الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية ا

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

NISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم : بـيولوجيا إيكولوجيا النبات

Département : Biologie Ecologie Végétales

مذكّرة التّخرّج للحصول على شهادة الماستر
الميـــــدان: علوم الطّبيعة والحياة
الفـــــرع: علوم البيولوجيا
التّخصّص: بيولوجيا وفيزيولوجيا النّبات
القواعد الحيوية للإنتاج النباتي

عنوان البحث:

تثمين وتجميع الدراسات البيوكيميائية (البرولين ومنظمات اسموزية أخرى) المجراة على النجيليات – دراسة نظرية تحليلية -

---

بتاريخ: 18 جوان 2017

من إعداد الطالب (ة): بن حصير سهيلة

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة : شوقي سعيدة	أستاذة التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
المشرف : شايب غنية	أستــاذ محاضر أ	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
الممتحنون : بوشارب راضية	أستـــاذ مساعـد أ	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

السنة الجامعية: 2016 -2017

يعتبر القمح بنوعيه من الحبوب الأكثر استهلاكا في العالم مما يستدعي رفع الإنتاج العالمي من القمح والذي يقدر حاليا بأكثر من 500 مليون طن سنويا بحوالي 40% لتلبية الطلب المتزايد. (Anonyme, 2010).

تبلغ نسبة الأراضي المخصصة في الجزائر لزراعة القمح 40 % من حيث المساحة المزروعة، ومع ذلك يبقى الإنتاج ضعيفا حيث يبلغ من 7 إلى 8 قنطار في الهكتار الواحد (حساني وآخرون، 2008).

يرتبط تذبذب انتاج الحبوب في الجزائر بالظروف البيئية والمناخية القاسية المسببة للإجهاد، حيث تخضع زراعة المحاصيل الشتوية في الجزائر لنظام تساقط غير مستقر وضعيف، مما يفسر شدة الإجهادات المائية التي تحد من القدرة الزراعية. وتتأثر مراحل نمو القمح والشعير بعدم توفر الرطوبة في بداية الدورة، وكذلك الإجهاد المائي والحراري قبيل نهايتها (Chellali, 2007).

ومن هذا المنطلق لجأ العديد من الباحثين إلى التحسين الوراثي لأصناف القمح والشعير والبحث عن الأصناف المقاومة لظروف الإجهاد محاولة منهم لتحسين النوعية وزيادة المردود، وهذا اعتمادا على دراسة وفهم الأليات التي تسمح للنبات بالتأقلم مع الإجهادات والظروف البيئية من خلال معرفة معايير مرفوفيزيولوجية وبيوكميائية تشارك في تأقلم النبات تحت الظروف المجهدة والتي يمكن اعتمادها في برامج انتقاء الأصناف.

تترجم التعديلات الجزئية على مستوى الأنسجة النباتية خاصة الأوراق بالاستجابة الجزئية بتراكم المنظمات الأسموزية مثل البرولين، Polyamines, Polyol, Glycine betaine ،عديد الأمينات، السكريات الذائبة وأيونات البوتاسيوم +K التي تساهم في التعديل الأسموزي وتحفظ البروتينات والأغشية الخلوية (عن شايب غ، 2012). ويعتبر البرولين عند العديد من الباحثين أحد مؤشرات الإجهاد المائي الأساسية لتحديد التنوع داخل الأصناف بفرزها بين متأقلمة وحساسة. فمحتواه تحت ظروف السقي العادي لا يتعدى 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة وترتفع هذه القيمة مع زيادة شدة نقص الماء في وسط النمو (Benlaribi, 1988).

