية التي تمكن النبات من الإفلات من الإجهاد المائي خاصة خلال المرحلة الحرجة او الحساسة من دورة حياته **(Blum,1988)** و يعرف بان

التقليص في المدة الزمنية للفترات المكونة لدورة حياة النبات يعرف بالتبكير من بين الظواهر المستعملة في التهرب والإزهار المبكر الذي يقلص من مخاطر العجز المائي **(Bahlouli *et al.*, 1998)**.

- **تفادي الإجهاد :**

هو مفهوم فيزيولوجي يعبر على قدرة النبات على النمو و إعطاء مردود مقبول تحت ظروف الإجهاد المائي و يعبر عنه البعض على انه قدرة النبات على البقاء اثناء نقص الماء دون أن يحدث ضرر بالنبات **(Mossad *et al.*, 1995)** يعرف التفادي بأنه قدرة النبات على الاحتفاظ بكمية عالية من الماء التي تمكنه من مواصلة مختلف العمليات الأيضية بمستوى مقبول والتمسك بحالة مائية جيدة من خلال استمرارية امتصاص الماء ومراقبة شديدة لفقده **(Blum,1998)**، حيث يلعب حمض الأبسيسيك دورا أساسيا في استجابة و مقاومة النبات للإجهاد**(Davies, 1991;Davies *et al.*, 1994)**، ويظهر كمؤشر كيميائي يرسل من طرف الجذور إلى الأوراق لتفعيل آليات التحكم في فقد الماء وخاصة غلق الثغور **(Davies *et al.*,1994 ; Sauter *et al.*,2001)**.

- **مقاومة الإجهاد :**

يعرف تحمل النبات للجفاف بقدرته على الحفاظ على النشاط الأيضي على الرغم من انخفاض الجهد المائي و تتغير آليات التحمل من نوع إلى آخر و في نفس النوع من مرحلة نمو إلى أخرى و تنقسم إلى :

**التعديل الاسموزي :**

يعتبر التعديل الاسموزي الميكانيزم الفيزيولوجي الأكثر استعمالا من طرف النبات في مقاومة الإجهاد المائي **(Zhang *et al.*,1999)** بحيث يتمكن النبات من تعديل أسموزية خلاياه من خلال زيادة تركيز العصير الخلوي ببعض المركبات التي تعرف من الضغط الاسموزي حيث تنقسم إلى :

- المواد العضوية توصف عادة بالملائمة أو غير الضارة حتى و إن وجدت بتراكيز عالية مثل الأحماض الأمينية (البرولين) المركبات رباعية الأمين والأحماض العضوية مثل الكاربوهيدرات الذائبة (الجلوكوز والفراكتوز والسكروز).
- المواد المعدنية توصف بغير الملائمة والضارة بأيض الخلية إذا وجدت بتراكيز عالية مثل البوتاسيوم الصوديوم الكلور**(Garge *et al.*,2002 ; Abebe *et al.*,2003)**.

## II. ميكانيزمات مقاومة القمح للإجهاد المائي:

من أهم المعاني التي يكتسبها مفهوم التأقلم مع الجفاف هو قدرة النبات على إعطاء إنتاج مقبول تحت ظروف الجفاف. والنبات المتأقلم هو ذلك الذي يحتمل أو يقاوم عجزا مائيا معينـا ويستطيع الإنتاج بمستوى مقبول مقارنة مع نبات آخر غير متكيف مع الجفاف(**Cecarelli, 1987**). تستجيب النباتات للإجهاد المائي بآليات تختلف والنوع النباتي، وهي الآليات التي لا يمكن فصلها عن بعضها البعض لأنها قد تكون متكاملة(**Hayek *et al*., 2000**).

## III. آليات مقاومة القمح للجفاف :

لاحظ (**Monneveux et Benlaribi,1988**) مدى تعقيد الظواهر الفيزيولوجية للتأقلم مع العجز المائي عند القمح الصلب، فقد سجلا تراكما للبرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي الذي يؤدي إلى جفاف الأوراق المسنـة وتخفيض القدرة على امتصاص الماء من طرف النبات مما يؤدي في النهاية إلى تقليص الإنتاج. فالنباتات المعرضة للإجهاد المائي تبدي استجابات مؤقتة لتنظيم حالتها المائية.فقد لوحظ من خلال الأبحاث العديدة في هذا المجال أن تلك الاستجابات هي ذات طبيعة فيزيولوجيـة مورفوفيزيولوجيـة وأخرى مرتبـطة بدورة حيـاة النبات، والجدول رقم (05) يلخص أهم تلك الاستجابات.

**الجدول رقم 05 : بعض آليات التأقلم مع الجفاف**

| الأليات | المعاييـــر | المصادر |
|---|---|---|
| تفادي (تجنب) الجفاف | - التبكيـر (précocité) | Grignac.,1986, Ali Dib et al., 1992 |
| تحسين إمتصاص الماء | - النسبة : القسم الترابي/ القسم الهوائي | Benlaribi et al.,1990 |
| تخفيض فقدان الماء | - إلتفاف الأوراق ،<br>- تقليص المساحة الورقية | Morgan .,1984 |
| القدرة علـى تحريـك المـواد الأيضية المخزنة | - طول النبات<br>- طول معلاق السنبلـة | McWilliam ., 1989<br>Nachit et ketata .,1991 |
| القدرة على التعديل الاسـموري الورقي | - تراكم المواد المعدلة الحلولية osmoticum<br>- المحتوى السبتي للماء | Monneveux et Nemmar .,1986<br>Schonfeld et al.,1988 |
| المحافظة على النشاط التركيبي الضوئي | - محتوى الأوراق من اليخضـور | Gummuluru et al.,1989 |

## 1. آليات مرتبطة بدورة حياة النبات :

وهي ما يصطلح عليها باسم الهروب أو التفادي (**Echappement**) وتتمثل في قدرة النبات على إنهاء دورة حياته خلال الفترة التي يكون فيها الماء متوفرا، فالنمو السريع والإزهار المبكر يسمحان بتفادي فترة الجفاف.

يطور النبات آليات تأقلمية مرتبطة بدورة حياته (التبكير) وأخرى فيزيولوجية (مقاومة جفاف الأنسجة) لتفادي الفترات الحرجة في حياته(**Brisson et Delecolle,1993**)، فالأصناف المبكرة تستطيع تجنب فترة العجز المائي التي تصادف عادة نهاية دورة حياة النبات.

فالتبكير آلية تستعملها النباتات لتجنب الجفاف، فقد تبين من النتائج التي تحصل عليها (**Cecarelli,1987**) أن الأصناف ذات المردود العالي هي دائما تلك التي تحدث عندها مرحلتي الأزهار والنضج مبكرا. أما النتائج التي تحصل عليها (**Nachit *et al*.,1992**) ; (**Kara Bentchikou,2002**) **et** فبينت أن المردود شديد الارتباط بالتبكير.وقد بين (**Turner,1986**) في دراسة على 53صنف من القمح، الشعير والثريتيكال أن التبكير بيوم واحد يؤدي إلى ارتفاع المحصول بـ 3 قنطار/هكتار.في المقابل لاحظ(**Fischer et Maurer,1978**) أن النتائج الايجابية للتبكير تبقى مرهونة بمدى حساسية النبات للفترة الضوئية ودرجات الحرارة المرتفعة .

## 2. آليات مورفوفيزيولوجية :

وهي آليات تتلخص في قدرة النبات على تفادي جفاف الأنسجة بمواصلة امتصاصه للماء من الوسط و بالتالي المحافظة على المحتوى المائي للخلايا(**Lewicki, 1993**) .يمكن إيجاز تلك الآليات فيما يلي:

### 2.1- استمرار الامتصاص :

القدرة على امتصاص الماء في ظل العجز المائي عند النجيليات مرتبطة حسب عدد من الباحثين بتطور الجهاز الجذري(**Ali Dib*et al*., 1992**) و(**Djebrani, 2000**). فالجذور هي العضو الوحيد لتزود النبات بالماء، لذا فالقدرة على النقل الأفقي للنسغ الناقص في مستوى الجذور يمثل أعلى درجات مقاومة الجفاف(**Peterson *et al*.,1993**) .

### 2.2- التقليل من فقدان الماء :

للمحافظة على محتوى مائي داخلي كاف، يبدي النبات جملة من الآليات، بعض الصفات المورفولوجية للأوراق مثل التفاف الأوراق والتنظيم الثغري تساهم في تقليص فقدان الماء(**Monneveux,1991**). لاحظ **(Clarke et Townley-Smith, 1986)** أن ظاهرة التفاف الأوراق هي في نفس الوقت مؤشر على انكماش الخلايا ووسيلة لتفادي جفاف الأنسجة بالتقليل من عملية النتح. تتمثل أهم آليات المحافظة على المحتوى المائي خلال فترات الجفاف فيغلق الثغور، التفاف الأوراق و تقليص امتصاص الإشعاعات الضوئية(**Araus et al.,1997**)، فعملية النتح مرتبطة بعدة عوامل داخلية أهمها المساحة الورقية، سمك طبقة الكيوتيكل، عدد الثغور و مكان توضعها على سطحي الورقة وهي العوامل التي يكيفها النبات حسب شدة الإجهاد المائي.كما أن ظاهرة الابيضاض **(glaucescence)** تخفض النتح الكيوتيكلي وتؤثر بقوة على المردود وعلى فعالية استغلال الماء بتأخير موت الأوراق **(Ludlow et Muchow,1990)**.

**الجدول رقم 06: المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف حسب (Monneveux, 1989)**

| معايير التأقلم | أمثلة |
|---|---|
| معايير مرتبطة بالدورة البيولوجية | - التبكير |
| معايير مورفولوجية | - تفرع الجهاز الجذري.<br>- وضع ومساحة الأوراق.<br>- حجم السيقان (القصبات)<br>- طول السفاه<br>- إلتواء الأوراق<br>- كثافة (trichome)<br>- (glaucescence) ولون الأوراق.<br>- وجود المواد الشمعية.<br>- كثافة وحجم الثغور ، انضغاط الميزوفيل.<br>- سمك الكيوتيكل ،عدد وقطر أوعية الخشب الجذرية . |
| معايير مورفيزيولوجية | - الآثار الثغرية وغيرها للإجهاد المائي على التركيب الضوئي.<br>- تقليص النتح بغلق الثغور .<br>- المحافظة على كمون مائي مرتفع .<br>التعديل الحلولي (تراكم الشوارد المعدنية ،البرولين والسكريات الذائبة) |

## 3.2- دور البرولين والسكريات الذائبـة :

أجمع العديد من الباحثين على أن أهم آليات التأقلم مع الجفاف هو التعديل الاسموزي الذي يسمح بالحفاظ على إنتباج خلايا النباتات المجهدة بتراكم عدة مواد منحلة كالنترات ($NO^{-3}$)، السكريات، الأحماض الأمينية (كالبرولين)، الأحماض العضوية وأملاح البوتاسيوم **(Monneveux et Benlaribi, 1988)** كما أن البرولين والسكريات تتركب بسرعة أكبر تحت تأثير الإجهاد المائي **(Ledoig et Coudret, 1992).**

### دور البرولين :

لاحظ **(Acevedo et Cecarelli, 1989)** أن تراكم البرولين عند النباتات المجهدة يعتبر عاملا محددا لتأثير الإجهاد المائي؛ كما أُعتُبر مؤشرا على التأقلم مع إجهاد معين (برودة، ملوحة أو إجهاد مائي) **(Cheeseman,1988)**، ذلك لأن البرولين يحافظ على ضغط حلولي خلوي مرتفع.كما أن تراكم البرولين عند القمح غير مرتبط بمرحلة معينة من النمو إنما هو ناتج عن الإجهاد المائي**( Monneveur et Nemmar, 1986).**

بينت الكثير من الدراسات أن تراكم البرولين لا يحدث إلا عند النباتات المجهدة، فقد أكد **(Hubac,1967 in Nemmar, 1983)** أن ارتفاع محتوى البرولين هو نتيجة مباشرة للإجهاد المائي. كما بينت الأعمال التي قام بها**(Adjab, 2002)** أن المستويات العالية لمحتوى البرولين سجلت في حالة الإجهاد المائي الشديد، نفس النتائج توصل إليها**(Bamoun, 1997)** و **(Adjab et Khezane, 1998)**، فارتفاع محتوى البرولين هو استجابة وقائية للنباتات تجاه كل العوامل التي تخفّض نسبة الماء في الخلايا.

### السكريات الذائبـة :

لاحظ **(Bensari *et al*.,1990)** أن تحمل الجفاف قد يكون راجعا للاستعمال التدريجي للمدخرات النشوية و أشار الكثير من الباحثين الى الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة و الأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة بالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية الظواهر (التفاعلات) المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف **(Duffus,1989 in Bamoun,1997 )**.

لاحظ **(Ali Dib*et al*.,1990 )** أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل انطلاقا من اليوم الثاني عشر من الاجهاد المائي. أما النتائج التي توصل إليها **(Adjab, 2002)** خلال معايرته للسكريات في الورقة الخامسة عند خمسة أصناف من القمح

الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكما ضعيفا للسكريات الذائبة.السكريات و البرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية وذلك بالمحافظة على انتباج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي للأوراق (**Ludlow et Muchow, 1990** و **Blum,1989**).

## 3. دور بعض أعضاء النبات وبنيته في تحقيق المردود في ظل العجز المائي :

يتحقق المردود النهائي بتداخل مجموعة من الآليات تساهم فيها أعضاء النبات المختلفة بالإضافة إلى مورفولوجية النبات.

### 3.1- دور الأوراق :

تلعب الورقة النهائية دورا أساسيا في امتلاء البذرة؛ فمصدر المواد العضوية التي تُخزن في البذرة هو عملية التركيب الضوئي التي تحدث في الأوراق خلال المرحلة ما بعد الإزهار (**Austin,1985**) .فيظل العجز المائي تشيخ الورقة النهائية بسرعة مما يحدد فعاليتها، فتأخذ بعض الأعضاء دورا مكملا لها خاصة الساق حيث تخزن فيه المواد المركبة ثم تهاجر نحو البذرة (**Austin *etal*.,1980**). أعتبر (**Gates *et al*.,1993**) أن حياة الورقة النهائية تقدر بتطور مساحتها الخضراء وهو مؤشر على مستوى عمل جهاز التركيب الضوئي في وجود عجز مائي. وتساهم الورقة النهائية خلال مرحلتي الأزهار والنضج بشكل كبير في تحقيق المردود عند النجيليات، ومنه بتأخير شيخوخة الأوراق يمكن تحسين امتلاء الحبوب (**Nelson,1988**).

### 2.3- دور السنبلة :

أظهرت عدة دراسات أهمية السنبلة في تركيب المواد العضوية التي تساهم في امتلاء الحبوب (**Blum,1989**) (**Febreroet *al*.,1990**)؛ يؤدي الإجهاد المائي إلى إضعاف الأعضاء التي تقوم بالتركيب الضوئي (الأوراق خاصة) مما يستدعي تدخل السنبلة (**Gates *et al* .,1993**). تمتاز بعض أصناف القمح الصلب بسفاة طويلة قادرة على تعويض الأوراق الميتة فيما يخص عملية التركيب الضوئي (**Mekliche *et al*., 1993**).

السفاه أقل تأثرا بالحرارة المرتفعة مقارنة بالورقة النهائية، لذلك فهي تساهم في رفع المردود في المناطق الحارة والجافة (**Blum,1989**)، حيث بينت العديد من الأبحاث التي أجريت على كثير من الأصناف تحت ظروف الإجهاد المائي أن السفاة تساهم في امتلاء الحبوب (**Ali Dib*etal*.,1990**; **Hadjichristodolou,1985** ) .

### 3.3- دور الساق :

الساق هو المقر الرئيسي لتوضع المادة الجافة غير المهيكلة المشكلة أساسا من:

الغليكوز، الفريكتوز والسكروز والتي تهاجر فيما بعد نحو الحبوب للمساهمة في امتلائها **(Davidson et Chevalier, 1992)**. تساهم المادة الجافة التي تتشكل في الساق قبل الإزهار بنسبة 3 إلى 30% في امتلاء الحبوب، كما أن 50% من المواد الناتجة عن التركيب الضوئي والمشكلة بعد الإزهار تُخزن أولا في الساق لمدة عشرة أيام أو أكثر قبل أن تحرك نحو الحبوب **(Bidinger*et al*.,1987)**. ترتفع مساهمة الساق في امتلاء الحبوب في حالة وجود عجز مائي **(Gates *et al*.,1993)**، ويمكن أن يكون ذلك بنسبة تفوق 40% من المادة الجافة للحبوب **(Austin *et al*., 1980)**.

### 3.4- طول النبات :

منذ مدة طويلة أرتبط طول النبات بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا وبالتالي امتصاص كمية أكبر من الماء **(Subbiah *et al*.,1968)** ومنه يكون مردوده أحسن. قدرة النبات على ملأ الحبوب مرتبط بكمية المواد المخزنة في الساق **(Blum, 1988)** ، وبقدرته على تحريك تلك المدخرات نحو الحبوب خاصة تحت ظروف العجز المائي الذي يصادف نهاية دورة حياة النبات**(Mc William, 1989)**.

**الجدول رقم 07: اليات التأقلم مع الاجهاد المائي عند النبات. (Belhassene*t al*., 1995 ; Hayek *et al*., 2000)**

| *الآليات (Mécanismes)* | *النماذج (Paramètres)* |
|---|---|
| ***التهرب من الإجهاد المائي :** | التبكير |
| ▪ **تفادي الإجهاد المائي :** | |
| 1 ــ تحسين عملية امتصاص الماء | طول وكثافة الجذور، عمق الجذور، نسبة مجموع الجذور/ مجموع الكتلة الهوائية . |
| 2 ــ انخفاض فقد الماء | التفاف الأوراق، هيئة واتجاه الأوراق، لون الأوراق، زغب الأوراق، تشمع الأوراق. |
| 3 ــ الاحتفاظ بالتشبع المائي | جهد مائي ورقي مستقر، المراقبة الثغرية للفقد المائي. |
| ▪ **المقاومة للإجهاد المائي :** | |
| 1 ــ قدرة التجديد و توزيع المدخرات | طول الساق، طول عنق السنبلة، طول السفا، معامل حصاد مرتفع . |
| 2 ــ التعديل الأسموزي | استقرار الغشاء الخلوي، تراكم المذيبات المنسجمة، الاحتفاظ على التشبع، جهد مائي ضعيف. |
| 3 ــ تثبيت نشاط التمثيل الضوئي | محتوى الكلوروفيل a و b، الاستشعاع الكلوروفيلي. |
| 4 ــ فعالية استغلال الماء | عدد البذور في وحدة المساحة، التمييز باستعمال نظير الكربون (Isotopique) . |

# الفصل الرابع

# I. الهرمونات النباتيـة والإجهاد المـائـي :

## 2. الهرمونات النباتيـــة :

الهرمونات هي عبارة عن مادة عضوية تنتج في خلايا محددة و يتم تأثيرها في نقاط بعيدة من مناطق تكوينها، ضئيلة التركيز، غير نوعية التأثير، نباتية المصدر طبيعية التكوين، وعندما يتم تصنيعها كيميائيا تسمى منظمات نمو النبات (**Kaya*et al.*, 2009**)، و منه فان ما نلاحظه من مظاهر النمو قد يكون محصلة لتأثير الهرمونات المختلفة (**نزار، 1999**). ويرى (**Petter, 2005 ; Heller et Lance, 2000**) أن الهرمونات النباتيـة عبارة عن مركبات عضوية طبيعية أو اصطناعية تؤثـر في عمليات الاستقلاب العام عند النباتات الشيء الذي ينجر عنه تغيرا في مظاهر نموها المختلفـة. إذا فالهرمونات تعمـل كإشارات كيميائيـة أو حاثات لتنشيـط أو تثبيـط نمو النبات.

أولى الملاحظات عن منظمات النمو كانت من قبل الباحث (**Du Mocean, 1958**)، و يرى كل من ( **Attiya and Jaddoa, 2010**) إن الهرمونات النباتية تؤدي دورا هاما في إنبات البذور إذ يتطلب هذا الاخير نظاما انزيميا و هذا النظام يكون تحت تأثير هذه الهرمونات، فهي تعمل كإشارة كيميائية للعضوية وتكون تأثيراتها سلبية أو ايجابية على النشاط الايضي (**Gasper*et al.*, 1996**)، إضافة إلى أنها تظهر مدى واسع من الاستجابات معتمدة على نوعية العضو أو النسيج الذي يظهر فيه نشاطها (**مرسي وعبد الجواد، 1972**)، و عليه من الممكن الاستفادة من معرفة تأثير الهرمونات النباتية إما بإضافتها للنبات أو بإضافة مواد تلفها أو تزيد من فعاليتها (**عبد العظيم وآخرون، 1989 و سعيد، 1977**).

يـلاحـظ على الهرمونات النباتيـة (عكس الهرمونات الحيوانيـة) أنها تؤثـر في عمليات فيزيولوجيـة عديدة ومختلفة في جسم النبات فينعكس ذلك على أكثر من مظهر من مظاهـر نموه، ومنه فإن ما نلاحظـه من مظاهـر نمو وتطـور النبـات قد يكون محصلـة لتأثيـر الهرمونـات المختلـفة (**نــزار،1999**) . هناك عـدة أنواع من الهرمونات النباتيـة تختلف عن بعضها في تركيبها الكيميائي وتأثيرها البيولوجـي. قد تكون هرمونات منشـطة كالأوكسينات خـاصـة AIA،الجبريلينات والسيتوكينينات أو هرمونـات مثبطـة كالايثيلين وحمض الأبسيسيك(**Petter, 2005 ;Heller et Lance, 2000**) أو قـد تكون مركبات أخرى كالاوليـغوسكريات، الأمينـات المتعددة، حمض السلسيليـك (**Heller et Lance,2000**). عموما لا يمكن الحكم على الهرمونات ما إذا كانت منشطة أو مثبطة لان ذلك يعتمد على التركيز المستعمل، فهي تصبح مثبطة للنمو حينما تستعمل بتراكيز مرتفعة (**حوادق وآخرون،2013**).