فهل بمعرفة وإظهار مدى تنوع استجابة النبات لتراكم هذه المركبات الأسموزية كرد فعل لتحمل الجفاف كاف لاستخدامه كوسيلة فيزيولوجية لانتخاب مبكر لأصناف ذات تنوع ومقاومة كافية قبل إتمام الدورة الحيوية؟

في هذا المجال وإجابة على تساؤلنا قمنا بتثمين المعلومات لأبحاث السنوات الماضية من 1991 إلى 2015 وركزنا على سنوات 1998، 2002، 2006 وسنوات (2011، 2012، 2013 و2015) والتي أجريت من قبل عدة باحثين (رسائل دراسات عليا، مهندس في تحسين النبات وماستر واطروحات ماجستير وحتى رسالة دكتوراه) قصد معرفة الاختلافات بين الأصناف ومدى تراكم هذه المركبات الأسموزية (البرولين، الكلوروفيل والسكريات الذائبة) واظهار مدى إمكانية اعتبار البرولين، الكلوروفيل والسكريات مؤشرات جزيئية للتنوع الحيوي والتأقلم مع الجفاف عند مجموعة أصناف من القمح والشعير وذلك بتعريض النبات لمستويات مختلفة من الإجهادات المائية.

استعراض المراجع:

I-النموذج النباتي

1.1. الأصل الجغرافي للنبات

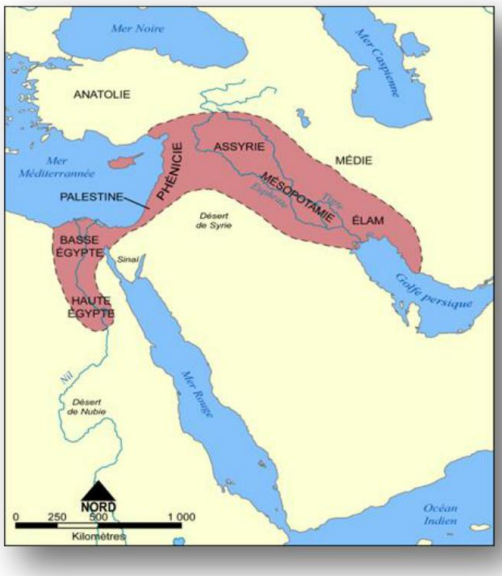
1.1.1 القمح

القمح نبات عشبي حولي احادي الفلقة، وهو من العائلة النجيلية، جنس*Triticum*. الذي يضم بدوره عدة أنواع أشهرها القمح الصلب *Triticum durum* و القمح اللين *Triticum aestivum* (محمد كدلك، 2000). يتمركز الأصل الجغرافي لنبات القمح ضمن المناطق الغربية لإيران، شرق العراق، جنوب وشرق تركيا (Harlan, 1966) يعتبر القمح أحد الأنواع النباتية الأولى التي زرعت وحصدت من قبل الإنسان منذ حوالي -10000 7000 سنة ضمن منطقة الهلال الخصيب، التي تغطي كل من فلسطين، سوريا، العراق وجزء كبير من إيران (Croston et William 1981).

2.1.1. الشعير

يصنف الشعير ضمن العائلة النجيلية ويعرف بالاسم العلمي (*Hordeum vulgare L.*)، ظهر منذ 8000 سنة قبل الميلاد (العصر الحجري) في منطقة الشرق الأوسط المتمثلة في الهلال الخصيب (فلسطين، الأردن، العراق والحدود الغربية لإيران) ثم بدأ في الانتشار إلى اليونان، ليبيا والهند إلى أن تمركز في منطقة الهلال الخصيب (Feldman, 1976).

شكل1 بلدان الهلال الخصيب



شكل1 2: الهلال الخصيب

2.1. تصنيف النبات

يصنف النبات المدروس وفق التصنيف الحديث **APG III (2009).** كما هو مدرج في الجدول رقم**I** 1