**الجدول رقم 08 :أهم عائلات الهرمونات النباتيـة و بعض وظائفها الفيزيولوجية (Hopkins,2003).**

| الهرمون | مكان التخليق | الاكتشاف | الحركة | الدور الفيزيولوجي |
|---|---|---|---|---|
| الاوكسينات | قسم السيقان والأوراق الفتية | Went,1928 | من الأعلى قطبية إلى الأسفل عبر اللحاء أو العكس | - تحفز تطاول السوق و الجذور.<br>- تحفيز تطاول الخلايا و تمايزها.<br>- تحفيز الانقسام الخلوي.<br>- تحفيز تطور الأزهار و الثمار اللحمية<br>- يساهم في الانجذاب الضوئي phototropisme<br>- Gravitropisme والانجذاب الأرضي |
| السيتوكينات | الجذور | Milleretal.,1956 | غير قطبية في كل الاتجاهات في الخشب واللحاء | - تحفز انقسام و نمو الخلايا.<br>- تحفز تجدد البراعم وإزالة السيطرة القمية.<br>- تمايز أعضاء النبات Morphogenèse<br>- ضرورية لتحريك المواد المغذية.<br>- تؤخر شيخوخة الأوراق<br>- كسر الحياة البطيئة للبذور والبراعم |
| الجبرلينات | مناطق النمو مثل قمم الأغصان والجذور الفتيـة | Yabuta et Sumiki. 1938 | غير قطبية في كل الاتجاهات تنتقل في الخشب واللحاء | - تنظم تطاول السوق.<br>- تحفز إنتاش البذور.<br>- تحفز عملية الإزهار.<br>- يحفز تركيب amylase-α خلال إنتاش البذور. |
| الايثيلين | جميع أعضاء النبات | GaneR.,1934 | في جميع الاتجاهات بالانتشار الغازي | - يحفز نضج الثمار.<br>- يقلل من السيطرة القمية.<br>- يثبط تطاول السوق و الجذور.<br>- يؤخر الإزهار و يحفز نضج الثمار.<br>- يؤخر هجرةAIA<br>- مسؤول عن مظاهر النمو غير العادي. |
| حمض الابسيسيك | قلنسوة الجذور | WaringP.F., 1964 | | - مسؤول عن تحريك المواد المركبة ضوئيا<br>- الى الحبوب خلال نضجها.<br>- ينظم إنتاش البذور.<br>- يحفز تركيب البروتينات في الحبوب.<br>- يساهم في استجابات النبات للإجهاد المائي. |
| الامينات المتعددة | خلايا جميع النبات | | | - تحفيز النمو عموما.<br>- رفع مقاومة النباتات للإجهاد الحراري. |
| البراسينو- ستيروويد | حبوب الطلع الأوراق و الازهار | | | - تنشط تطاول الخلايا عند النبيتات النامية.<br>- تساهم في تطور النباتات. |

## II. منشطات النمو النباتية :

### 1. الأوكسينات Auxines:

الأوكسينات هي أول الهرمونات النباتية اكتشافا. تشكل الأوكسينات في القمم النامية للنبات حيث الأنسجة المرستيمية ثم تنتقل عبر محور النبات إلى مناطق تأثيرها. من أهم الأدوار التي تقوم بها في النبات تحفيز تطاول الخلايا، كما تساهم في عدة وظائف أخرى أهمها البدء الجذري، تمايز الأنسجة الناقلة وتطور البراعم .

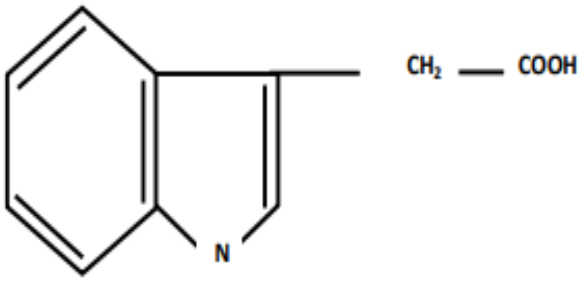
يعتبر حمض الأندول-3- أسيتيكAIAأهم الأوكسينات في النبات، كما توجد مشتقات أخرى لها نشاط أوكسيني مثل الأندول-3-إيثانول، الأندول-3-أسيتالدهيد والأندول-3-إسيتونيثريل، وهي مواد تتحول في الأنسجة النباتية إلى AIA لتصبح نشطة. كان يعتقد أن AIA هو الأوكسين الطبيعي الوحيد، لكن بعض الأبحاث توصلت إلى اكتشاف مواد أخرى في النباتات لها نفس خصائص الأوكسينات من بينها حمض الأندولبيوتيريك AIB الذي أكتشف في بذور وأوراق الذرة (**Epstein *et al.*, 1989**) وحمض 4 كلورو AIA- الذي وجد في بذور البقوليات (**Engvild, 1986**) وحمض الفينيل أسيتيك إلا أنه لم يعرف لحد الآن إذا كانت هذه المواد تتحول إلى AIA لتصبح نشطة .

**حمض الاندول -3- اسيتيك (AIA):**

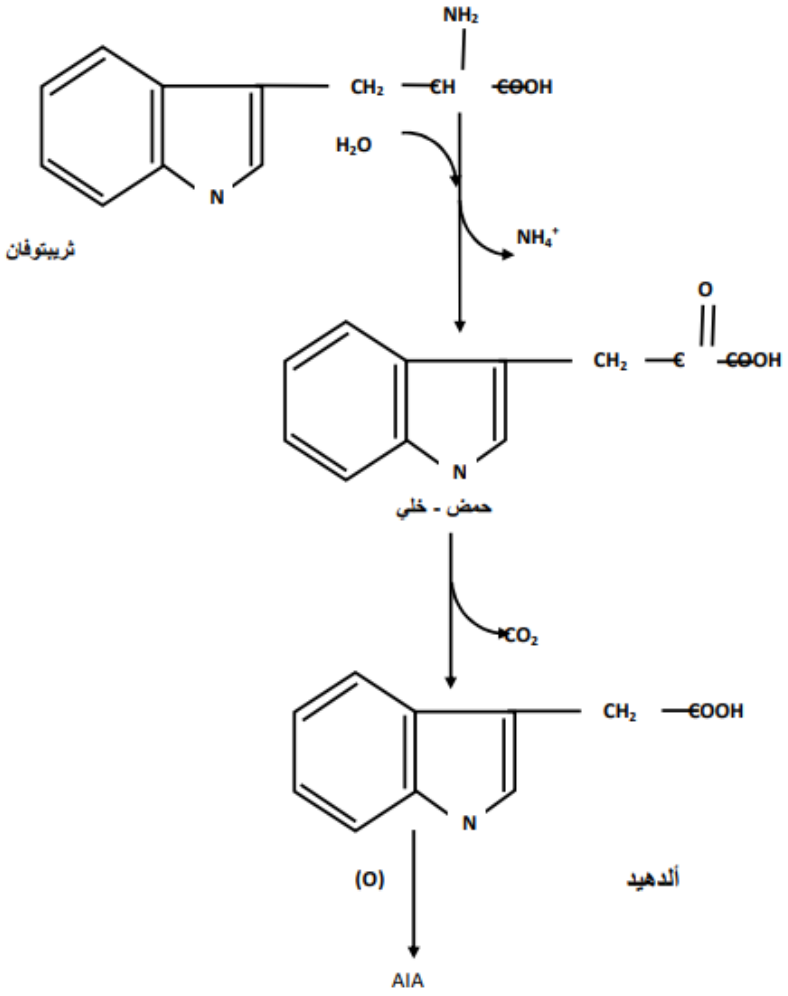
وهو من أهم الأوكسينات، يوجد في النبات على شكلين: صورة حرة ، وصورة مرتبطة مع الأحماض الأمينية خاصة حمضي الأسبارتيك و الغليتاميك.

**الصيغة الكيميائية أو التركيب الحيوي :**

:يتركب AIA في الخلايا النباتية الفتية انطلاقا من حمض أميني (التربتوفان)Trp وفق سلسلة من التفاعلات نوجزها بالمخطط التالي **(Heller et Lance, 2000).**




**الشكل رقم 26 : الصيغة الكيميائية لحمض الاندول الخلي AIA**




**شكل رقم 27 : التفاعلات المؤدية الى تركيب حمض الأندول الخلي (AIA)**

## 3. استعمال الأوكسينات لرفع مقاومة الجفاف :

بالإضافة للأدوار الأساسية المذكورة سابقا، فإن للأوكسينات وظائف فيزيولوجية هامة. فقد لاحظ (**Cleland et Burstrom,1961**) أن الأوكسينات تزيد في كمية المواد المذابة الموجودة في عصارة الخلية. من جهة أخرى أشار(**Northern,1942**) أن الأوكسينات تنقص من لزوجة السيتوبلازم مما جعله يعتقد أن الأوكسين يحلل بروتينات السيتوبلازم مما يؤدي إلى تشكل مواد نشطة أوسموزيا فيرتفع الضغط الحلولي مما يساهم في زيادة انتشار الماء إلى الخلايا. ثبت تجريبيا أن البذور النباتية المنقوعة لمدة 24 ساعة في محاليل الأوكسينات خاصة AIA (بتركيز 1-0.1جزء في المليون) تنبت سريعا وينشط نموها الجذري كما في بذور القمح، الذرة، الشوفان، البسلة والفول. لاحظ **(Sarin,1961 حسب الشحات، 1990)** أن نقع بذور القمح في محلولAIA (1-0.1جزء في المليون) لمدة 24 ساعة ثم زراعتها في وسط ملحي من كبريتات الصوديوم($Na_2SO_4$) بتركيز 0.6 % يجعلها تعطي نباتات ذات إنتاج ثمري مرتفع بالرغم من بقاء جذورها الرئيسية قصيرة، الشيء الذي قد يفسر بأن للأوكسينات تأثير مزدوج على الجذور، على أساس أنها تحفز استطالة الجذور الثانوية، مما ينعكس إيجابيا على النمو والإنتاج.

كما ثبت في أكثر من دراسة أنه يمكن رفع مقاومة النباتات للجفاف والإجهاد المائي من خلال معاملتها بواحد أو أكثر من الهرمونات النباتية، حيث سجل (**El-Tayeb,1986**) حسب ما ذكره **(El-Meleigy *et al.*,1999)** أن إضافة AIA، GA3 أو الكينتين لنباتات الذرة، الفاصوليا والقرع المجهدة تعطي نتائج جيدة من حيث النمو والتطور. ولاحظ (**El-Meleigy *et al.*, 1999**) في دراسة على الفول السوداني تحت ظروف الجفاف و باستعمال 50 جزء في المليون من GA3 والكينيتين 10 جزئ في المليون، تحسن نموها الخضري وإزهارها وإثمارها مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالهرمونات.

وأقترح(**Dumbroff et Marshall,1999**) أن إضافة الهرمونات النباتية أو مواد محفزة لتخليقها مثل **(Paclobutrazol)** بغرض زيادة مطاطية الجدران الخلوية على اعتبار أن هذه الأخيرة تساهم في تنظيم الانتفاخ الخلوي عند انخفاض المحتوى المائي الشيء الذي يحقق وقاية أحسن للنباتات من الجفاف.