جدول رقم**I** 1: تصنيف القمح والشعير **(Benoît *et al.*, 2017)**

Classification APG III	**Blé tendre**	**Blé dur**	**Orge**
Clade	Plantae	Plantae	Plantae
Clade	Plasmodesmophytes	Plasmodesmophytes	Plasmodesmophytes
Clade	Embryophytes	Embryophytes	Embryophytes
Clade	Stomatophytes	Stomatophytes	Stomatophytes
Clade	Hemitracheophytes	Hemitracheophytes	Hemitracheophytes
Clade	Tracheophytes	Tracheophytes	Tracheophytes
Clade	Euphyllophytes	Euphyllophytes	Euphyllophytes
Clade	Spermatophytes	Spermatophytes	Spermatophytes
Clade	Angiospermes	Angiospermes	Angiospermes
Clade	Monocotyledones	Monocotylédones	Monocotylédones
Clade	Commelinidees	Commelinidees	Commelinidees
Ordre	Poales	Poales	Poales
Famille	Poaceae	Poaceae	Poaceae
Genre	*Triticum*	*Triticum*	*Hordeum*
Espèce	*Triticum aestivum*	*Triticum durum Desf*	*Hordeum vulgare*

3.1. دورة حياة النبات

1.3.1. دورة حياة القمح

يتميز نبات القمح بزراعة سنوية، تمر دورة حياته بتتابع مراحل دقيقة من زراعته حتى حصاده. وقد قسم الباحثون في الميدان الأطوار الفيزيولوجية للقمح إلى ثلاثة أطوار رئيسية تتمثل في الطور الخضري، الطور التكاثري وطور تشكل الحبة والنضج.(Geslin, 1965 ; Soltner, 1980)

- **الطور الخضري**

يضم ثلاثة مراحل: الإنبات، البروز الإشطاء (Geslin et Rivals, 1965) يبدأ الإنبات بمرور البذرة من حالة النمو البطيء إلى حالة النمو السريع، مما يسمح بظهور الريشة التي تتوقف عن النمو ما إن تخترقها الورقة الأولى (Benfenar et Zaghonane, 2006). يكون النمو من منطقة قريبة من السطح تمثل قاعدة الإشطاء التي تمثل تفرعا للنبات (Climent, 1981). يبدأ نمو البراعم المتباينة لإبط الورقة الأولى حيث يعطي البرعم الفرع الرئيسي معلنا عن بداية مرحلة الإشطاء. يختلف عدد الأشطاءات حسب نوع النبات، المناخ، الغذاء وعمق البذور.

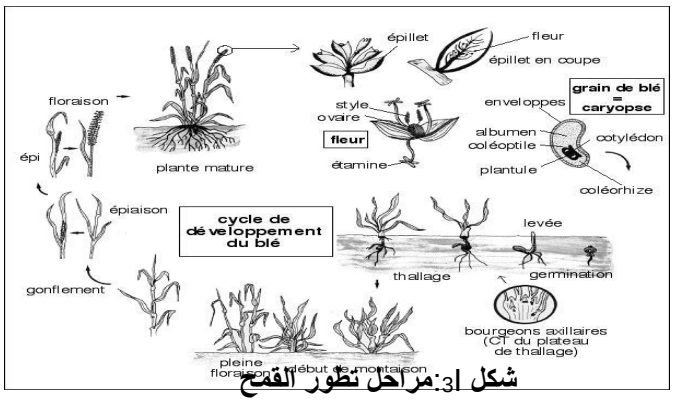
- **الطور التكاثري**

يضم مرحلتين: المرحلة A وB : تتميز ببداية تشكل الزهرة وظهور أول بداية العصيفات ثم تشكل بداية السنيبلات (Boufenar et Zaghouane, 2006)

المرحلة C وD: يتم فيها التخصص الزهري حيث تتمايز القطع الزهرية ويحدث الانقسام منصف للخلايا الأم لحبوب الطلع. يتبع بطور الإلقاح الذي يتميز ظاهريا بالإسبال.

- **طور النضج**

تمتد من الإلقاح حتى النضج الكامل للحبوب، ويتم خلالها تركيب مكثف للمدخرات العضوية (نشاء وبروتين) ثم هجرتها إلى السويداء التي تمر بعدة أشكال قبل النضج.