عموما يعد هرمون الأوكسين واحد من أهم الهرمونات للنباتات، وكان الدافع ليكتب عالم النبات تشارلز داروين وابنه كتابهما **(قوة الحركة في النباتات)**، وذلك بعد أن أصيب العلماء بالحيرة اتجاه هرمون الأكسين لأكثر من مئة عام.

**تؤثر الأوكسينات في النبات من خلال**:

- زيادة معدلات انقسام الخلايا في القمم النامية و كذلك زيادة حجم الخلايا.
- زيادة معدلات تكوين الشعيرات الجذرية و الجذور الثانوية
- تحسين معدلات التزهير و تكوين حبوب اللقاح و الإخصاب و العقد، وتستخدم الاوكسينات رشا على المجموع الخضري في حالة وجود ظاهرة العقد البكري الناتجة عن فشل عمليات الإخصاب و تكوين البذور.
- تعمل على تحريك البراعم الخضرية والزهرية وكسر سكون البراعم
- تشجيع أنبات البذور حيث يتم نقع البذور في محلول مخفف التركيز من مادة الاوكسينات حيث انه يشجع على إنباتها والعمل على شق الجذور
- يتم استخدام بعض الاوكسينات من أجل العمل على نضج الثمار سريعاً أو كمبيدات للأعشاب حيث يتم رش القمح بها من أجل العمل على موت الأعشاب عريضة الأوراق دون أن يتم التأثير على القمح، ويتم استخدام هذه التقنية على نطاق واسع وكبير في كثير من الدول منذ عشرات السنين.

هناك مشتقات صناعية لها تأثيرات مشابهة للأوكسين منها النفثالين أسيتيك أسيد NAA يكون تأثيره الفسيولوجي على المجموع الخضري مشابها لتأثير الأوكسين الطبيعي و كذلك إندول حمض البيوتيريك IBA الذي يعمل على زيادة تكون الجذور، وتؤدي المعاملات به بزيادة نسبة نجاح شتل العقل في مشاتل الفاكهة و نباتات الزينة.

## 2. الجبرلينات Gibberellins:

هرمون الجبرلين Gibberellin هو هرمون تم اكتشافه لأول مرة عن طريق نوع من الفطريات التي يطلق عليها اسم **جبريلا فوجيكوروي Gibberella fujikuroi**. وهو هرمون محفز لنمو النباتات، وتفتقر إليه بعض النباتات كالأرز، ويتضمن هرمون الجبرلين العديد من الأنواع أشهرها هو حمض الجبريليك، ويمكن العثور عليه في النباتات الوعائية، وأكثر جزء يحتوي على هرمون الجبرلين في النبات هو البذور. ولم يعرف حتى الآن منظمات نمو صناعية تابع لها مجموعة الجبرلين بل ما زال الجبرلين يستخلص من الفطر كوسيلة سهلة واقتصادية.

وتتميز بالتأثيرات الفسيولوجية التالية على النباتات المختلفة:

- زيادة النمو الطولي للساق عن طريق زيادة حجم الخلايا.

- التغلب على ظاهرة التقزم سواء الوراثي أو الناتج عن الظروف البيئية غير المناسبة.
- التحرر من كمون البذور وسكون البراعم أي كسر طور السكون حيث يتم غرس النباتات مثل البطاطس و البطاطس في محلول من مادة الجبرلين، من أجل أن يساعدها على الإنبات السريع وعدم تعفن البراعم في التربة من أجل العمل على تنشيط البراعم بعد فترة من السكون الشتوي.
- تحسين إنتاج العنب عديم البذور، حيث يوجد عدد من ثمار العنب تكون حباتها صغيرة للغاية ومتراصة فوق بعضها مما يعمل على تعفنها، يتم رش عناقيد العنب عن طريق مادة الجبرلين من أجل المساعدة على خف الأزهار وتبدأ حبات العنب كبيرة وجاهزة من اجل النضج.
- زيادة حجم الثمار.
- انخفاض نسبة الأزهار المؤنثة إلى الأزهار المذكرة وخاصة في العائلة القرعية.
- تأخير شيخوخة النبات و تأخير موعد قطف الثمار حيث ترش أشجار الحمضيات وأشجار الكرز قبل موعد قطفها من أجل العمل على تأخير موعد القطف.
- التغلب على ظاهرة تبادل الحمل، وذلك من أجل مساعدة النبات على العمل على تخفيف الحمل عن الأشجار من أجل المساعدة على عدم إضعاف الشجرة.
- معاملات ثمار العنب بالجبريلين تؤدي غلى تحسين حجم و جودة الثمار
- معاملة قصب السكر بالجبريلين يؤدي إلى زيادة الإنتاج.
- معاملة ثمار التفاح بمخلوط من الجبريلين و البنزيل أدينين أدت إلى زيادة جودة الثمار وزيادة نسبة السكريات في الثمار.
- معاملة ثمار الموالح بالجبريلين و السيتوكينين يطيل عمر ثمار الموالح و يجعلها قابلة للتخزين فترة طويلة على الأشجار.

إن تأثيرات الجبريلين الفسيولوجية تكون ناتجة عن تأثيره على نشاط إنزيم الأميليز Amylase الذي يحلل جزيئات النشا داخل الخلايا إلى سكريات أحادية، مما يؤدي إلى ارتفاع الضغط الأسموزي و زيادة امتصاص الخلايا للماء. بالإضافة إلى ذلك فإن الجبريلين يؤدى إلى زيادة مرونة الجدار الخلوي للخلايا النباتية و بالتالي زيادة حجمها نتيجة انتفاخها بالماء.

## IV. السيتوكينينات Cytokines :

ينتمي هرمون السيتوكينين **Cytokine** إلى مجموعة الهرمونات المحفزة لنمو النبات، ويتميز هرمون السيتوكينين بأنه لا يُفرز من النباتات فقط، حيث إن بعض أنواع البكتيريا، والفطريات والعديد من حقيقيات النوى قادرة على إفرازه، ويعد هرمون السيتوكينين أحد الهرمونات المنتجة لغاز النيتروجين، وتقوم النباتات بإنتاجه في الجذور، ومن ثم ينتقل من خلال النسيج الخشبي للنباتات حتى يصل إلى الأوراق والفاكهة.

وتتمثل التأثيرات الفسيولوجية للسيتوكينينات فيما يلى:

- إلغاء السيادة القمية الناتجة عن تأثير الاوكسينات.
- ينشط التفريع الجانبي
- يزيد معدل تطور البلاستيدات الخضراء
- يؤخر شيخوخة الأوراق.
- يزيد من بناء الكلوروفيل فى الأوراق.
- ينشط انتقال العناصر الغذائية خاصة العناصر بطيئة الحركة مثل الكالسيوم.
- النسبة بين السيتوكينين و الأوكسين تكون مسئولة عن الشكل المورفولوجي للنبات.

## III. المواد المثبطة للنمو Growthinhibitors :

- **حمض الأبسيسيك ABA :**

عبارة عن مؤخر نمو يتكون في البلاستيدات الخضراء وذلك عند تعرض النبات للإجهاد البيئي. يؤثر حمض الأبسيسك على نمو البراعم ويسبب سكونها كما يعمل على تكوين مواد حامية للبراعم من ضرر الصقيع، على الرغم من تأثيرات حمض الأبسيسيك المؤخرة للنمو إلا أنه ضروري لمقاومة النبات للإجهاد البيئي والحفاظ على حيوية الخلايا و تتمثل التأثيرات الفسيولوجية لحمض الأبسيسيك فيما يأتي:

- تثبيط نمو البراعم (سكون البراعم).
- تثبيط عمليات الإنبات (كمون البذرة).
- عند العطش فإن حمض الأبسيسك يعمل على غلق الثغور وذلك بالتحكم في نسبة الصوديوم و البوتاسيوم في الخلايا الحارسة.

- يثبط فعل الجبريين و يثبط الجينات المستحثة بواسطة الجبريين.

- **الإثيلين Ethylène :**

يتبع غاز الإثيلين مؤخرات النمو النباتية والتي تكون مسئولة عن المقاومة للظروف البيئية غير المناسبة لنمو النبات يتكون غاز الإيثيلين من الحمض ألأميني المثيونين ويتميز بأنه لا يتراكم في الخلايا النباتية لكونه غير ذائب في الماء ويلعب الإثيلين دورا هاما في العديد من العمليات الفسيولوجية أهمها الآتي:

- تنظيم نضج الثمار عن طريق تنشيط الأنزيمات المسئولة عن نضج الثمار.
- يلعب الإثيلين دورا هاما في تلوين الثمار
- يعمل على زيادة نسبة الأزهار المؤنثة إلى الأزهار المذكرة و خاصة في القرعيات.
- يزداد تكوين الإثيلين تحت ظروف الإجهاد
- مسئول عن تساقط الأوراق في الأشجار المتساقطة.
- الإثيلين يضاد فعل السيتوكينينات في عملية بناء الكلوروفيل حيث أن المعاملة بالإثيلين تؤدي إلى اصفرار الأوراق ثم سقوطها.

## IV. منظمات النمو الثانوية:

عبارة عن منظمات نمو توجد في بعض الأنواع النباتية وتكون موجودة بتركيزات منخفضة جدا وذات تأثيرات فسيولوجية هامة و من منظمات النمو الثانوية:

- **حمض السالسيليك:**

منظم نمو نباتي يعمل على حث مقاومة النبات للإجهاد البيئي عن طريق تنشيط عوامل المقاومة وذلك من خلال تأثيره على مجموعة من الجينات يطلق عليها الجينات المنظمة بواسطة حمض السالسيليك.

- **البرازينوستيرويد:**

هرمون نباتي يعمل كمضاد لفعل الجبريلينات وتم اكتشافه في حبوب لقاح نباتات العائلة الصليبية وتتميز بتأثيراتها الفسيولوجية التالية:

- زيادة معدلات تكوين السكريات في الثمار.
- تطوير الثمار و تلوينها عن طريق تنشيط تكوين صبغة الأنثوسيانين.
- تحسين نسبة الخصوبة في نباتات العائلة القرعية.

- **حمض الجاسمونيك:**

عبارة عن هرمون إجهاد حيث يتكون من الحمض الدهني لينولينيك ويلعب حمض الجسمونيك دورا رئيسيا في مقاومة الإجهاد حيث يعمل على تنشيط النظم المضادة للأكسدة المسئولة عن المقاومة

يجب التأكيد على أن استخدام منظمات النمو النباتية لتحسين الإنتاج لابد وأن يكون تحت درجة عالية من التحكم في التركيزات المستخدمة ويتم من خلال معرفة كاملة بفعل هذه المنظمات حتى تؤدي دورها المطلوب.