شكل I3:**مراحل تطور القمح**

2.3.1. دورة حياة الشعير

يمر الشعير بنفس مراحل القمح:

- **الطور الخضري**

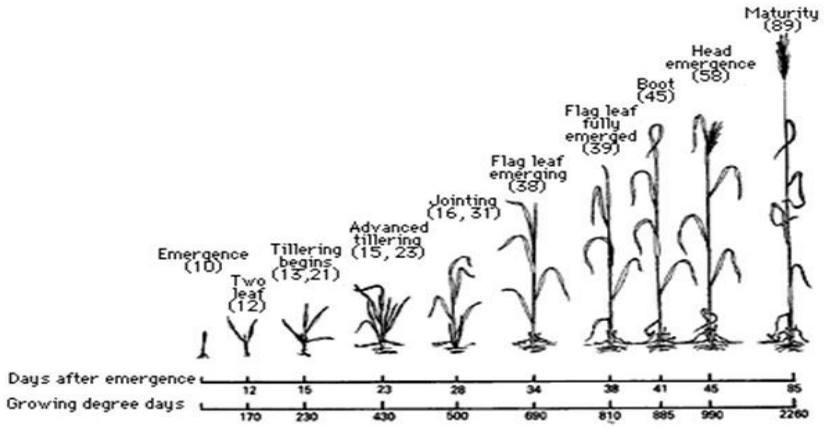
وتضم مرحلة الإنبات، التفرع والاستطالة: تظهر النباتات بعد نحو 7 أيام من الزراعة مع ظهور غمد الريشة من قمة الحبة، ثم يتفرع النبات تفرعا قاعديا مع نقص في عدد الإشطاء في الشعير مقارنة بالقمح.

- **الطور التكاثري**

يتم الطور التكاثري من 50 إلى 60 يوم ويضم مرحلتي الإزهار والنضج. تزهر سنبلة الساق الأصلية أولا، يليها أزهار سنابل الإشطاء حسب ترتيب نشوئها.

- **طور النضج**

يكون التلقيح في الشعير ذاتي التلقيح قبل خروج السنابل من غمد الورقة وبعد الإخصاب تنتقل المواد الغذائية من الأعضاء المختلفة للنبات إلى الحبوب النامية. وتمتد هذه المرحلة حوالي 50 يوم.



شكلI4: **مراحل تطور الشعير**

4.1. العوامل المؤثرة على زراعة القمح

1.4.1.الحرارة

يوافق القمح الجو المعتدل البرودة اثناء اطوار النمو الأولى وكذلك المعتدل الحرارة في اطوار النضج. وللقمح القدرة على الإنبات في درجات الحرارة المنخفضة ويكون الإنبات بطيئا وكلما ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك أسرعت النباتات في الظهور على سطح الأرض (أرحيم، 2002).

يختلف تأثير درجات الحرارة غير الملائمة أثناء أطوار النمو، وتعتبر الفترة من التفريع إلى طرد السنابل أحد الفترات الحرجة في حياة النبات. يؤثر الإجهاد المائي في أي مرحلة من مراحل دورة حياة النبات المزروع والمعرض لظروف الإجهاد (Baldy, 1992**)**

2.4.1. الإضاءة

تؤدي الإضاءة إلى زيادة قدرة نبات القمح على التفريع وزيادة كمية المادة الجافة، وقد وجد أن كمية المادة الجافة للأشطاء، الأغماد، الأنصال والسنابل تقل بزيادة كثافة التظليل. كما تنخفض قدرة نباتات القمح على امتصاص العناصر مثل النتروجين والفسفور عند تظليل النباتات، وتؤثر المدة الضوئية التي تتعرض لها نباتات القمح على طول الفترة اللازمة للإزهار (كذلك، 2000 عن حدروف عبد العزيز).