# الفصل الخامس

# I. الملوحة

## II. تأثير الملوحة على النبات:

إن عملية تملح التربة لا يمكن النظر إليها على أنها مجرد عملية لتراكم الأملاح فقط بل ترافقها تأثيرات كيميائية وفيزيائية في مكونات التربة المختلفة وبالتالي تأثيرات سلبية محتملة في الواقع الخصوبي إن إزالة الأملاح لا يؤدي بالضرورة إلى إزالة جميع التأثيرات السلبية المحتملة لمكونات التربة، إن التأثيرات السلبية للملوحة في نمو المحاصيل وإنتاجيتها تأتي من خلال بعض التأثيرات التي تحدثها **(شاكرو محمد، 2014).**

## III. أنواع الأراضي حسب درجة الملوحة:

### 1. أراضي ملحية:

وهي التي تصل فيها نسبة الملح الذائب في محلول التربة إلى تركيز يؤثر على نمو معظم نباتات المحاصيل ولكنها لا تحتوي على نسبة من الصوديوم القابل للتبادل الأيوني كافية لتغيير خواص التربة، حيث تصل النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني إلى اقل من 15%.

### 2. أراضي قلوية غير ملحية:

هي الأراضي التي تحتوي على كمية كافية من الصوديوم القابل للتبادل الأيوني، لها القدرة للتأثير على نمو معظم نباتات المحاصيل، ولكنها لا تحتوي على نسبة عالية من الملح الذائب في محلول التربة.

### 3. أراضي قلوية ملحية:

هي الأراضي التي تصل فيها النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني إلى أكثر من 15% ويصل فيها التوصيل الكهربائي لمحلول التربة المشبع إلى أكثر من 4 ميلي موز/ سم **(شاكر و محمد، 2014).**

## IV. تعريف الإجهاد الملحي:

هي مجموعة الظروف الناتجة عن تراكم الأملاح الذائبة بماء التربة الزراعية بتراكيز عالية وغير ملائمة لنمو النبات، تنشأ هذه الظروف في المناطق الجافة أو الشبه الجافة وأحيانا في المناطق الرطبة المجاورة للبحار**(عودة، 2008)**. وتؤثر الملوحة بشكل كبير على مختلف مراحل النمو وتطور النباتات، وبشكل عام على كل الوظائف الفسيولوجية فتأثيرها متعلق بنوع التربة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ونوع الأملاح والنبات وحركة الأيونات.

## V. تأثير الإجهاد الملحي على نمو القمح:

إن أهم المظاهر لتأثيرات الشد الملحي في المحاصيل هو التأثير السلبي للملوحة في الإنبات مما يسبب بطئ أو فشل في أحد مراحل الإنبات نتيجة لتأثيرات الملوحة في رفع الضغط الاسموزي في محيط الزراعة وبالتالي عجز التشرب بالماء.

علاوة على تأثيراتها على العمليات الفيزيولوجية والحيوية للخلايا المتضمنة النشاط الإنزيمي والبناء الحيوي للبروتين والأحماض النووية وفعالية الميتوكندريا والبلاستيدات، وقد افترض أن زيادة مستويات الملوحة داخل الأنسجة يمكن أن تقلل من مستويات الهرمونات النباتية مثل الاوكسينات مما ينعكس سلبا على النمو فيؤدي ذلك مع السيتوكينينات و الجبريلينات الضرورية لانقسام الخلايا إلى انخفاض ملحوظ في تراكم المادة الجافة وقلة الوزن الجاف لكل من المجموعين الخضري والجذري **(شريف، 2013).**

### 1.تأثير الإجهاد الملحي على الجذر :

إن النسيج الجذري أكثر تعرضا للتّوتر الملحي حيث عند أن حدوث اضطراب في عمليّة انقسام الخلايا واستطالتها ينجر عليه تثبيط في النّمو الطولي والأفقي لجذور النبات القمح النّامي في وسط به بتركيز 50 ميلي مول **(محمد، 1980).**

### 2.تأثير الإجهاد الملحي على الساق :

إن الملوحة تعمل على تقزم الّسيقان الرئيسيّة وتقلل تكوين الفروع الجانبيّة الحاملة لأوراق قليلة العدد صغيرة الحجم والمساحة مما يؤدي إلى ضعف المجموع الخضري في الحجم والوزن **(الشحات، 2000).**

### 3.تأثير الإجهاد الملحي على الأوراق :

معدل طول الأوراق احد المظاهر المرفولوجيّة التي تتأثر بالتوترات الملحيّة، وعلاوة عن هذا الأخير يحدث انخفاض في الكتلة الحيويّة للمجموع الخضري نتيجة الشيخوخة المبّكرة للأوراق وموتها. و بشكل عام أكدّت الأبحاث أن الملوحة تظهر تأثيراتها الأولية على القمة الناميّة وكذلك على الأوراق الفتيّة، حيث تختزل مساحة سطح الأوراق ووزنها الّرطب.

### 4.تأثير الإجهاد الملحي على المحتوى من السكريات :

أدت الملوحة الزائدة إلى نقص محتوى النبات من السكريات المختزلة بينما أدت إلى زيادة المحتوى من السكريات الغير مختزلة والذائبة. وذلك يرجع إلى تثبيط نشاط الإنزيمات المحللة. ويؤدى تراكم

السكريات الذائبة والغير مختزلة إلى زيادة الضغط الأسموزي للعصير الخلوي للخلايا والأنسجة مما يؤدى إلى معادلة الضغط الأسموزى مع الضغط الأسموزى الخارجي الناتج عن الإجهاد الملحي.

**5.تأثير الإجهاد الملحي على تراكم البرولين :**

يلعب البرولين دور هام جداً فى حماية الأنسجة النباتية تحت ظروف الإجهـاد الملحي حيث يساهم في ربط وتقييد العناصر السامة الممتصة تحت هذه الظروف.محتوى البرولين يزداد ويرتفع تحت ظروف الإجهاد وذلك لحماية النبات مـن هـذه الظروف ويرجع زيادة المحتوى من البرولين وزيادة تراكمه إلى نقص أكسدته من ناحية أو من زيادة هـدم البروتين وتحوله إلى أحماض أمينيه منها البرولين **(الشحات، 2000).**

## VI. تأثير الملوحة على القمح:

يعتبر القمح من النباتات الزراعية التي تكون مقاومتها للملوحة، متوسطة حيث يستجيب القمح للملوحة كغيره من المحاصيل الزراعية المتحملة مع اختلافات طفيفة، بحيث أن القمح يقوم بالتعديل الأسموزي وذلك بتراكم الأملاح وبعض المواد العضوية خاصة البرولين والسكريات، كما يعمل الإجهـاد الملحي على خفض الجهد المائي الورقي، وينقص الانتفاخ الخلوي فـإن الملوحة تعمل على تناقص معدل إنبات البذور هذا يتناسب طرداً مع درجة ملوحة الوسـط.

تؤثر الملوحة كذلك سلبا على نقل المواد الممثلة ضوئيا والنمو القطري للحاء، حيث أن اختلال التوازن الهرموني يسبب تراكما مفرطاً في اللحاء وكذلك عدد العقد للحاء وطول النبات وعدد الخلف الناتجة عند النضج تنخفض مع تزايد معدل الملوحة وبالتزايد المفرط للملوحة ينخفض مردود القش والحبوب عند نبات القمح.

### نمو القمح:

ينمو القمح بصورة جيدة في أنواع التربة التي يطلق عليها الطفالية الطينية والطفالية الغرينية. ويجب أن تحتوي التربة على نسبة عالية من المادة العضوية المتحللة كي توفر الغذاء لنباتات القمح. فإذا كانت التربة فقيرة في بعض العناصر الغذائية، فإنه يمكن للمزارع إضافتها في صورة سماد.

في كثير من أنحاء العالم يزرع المزارعون القمح في الأرض نفسها في كل عام، ونتيجة لذلك فإن التربة تفقد بعد عدة سنوات العناصر الغذائية اللازمة لإنتاج محصول جيد. إضافة إلى ذلك فإن الرياح والماء يجرفان ويزيلان معظم العناصر الغذائية من التربة. وعادة ما يقوم المزارعون بأخذ عيّنات من التربة لاختبارها لمعرفة مدى احتوائها على العناصر الغذائية الضرورية. وتبيّن مثل هذه الاختبارات درجة حموضة التربة. و إذا أصبحت التربة حمضية أكثر من اللازم فإن القمح لا ينمو جيدًا، بل قد يصل الأمر إلى

عدم الإنبات، وحينئذ يستطيع المزارعون إضافة السماد والجير إلى التربة لتعويض العناصر الغذائية وخفض درجة الحموضة.

وبعض المزارعين لا يزرعون القمح في الأرض نفسها كل عام، وإنما يزرعونه في دورة مع محاصيل مثل البرسيم، والذرة الشامية، والشوفان، وفول الصويا. وهذا الأسلوب يُعيد العناصر الغذائية إلى التربة ويعين على مقاومة الأمراض و الآفات. ويلجأ المزارعون في المناطق القليلة الأمطار إلى زراعة الحقل مرة كل سنتين. في السنوات التي لا يزرع فيها القمح، تُترك الأرض بورًا حتى تتمكن من تخزين الرّطوبة **(سعد، 2004)**.

## VII. مقاومة الملوحة:

للتغلب على الضرر البالغ على نمو وإنتاج المحاصيل النباتية نتيجة نموها تحت الظروف القاسية للملوحة، ومقاومة التراكيز المرتفعة للأملاح الذائبة في مياه الري والأراضي الزراعية، يجب الاهتمام بالوسائل الزراعية الحديثة واستخدام الأسمدة البوتاسية بالقرب من الجذور النباتية نظرا لارتفاع نسبة كلوريد الصوديوم بين حبيبات التربة **(غروشة، 2003)**.

### الإنبات وتكوين البادرات:

الإنبات ظاهرة نشطة تمر بها حبة القمح وتتعلق أساسا بتهوية التربة وسلامة البذور وقدرتها على الانبات بوجود الرطوبة والحرارة، حيث بعد زراعة الحبة وتوفر الشروط اللازمة تبدأ البذور بامتصاص الماء فتنفتح ويزداد حجمها و وزنها وتستطيل خلايا الطبقة الطلائية وتنفصل أطرافها المجاورة للإندوسبرم بعضها عن بعض، ثم تنفتح وتفرز إنزيم **Diastase** الذي يحول النشاء إلى مواد ذائبة يمتصها الجنين عن طريق انتقالها عبر الخلايا الطلائية، وأول ما يظهر من الجنين عند الإنبات هو غمد الجدير مكونا الجذور الجنينية و عددها من 3 إلى 7 ثم يستطيل غمد الريشة ويندفع إلى السطح مخترقا التربة حيث يحمي الأوراق الخضرية التي يغلفها البرعم الطرفي.

### تأثير النقص المائي على الإنبات:

يعرف الإجهاد المائي بإجهاد الجفاف، بسبب تجفيف الأنسجة النباتية، ويرى أن تجفيف النبات يحدث عندما يفقد 50% أو أكثر من محتواه المائي وبناء على ذلك فإن إجهاد الجفاف هو العامل القادر على إحداث

فقد هذه النسبة أو أكثر من المحتوى المائي للنبات يعتبر الإجهاد حيوية الرئيسية التي تؤثر في نمو النبات في المناطق المائي أحد العوامل البيئية المدارية، فهو يمثل مشكلة محددة للنمو والإنتاج في كافة أنحاء العالم ويسبب خسائر زراعية مهمة خصوصا في المناطق الجافة و شبه الجافة. أن الجفاف يؤدي إلى تغيرات في البيئة الطبيعية للنبات بصورة عامة و ينعكس في اختلال العمليات الأيضية وانخفاض إنتاجية النبات على وجه الخصوص مّما يساهم في تفاقم مشكلة نقص الغذاء في العالم **(محمود، 2008).**

# الخلاصة

تمت دراستنا على نبات القمح الصلبDesf *Triticum durum*. نظرا لأهميته الغذائية في حياة الشعوب عامة و الفرد الجزائري خاصة. ينتمي هذا النبات إلى عائلة النجيليات **Gramineae (Poaceae)**التي تضم ما يقارب 1000جنس. و تعد النجيليات من الزراعات السنوية المعروفة عالميا حيث تحوز الجزائر على مساحات واسعة لزراعة القمح الصلب في مناطق توافق المناخ الشبه الجاف و الجاف.يشغل القمح الصلب أكبر مساحة مزروعة بالنسبة للمحاصيل نظرا لقدرته العالية على التكيف في البيئات المعتدلة. و تتجلى أهمية هذا المحصول في كونه المادة الأولية للإنتاج الغذائي لأكثر من مليار نسمة و هذا ما يعادل 35 % من سكان العالم لاحتوائه على المواد الغذائية الرئيسية كالكربوهيدرات، البروتين، الدهون، الفيتامينات و الأملاح المعدنية.

يحتل القمح الصلب المكانة الأولى بين الحبوب المزروعة في الجزائر، و يشغل مساحة تتعدى مليون هكتار سنويا، رغم ذلك يبقى الإنتاج الوطني من القمح الصلب ضعيفا بسبب عدم اكتفاء المردود حسب حاجيات الاستهلاك المتنامي مع الزيادة الديمغرافية. نظرا لأهمية القمح أولى الباحثين اهتمامهم لهذه الفصيلة النباتية و هدا بدراسته من الناحية المورفولوجية و الفيسيولوجية.

قمنا بهذا البحث نظريا و لم نتطرق للجانب العملي بسبب الأوضاع التي يعيشها العالم اجمع الا و هو المرض المتفشي كوفيد 19.

**الملخص :**

يعتبر القمح الصلب زراعة إستراتيجية في الجزائر, و مع ذلك فإن نموها و تحسين أدائها يبقى مرتبط بسبب نقص المياه و درجات الحرارة الغير منتظمة. و تكمن اهمية القمح انه مادة غذائية أساسية تستعمله معظم شعوب الأرض، فهو يحتوي على مكونات غذائية عالية, يستخدم القمح كمادة أولية في بعض الصناعات الغذائية كالخبز. و من الأسباب تجعل من القمح سلعة تجارية مهمة ضخامة الطلب عليه لأن حوالي نصف سكان العالم يعتمد عليه كمكون أساسي في غذائه.

تمت دراستنا على دورة حياة القمح الصلب ومدة مختلف اطواره وجود اختلافات بين الاصناف حيث تم تقسيمها إلى مجموعات ذات خصائص متباينة, و حول دورة حياة النبات في ظل الإجهاد المائي وتأثير ذلك على المردود.

**الكلمات المفتاحية:** القمح ***Triticum durum*، Gramineae (Poaceae)**، الملوحة، العجز المائي، منظمات النمو.

**Résumé** :

Le blé dur est considéré comme une culture stratégique en Algérie, cependant, sa croissance et l'amélioration de ses performances restent liées en raison du manque d'eau et des températures irrégulières. L'importance du blé réside dans le fait qu'il s'agit d'une matière alimentaire de base utilisée par la plupart des peuples de la terre. Il contient des composants nutritionnels élevés. Le blé est utilisé comme matière première dans certaines industries alimentaires, comme le pain. L'une des raisons pour lesquelles le blé est une denrée commerciale importante est l'énorme demande car environ la moitié de la population mondiale en dépend comme ingrédient de base dans sa nourriture.

Nous avons étudié le cycle de vie du blé dur et la durée de ses différentes phases, la présence de différences entre les variétés, où elles ont été divisées en groupes avec des

caractéristiques différentes, et sur le cycle de vie de la plante sous stress hydrique et son impact sur Le rendement.

Mots Clés: Blé**,** ***Triticum durum*****,** **Gramineae (Poaceae),**salinité, déficit hydrique, régulateur de croissance.

**Summary**:

Durum wheat is considered a strategic cultivation in Algeria, however, its growth and improvement in its performance remain linked due to lack of water and erratic temperatures. The importance of wheat lies in the fact that it is a basic food material used by most of the peoples of the earth. It contains high nutritional components. Wheat is used as a raw material in some food industries, such as bread. One of the reasons why wheat is an important commercial commodity is the huge demand for it because about half of the world's population depends on it as a basic ingredient in its food.

We have studied the life cycle of durum wheat and the duration of its different phases, the presence of differences between the varieties, where they were divided into groups with different characteristics, and about the life cycle of the plant under water stress and its impact on the yield.

Key words: wheat**,** ***Triticum durum*****,** **Gramineae (Poaceae),** salinity, hydric deficit, growth regulators.

# المراجع

# المراجع باللغة العربية


- **الشحات ن. ا.، 2000**. الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية، الطبعة 2. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. مصر.
- **محمد بوعزيز، 1980.** تحديد استجابة أصناف القمح الصلب واللين للملوحة أثناء فترة الإنبات. رسالة الدّراسات العليا. . جامعة قسنطينة.

- **ارحيم، ع.، (2002).** الزراعة الحقلية. النبات العام. الاسكندرية. مصر. ص 306.
- **أنور الخطيب، (1991).** الفصائل النباتية. ديوان المطبوعات الجامعية. الجزائر. ص 263.
- **بركات، ل.، (1995).** الطرق المستخدمة في مدى مقاومة المرحلة الخضرية لنبات القمح اللين للملوحة. مذكرة تخرج لنيل شهادة دراسات عليا. جامعة قسنطينة.
- **جابر مختار أبو جاد الله، 2010**. فسيولوجيا وبيولوجيا النبات الجزيئية أثناء الإجهاد المائي. كلية العلوم. جامعة دمياط. مصر. ص19.
- **جاد عبد المجيد، (1975).** وصف وتركيب نباتات المحاصيل والحشائش. دار المطبوعات الجديدة. حلب. سوريا.
- **جياد صدام حكيم و مدحت الساهوكي، 2011**. التنبؤ بمعدل حاصل الصنف فاكثر(X±) للذرة الصفراء في الحقل بالبادرات النشطة البازغة في الرمل (SE/h96). مجلة العلوم الزراعية العراقية 42(5): 23-15
- **حاجي، ع.، (1997).** تطور القطاع الزراعي في الجزائر في ظل الإصلاحات. رسالة ماجستير غير منشودة، معهد العلوم الاقتصادية. جامعة الجزائر.
- **سعد، ر. ق.، (2004).** تأثير حمض الجبريليك وملوحة كلوريد الصوديوم على إنبات البذور والنمو والأيض في نبات السنا. جامعة الملك سعود. المملكة العربية السعودية. ص: 131.
- **سها عبد الرؤوف اشتر، 2009**. تقييم بعض الطرز الوراثية من الأقماح السورية (السورية و الرباعية)باستخدام معلمات بيوكيميائية وجزيئية مختلفة. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة تشرين. سوريا. ص93-94.
- **شاكر، ر. م.، محمد، ع. ا.، (2014).** التداخل بين الملوحة والهرمونات النباتية وأثره في نمو نبات الحنطة وتطوره. مجلة ديالى للعلوم. المجلد 10(1): 142-135.
- **الشحات نصر ابوزيد، (1990).** الهرمونات النباتية و التطبيقات الزراعية. مكتبة مدبولي. القاهرة. مؤسسة عز الدين للطباعة و النشر. ص: 17.
- **شريف، م. ل.، (2013)**. مقارنة تحمل الملوحة في بعض أصناف الحنطة الناعمة والخشنة في طوري الإنبات والبادرة. مجلد جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 13 (1): 41-29.
- **شفشق، ص.، الدبابي، ع. ح.، (2008).** إنتاج محاصيل الحقل. دار الفكر العربي. الطبعة الأولى. القاهرة. ص 300.
- **عامر، ع.، (2010).** محاولة نمذجة ونقدية الفجوة الغذائية.مجلة الباحث. الجزائر.
- **عبد الوهاب، م. خ.، (2016)**. الجغرافيا الزراعية في الوطن العربي. البخيادرية للنشر والتوزيع القاهره. مصر. ص 27-31-28.
- **عودة، إ. ع.، (2008).** نخلة التمر شجرة الحياة. المركز العربي لدراسة المناطق الجافة و الأراضي. القاحلة أكساد. ص: 390.

- **غروشه، ح.، (1995)**. تقنيات عملية في تحليل التربة. ديوان المطبوعات الجامعية. معهد علوم الطبيعية. جامعة قسنطينة. الجزائر. ص:33.
- **قوادري، ك.، (2011)**. سلوك الأوراق الأخيرة في نيات القمح النامي تحت الاجهاد المائي. دبلوم لنيل شهادة الدراسات العليا. جامعة قسنطينة.
- **محمد كذلك ، 2000**. زراعة القمح. منشأة المعارف بالإسكندرية. جلال عزي وشركائه. ص 272.
- **محمد لبيد شريف، عطية حاتم جبار و جدوع خضير عباس، (2001).** تأثير مستويات الملوحة في صفات الحاصل ومكوناته في أربعة تراكيب وراثية من الزراعة. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- **محمود، ا. ي.، (2008).** أساسيات علم النبات العام. مكتبة الدار العربية.
- **نزار، م. آ.، (1999)**. الهرمونات النباتية واستخدامها وأثرها على صحة الإنسان. مجلة القافلة. المملكة العربية السعودية. 48 (1): 44-48.
- بو زيتون هاجر، عمروش سميحة، (2013). معاكسة أثر الجفاف باستخدام العناصر الصغرى نقعا على المحتوى الكيميائي لصنف من القمح الصلب Triticum durum حتى الورقة الرابعة. مذكرة لنيل شهادة الماستر. جامعة منتوري قسنطينة.
- الشحات نصر ابوزيد.، (1990). الهرمونات النباتية و التطبيقات الزراعية. مكتبة مدبولي، القاهرة. مؤسسة عزالدين للطباعة و النشر. ص: 17 -518
- ايكاردا ICARDA . دليل القمح الحقلي. نبذة عن مشروع تعزيز الامن الغذائي.(/http://gcsar.gov.sy).
- عبدالحميد محمد حسانين, (2019).إنتاج محاصيل الحبوب.ص25.
- محب طه صقر, (2011). تأثير الإجهاد المائي على العمليات الفيزيولوجية للنبات . جامعة المنصورة القاهرة.

# المراجع باللغة الأجنبية


- **Acevedo E., et Ceccarelli S., (1989).**Role of a physiologist breeded in a breeding program for drought resistance conditions. In drought resistance in cereals, F.W.G. Baker (Ed), walling ford, U.K, 117-119.
- **Abdellaoui, Z., Teskrat, H., Belhadj, A., Zaghouane, O., 2011.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. Zaragoza: CIHEAM/ATU-PAM/INRAA/ITGC/FERT Options Méditerranéenne: Série A. Séminaires Méditerranéens, N. 96. pp: 71- 87.
- **Adjab, M., 2002.** Recherche des traits morphologiques, physiologiques et biochimiques d'adaptation au déficit hydrique chez différents génotypes de science. Univer. Annaba: 84p.
- **Adjabi, A., ,2011.** Etude de la tolérance du blé dur (*Triticumdurum*Desf.) aux stress abiotiques sous climat méditerranéen. Thèse de Doctorat des Sciences Agronomiques. ENSA. EL-Harrach. Alger. 130 pages.
- **Ait Kaki, Y., 1993.** Contribution à l'étude des mécanismes morpho-physiologiques et biochimique de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur. Thèse de Magistère. Univer. Annaba: 114p.
- **Annichiairco, 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., 149: 57-64.
- **Annichiarico, P., Chiari, T., Bellah, f., Doucene, S., Yallaoui-yaici, N., Bazzani, F., Abdellaoui, Z., Belloula, B., Bouazza, l., Bouremel, L., Hamou, M., Hazmoun, T.,**

**kelkouli, M., Ould-Said, H. and Zerargui, H., 2002.** Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. II.Adaptativetraits. J. Agric. Environ .Int. Develop., 96: 189-208.

- **Ali Dib T., Monnereux p., and Araus J. L., (1990).**Breeding durum water from drought tolerronceanalyticat, synthetically approaches and their connedion. In : water breeding – prospects and futuraproacher. PanayotouL and parlou S (ends), Alpena, Bulgaria, 224-240 .
- **Ali Dib T., Monneveux P, and Araus J.L., (1992)**.Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation. Agronomie 12, 381-393.
- **Araus J.L) Agronomie., 1992**, 12: 381-393.
- **Araus J.L, AmaroT, Zuhair Y, and Nachit M.M., (1997).** Effect of leaf structure and water status on carbon isotope discrimination in field grown durum wheat. Plat cell and environment.20:1484-1494.
- **Austin R.B., (1985).**Wheatgrowth and modeling n : caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultives en France : Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains (Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Dellens E) Ed INRA Paris 1993 colloques N0 64.
- **Austin, R.B.; Morgan, C.L.; Ford, M.A and Blackwell, R.D, 1980.** : Contributions to grainyield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrastingseasons. Ann. Bot.,45: 309-319.
- ***Bamoun A.*, (1997).** Contribution à l'étude de quelques caractères morphophysiologiques, biochimiques et moléculaire chez des variétés de blé dur (Triticumtirgidum esp durum), pour l'étude de la tolérance a la sécheresse dans la région des hautes plateaux ele l'ouest algérien. Thèse de magister. 1-33.
- **Bensari M., Calme S.J, et Viala G., (1990).** Répartition du carbone fixé par photosynthèse entre l'amidon et le saccharose dans la feuille de soja: Influence d'un déficit hydrique. Plant. Physiol. Biochimie. 28: 113-124.

- **Bahlouli, F ., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., 1998.** Etude de la réponse à la sélection sur la basse de la préciosité.

- **Baldy, C., 1993**. Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale. Les Colloques, INRAF, 64: 83-100 .

- **Barbottin, A., Lecomte, C., Bouchard, C., Jeuffroy, M., 2005.**Nitrogen Remobilization during Grain Filling in Wheat. Crop Science. Vol. 45. pp: 1141–1150.

- **Belhassen, E., This, D., Monneveux, P., 1995.** L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. Cahier d'Agriculture. 1: 251-261.

- **Blake, N.K., Lehfeldt, B.R., Lavin, M., and Talbert, L.E., 1999.** Phylogenetic reconstruction based on low copy DNA sequence data in an allopolyploid: the B genome of wheat. Genome, 42(2): 351-360.

- **Blum, A., 1988.** Plant breeding for stress environments. Boca Raton CRC press Florida USA. 4: 233p.

- **Bogard, M., 2011**. Analyse génétique et écophysiologique de l'écart à la relation teneur en protéines, rendement en grains chez le blé tendre (*Triticumaestivum* L.). Thèse doctorat. Université Blaise Pascal. Clermont-Ferrand II. P :169.

- **Bousba, R., 2012**. Caractérisation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (Triticum durum Desf.): Analyse de la physiologie et de la capacité en proline. Doctorat des sciences. Faculté SNV. Université Mentouri Constantine. 118 pages.

- **Brisson, N., 1996.** Bien remplir la grain. Sécheresse: la tolérance variétale. Colloque perspective blé dur. Toulouse - Labege: 108-115.

- **Burnie, G.S., Fonester, D., Greig and Guest, S., 2006.** Botanica-Encyclopédie de botanique et d'horticulture, 1st end, place des victoires. Eds. Paris. p258.

- **BidingerF.R., MahalakshmiV, and Rao G.D.P, (1987).** Assessment of drought resistance in Pearl millet (Pennisetum American leek). II. Estimation, Aust. J, Agric.Res. 38: 49-59.
- **Cleland, R.E., et Burström, H., 1961.** Theories of the auxin action on cellular elongation. A summary. In: W.Ruhland, ed. Encyclopedia of plant physiology. 14: 807. Berlin. Springer.
- **Croston, R.P., and Williams, J.T., 1981.** A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin. 80: 59-37. HarlanJ.R. 1975. Our vanishing genetics resources. Science. Culturales. 15-50. dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magister. Institut d'Agronomie. Université Colonel El.618-621.
- **Ceccarelli, S, 1987.** Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. Euphytica 36, 265–273.
- **CheesemanJ., (1988).** Mechanisms of salinity tolerance in plants. Plant physiol. 87: 547-550.
- **Chopart J.L., (1984).**Développement racinaire de quelques espèces annuelles cultivées en Afrique du nord de l'ouest et résistance à la sécheresse en zones intertropicales. CIRAD Paris France : 145-154.
- **Clarke J.M, et Townley-Smith T.F., (1986).** Heritability and relationship to yield of excised leaf water retention in durum wheat. Crop. Sci, 26: 289-292.
- **DavidsonD.J, and Chevalier P.M., (1992).** Storage and remobilization of water soluble carbohydrates in stems of spring Deraissac M., (1992). Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maitrise de la productivité des plantes cultivées. Agro.Trop. 46(1) : 23-39.
- **Davies,W. J., Zhang, J., 1991.** Root signals and the regulation of growth and developement of plant in drying soil. Annual Review of plant Physiology and Molecular Biology. 42: 55-7.
- **Davvis, W. J., Tardieu, F., Trejo, C. L., 1994.** How do chemical signals works in plants that grow in drying soil. Plant Physiol. 104: 309-314.
- **Dumbroff, E. B., et Marshal, J. G., 1999.** Turgor regulation via cell wall adjustment in while spruce. Plant Physiol. 119: 313-320.

- **Djebrani M., (2000).** Adaptation au déficit hydrique de quatre variétés de blé dur.Inproceeding du symposium blé 2000. Enjeux et stratégie .Alger : 161-169.
- **Dubois M ., GillesK ., Hamilton J ., Rebers P, and Smith F ., (1956).** Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical chemistry. 28 (3) : 350-356.
- **El Meleigy, E., Hassanein, R., and Abd-el-Kader, D., 1999.** Improvement of drought tolerance in *Arachis* hypogeal plants by some growth substances. 1. Growth and productivity. Bull. Fac .Sci .Assiut. Univ. 28(1-D): 159-185.
- **EnayatGholizadeh, M.R., Bakhshandeh, A.M., Shoar, M.D., Ghaineh, M.H., Saeid K.A., and Sharafizadeh, M., 2012**. Effect of source and seed size on yield component of corn S.C 704. In: Khuzestan. Afr.J.Biotechnol., 11: 2938-2944.
- **Engvild, K.C., 1986.** Chlorine-containing natural compounds in higher plants. Phytochemistry. 25: 781-791.
- **Epstein, E., Chen, K.H., and Cohen, J.D., 1989.** Identification of indole-3-butyric acid as an endogenous constituent of maize kernels and leaves. Journal of Plant Growth Regulation, 8: 215-223.
- **Fereres F., (1984).** Variability in adaptative mechanisms to water deficits in annual and perennial crop plants. Bull.soc. Bot, 131: 17-32.
- **Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield response. Aust.J. of Agric.Res., 29: 897-912.


- **Fereres F., (1984).** Variability in adaptative mechanisms to water deficits in annual and perennial crop plants. Bull.soc. Bot, 131: 17-32.
- **Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield response. Aust.J. of Agric.Res., 29: 897-912.

- **Garge, A. K., Kim, J. K., Owen, T. G., Ranwala, A. P., Choi, Y. D., Kochian, L. V., Wu, R. J., 2002**. Tréhalose accumulation in rice plants confers hight tolerance levels to different abiotic stresses. Proceeding of the National Academy of the USA.15: 898-903.

- **Gravet, A., 2007.** Réponse aux stress chez les végétaux. UMR. 6026 ICM.

- **Crop Sci.32: 186-190.**

- **Gate P., Bouthier A., Casabianca H., Deleens E. (1993).**Caractère physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France: interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale Montpellier (France). Les colloques. Inra . Paris. 64, pp: 61-73.

- **Grignac P., (1986).** Contraintes d'environnement et élaboration du rend- ement dans la zone méditerranéenne française. Elaboration du rendement des cultures céréalières .Colloque franco-roumain, Clermont Ferrand, 17-19 Mars, 196-207.

- **Grime J.P.,(1979).** Plant strategies and vegetation processes. Chichester :wiley.

- **Hanks, R. J., et Rasmussen, V. P., 1982.** Predicting crop production as related on plant water stress. Adv. Argon. 35: 193-205.

- **Hayek,T., BenSalam, M., Zid, E., 2000.** Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse: Cas du blé, de l'orge et du triticale. CIHEAMIAMZ. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéennes. 40: 287-290. Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Annu. Rev. plant physiol. 24: 519-570.

- **Heller, R, et Lance, C., 2000.** Physiologie végétale. Partie 2: Développement 1ère et 2ème cycle, 6è meédition de l'abrège, Dunod sciences. Paris. p: 64-134.

- **Henry, Y. J., Buyser, 2000**. L'origine du blé Pour la science. 26: 60-62.

- **Hillman, G., Hedges, R., Moore, A., Colledge, S., Pettitt, P., 2001.** New evidence of Late glacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. The Holocene, 4, 383p.

- **Hopkin, S. W. G., 2003.** Physiologie végétale, traduction de la 2ème édition par Serge Rambour. Edition De Boeck, Bruxelles, p: 309-332.
- **Hoyt, E., 1992 .** La conservation des plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées (No. 631.523 H868CO). Rome. IT: IBPGR: FAO.
- **Hadjichristodoulou A., (1985).** Stability performance of cereals in low rainfall areas as related to adaptative traits .In. Drought tolerance in winter cereals.( Srivasta J.P, Porceddu E., Acevedo E and Varma S ) John wiley, UK, 191-200.
- **Hayek, T., Ben Salam M., Zid E.(2000).**Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse : cas du blé, de l'orge et du triticale. CIHEAMIAMZ, options Méditerranéennes : série A. Séminaires Méditerranéennes, 40 : 287 – 290 .
- **Henin, S. 1976.** Définition de la sécheresse et politique d'utilisation de l'eau. Fourreges. 67: 13- 25.
- **Holaday A.S., Ritchie S.W, and Nguyen H.T., (1985).** Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulos 1-5 biphosphate carboxylase activation in wheat. Environmental and experimental botany, 32: 403-410.
- **Febrero A., Bort J., Brown R.H, and Araus J.L., (1990).** The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. In Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur .II . Caractères physiologiques d'adaptation (Ali Dib T., Monneveux P . and Araus J.L). Agronomie.,1992 , 12 : 381-393.
- **International Seed Testing Association (ISTA), 1987**. Handbook of Vigour Testing Methods. International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland. Cold Test. pp. 28-37.
- **Jallow, R. A. J., Fissah, A.T., Al-Beiruty, R.Z., and Shakir, S.H., 2009**. Effect of seed maize and depth of planting on field germination percentage an it's relation to maize grain yield and components of maize. The Iraqi J.Agric. (Special Issue). 14(7): 9-20.

- **Jones H.G, et Jones M.B.,(1989).**Introduction : some treminology and common mechanisms. In : Jones T.J; Flowers M.B. Jones (Eds), plants under stress. Cambridge Univ. Press, p : 1 – 10 .
- **Jones, R.A. and Qualset, C.O., 1984** .Breeding crops for environmental stress tolerance. InG.B.Collins and J.G. Petolino, eds. Application of Genetic Engineering to Crop Improvement. Nijh off/Junk, Dordrecht. p : 305-340.
- **Kara Y, et Bentchikou M.M., (2002).** Variation de la tolérance du PSII aux hautes températures chez le blé dur. Rendement sous stress hydrique .In proceeding 3emejournees scientifiques sur le blé dur. Univer. Ment. Cne : 51-55.
- **Kies, N., 1977.** La plante et Léau. Cours polycopie. INA. El-Harrach. Alger.
- **Ledoing T, et Coudret A., (1992).** Etude des mécanismes moléculaires et des modifications de l'expression du génome. Bulletin société botanique de France. Bot. (2) :175-190.
- **Lewickis D, (1993).** Evaluation des paramètres liés à l'état hydrique chez le blé dur (Tritium durumDesf) et l'orge (Hordiumvulgare L) soumis à un déficit hydrique modéré, en vue d'une application à la sélection de génotypes tolérants. Thèse de doctorat, p 87.
- **Ludlow M.M, etMuchow R.C., (1990).** A criticatevluation of traits for imporing crop yield in water limited environement –Advance in agronomy -43 :107-143.
- **Ludlow, M.M., Muchow, R.C. (1990).**Acritiohevoluation of traites for inproving crop yields in water – limited environments .Adv- Agron , 43 : 107-153 .
- **Ludlow, M.M., Muchow, R.C.(1990).** Acritical evaluation of traits for improving crop yields in water – limited environments. Adv. Agron, 43 : 1.7 – 153.
- **Leclerc, J. C., 1999.** Ecophysiologie végétale. PU de St- Etienne.
- **Levitt, J., 1982.** Water stress. In: Responses of plant to environmental stress, water radiation, salt and other stress. New York Academic press: 25-282.

- **Love A., 1984.** Conspectus of the (Triticeae feddes repert Z.). Bot. Taxon. Geobot, 95: 425-452.
- **Mac fadden, E. S., and Sears, E. S., 1946.** The origine of *Triticum* spelt and its free threshing hexaploid relatives. In: K.S. quinsen berry and L.P Reitz; wheat improvement. Madison Paris. 275-298.
- **Mayer, B.S., 1956.** The hydrodynamic system. In: W. Ruhland. Ed. Encyclopedia of plant physiology. 3:596.
- **Moise, L., 1976.** Luzerne et facteurs climatiques. Mémoire stagiaire au SIGREF. groupement de Bordeaux. P: 342.
- **Morard, P., 1995.** Les cultures hors-sol. Pub l. Agricoles. Agen.
- **Morrison, L.A., and Raupp, W.J., 1999.** Grain taxsynony my tables project: June 1999 progress report. WIS, 88. 52-56.
- **Mosaad, M.G., Ortiz, Ferrara, G., Mahalakhmi, V., Fisher, R.A., 1995.** Phyllochron response to vernalization and photoperiod in spring wheat. Crop Science, 35: 168-171.
- **May L.H., MilthorpeF.L., 1962.** Drought resistance of crop plants. Field Crop Abstr., 15 (3), 171-179.
- **Mc William J.R, (1989).** The dimensions of drought. In: Drought resistance in cereals. Baker F.W.G. (Ed), 1-11.
- **Mekliche A., Bouthier A., Gate P. (1993).**Analyse comparative des comportements à la sécheresse du blé dur et du blé tendre. Colloque tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpelier (France) ,15-17 décembre 1992. Ed INRA Paris 1993, colloques 64, p:299-309.

- **Monneveux P, et Benlaribi M,., (1988).** Etude comparéé du comportement de deux variétés algériennes de blé dur (Triticum durum Desf) adaptées à la sécheresse. C.R. Acad. Agric. Fr., 74, (5) ,73-83.
- **Monneveux P. (1991).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? In :Chalbi, Demarly Y, eds. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Tunis: AUPELFUREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp: 165-186.
- **Monneveux P., (1989).** Quelles stratégies adapter pour l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. IIème journées scientifiques du réseau biotechnologies végétales. AUPELF-UREF. Tunis, 4-9. Des.1989.
- **Monneveux, P., Nemmar, M.(1986).** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (Taestivum L.) et chez le blé dur (T.durum Desf.) : étude de l'accumulation de proline au cours du cycle de développement. Agron, 6 : 90 – 583.
- **Morard P., (1995).** Les cultures hors-sol. Publ. Agricoles. Agen.
- **Neffar, F., 2012.** Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotique dans différents génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'orge (*Hordeum vulgare*) soumis à la sècheresse. Doctorat des sciences, biologie végétale, Faculté SNV, Université Sétif 198 pages.
- **Neffar, F., 2013**. Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotique dans différents génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'orge (*Hordeum vulgare*) soumis à la sécheresse. Doctorat des sciences. Biologie végétale. Faculté SNV. Université Sétif1. 98 pages.
- **Northern, H.T., 1942.** Relation of dissociation of cellular proteins by auxin to growth.

- **Oosterhuis, D. M., et Walke, R.S., 1987.** Stomata resistance measurment as indicator of water deficit stress in wheat and soybeans. South Africa Journal of Plant and Soil. 4(3): 113-126.

- **Petter, J.D., 2005.** Plants hormones-biosynthesis signal transduction action: Springer (the language of science) USA. P: 1-5.
- **Peterson C.A.,Murmman M, and Steudle E.,(1993).** Location of the major barriers to water and ion movement in young roots of zee may L. Planta, 190: 127-136.
- **Petter, J.D., 2005.** Plants hormones-biosynthesis signal transduction action: Springer (the language of science) USA. P: 1-5.
- **Subbiah B., Katyal J.C., Narasimham R.L, and Dakshina M.C, (1968).** Primarily investigation on root distribution of high yielding varieties. Inst. J.Appl. Rad. 10: 385-390.
- **Touati, M., 2002.** The effect of two water stress methods on osmotic adjustment solute accumulation and expensive durum wheat varieties (*Triticum durum*). These de Magistére. ENS. Kouba. Alger
- **Turner N.C., (1986).** Adaptation to water deficit. A changing perspective. AUST. Plant. Physiol. 13: 175-180.
- **Turner, N.C. and Begg, J.E. 1981.** Plant water relations and adaptation to stress. Plant soil. 58: 97- 131.
- **Turner. K. J., et Kramer P.J., (1979).**Drought adaptation of cowpea . I .Influence of drought on yield .Agron . J., 72 : 413-420.
- **Van Slageren M.W., 1994.** Wild wheat: Amonograph of (*Aegilops*L) and Amblyopyrum ( Jaub. And Spach) Eig (Poaceae). Wageningen Agricultural University Papers. (94-7).

- **Vavilov, N.L., 1934.** Studies on the origin of cultivated plants. Bull. Appl. Bot and Plant Breed XVI, pp: 1-25. Wong RD UTIV and on (1002 Mono tomoto l fontornouing.

- **Wang, B.R., HE, J.K., and Haang, L.C., 1992.** Non stomatal factors causing photosynthetic rate decline induced by water stress. Acta Physiological Sinica. 18: 77-84.
- **ZhangJ., Nguyen, H.T., Blum, A., 1999.** Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experimental Batony. 50: 291-302.
- **Zhang, J., Nguyen, H.T., Blum, A., 1999.** Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plant. Journal of Experimental Botany. 50: 291-302.
- **Zohary, D., et Hopf, M., 1994.** Domestication of plants in the old world. Oxford CarendonPress. P: 39-46.
- https://www.al-hakem.com/
- https://www.britannica.com/
- https://www2.estrellamountain.edu/
- https://www.frontiersin.org/
- https://www.webteb.com/
- https://mawdoo3.com/
- https://mafahem.com/

**تاريخ المناقشة: جويلية 2021** **محساس سعاد و مصمودي رانية**

**مذكرة لنيل شهادة الماستر في بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات**

**الميدان: علوم الطبيعة والحياة**

**تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات**

## العنوان:
# القمح الصلب *Triticum durum* بيولوجيا واقتصاديا


**الملخص**

يعتبر القمح الصلب زراعة استراتيجية في الجزائر, و مع ذلك فإن نموها و تحسين أدائها يبقى مرتبط بسبب نقص المياه و درجات الحرارة الغير منتظمة. و تكمن اهمية القمح انه مادة غذائية أساسية تستعمله معظم شعوب الأرض، فهو يحتوي على مكونات غذائية عالية, يستخدم القمح كمادة أولية في بعض الصناعات الغذائية كالخبز. و من الأسباب تجعل من القمح سلعة تجارية مهمة ضخامة الطلب عليه لأن حوالي نصف سكان العالم يعتمد عليه كمكون أساسي في غذائه.

تمت دراستنا على دورة حياة القمح الصلب ومدة مختلف اطواره وجود اختلافات بين الاصناف حيث تم تقسيمها إلى مجموعات ذات خصائص متباينة, و حول دورة حياة النبات في ظل الإجهاد المائي وتأثير ذلك على المردود.



**الكلمات المفتاحية:** القمح الصلب، *Triticum durum*، الملوحة، الماء، منظمات النمو


**مخبر تطوير و تثمين الموارد الوراثية النباتية.**

**لجنة المناقشة**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **بازري كمال الدين** | **رئيسا** | **أستاذ محاضر أ** | **جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1** |
| **باقة مبارك** | **مقررا** | **أستاذ التعليم العالي** | **جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1** |
| **بوحوحو مولود** | **ممتحنا** | **أستاذ محاضر** | **المدرسة العليا للأساتذة قسنطينة 3** |

**السنة الجامعية : 2020-2021**