3.4.1.الرطوبة

يعتبر كل من الماء والتربة من العوامل المهمة للحفاظ على انتاج مضمون ومستمر من القمح، وتعتمد خاصية احتفاظ التربة بالماء على تحديد نوعية التربة المناسبة للزرع، والتي تمثل أحد العوامل المحددة للإنتاجية (Abdellaoui ***et al***., 2011). يتطلب نمو القمح توفر الرطوبة الدائمة خلال كل مراحل نموه، حيث يعتبر الماء من العوامل المحددة لنمو نبات القمح (Soltner, 1988) وتزيد حاجة القمح إلى الماء في المناطق الجافة نظرا للظروف المناخية غير المناسبة للنمو والمسببة للإجهاد.

5.1.عوائق إنتاج القمح في الجزائر

يفرض موقع الجزائر نظاما مائيا غير منتظم، وتنحصر مجمل المساحات المخصصة لزراعة الحبوب في المناطق الداخلية من الوطن ذات المناخ المتقلب الذي يحدد في أغلب الحالات مستوى الإنتاج (Amokrane 2001,). يرجع عدم استقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى تباين بيئي للوسط الزراعي الناجم أساسا من تأثير العوامل المناخية والترابية، التي تتمثل في قلة الأمطار وتذبذبها وقلة العناصر الغذائية، حيث لا يستغل جيدا من طرف النبات، نظرا لانخفاض درجة الحرارة، ظهور الصقيع الربيعي الذي يقلص من تبني أصناف المبكرة الإسبال(Annichiarico ***et al. ,***2002 ;2005).

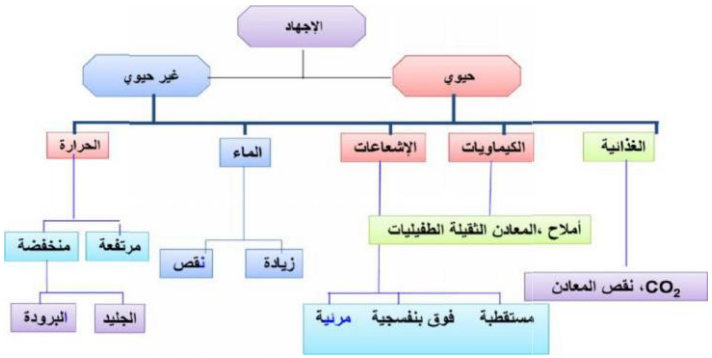
كما أن ظهور الإجهاد المائي والحراري في آخر الموسم الزراعي هما اللذان يحدان الإنتاج المنتظر (Baldy, 1974 ; Bouzerzour and Benmahammed, 1994). ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج ارتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، التي تتبع بالصعوبة لتحقيق الربح (Benkharbeche, 2001). ويعتمد التحسين الوراثي للقمح في المناطق الجافة أساسا على طريقة المقاومة لإجهادات لجعل هذا المحصول يتأقلم مع التغيرات غير منتظمة للمناخ (Mekhlouf, 1998).

قام (Baldy، 1974) بتلخيص المعوقات المناخية التي تؤثر على مردود الحبوب في الجزائر فيما يلي:

-تذبذب تساقط الأمطار الخريفية والذي ينتج عنه احتمال حدوث جفاف يؤثر على إنبات وظهور الباذرات.
- حدوث عواصف قوية والتي تعيق عملية البذر وتأخرها.
- درجة الحرارة المنخفضة الشتوية (كحد أدني -10م˚) في الأماكن المرتفعة تؤثر على الأوراق.
- عدم انتظام تساقط الأمطار الربيعية مما يؤدي إلى إمكانية حدوث عجز مائي.
- الصقيع الربيعي أين يتم تسجيل درجات الحرارة المنخفضة.
- العجز المائي وموجة الحرارة المرتفعة في نهاية الموسم يكون ضارا جدا على تشكيل الحبوب وامتلائها.

2. الإجهاد

تمثل الاجهادات اللاحيوية مجموع الظروف البيئية المفردة أو المشتركة والتي لها تأثيرا سلبيا على النمو، التطور وعلى التكاثر (Qualset and Jones, 1984). تعتبر محاولة التخفيف من ضرر الاجهادات من خلال السقي واستصلاح التربة من بين الاستراتيجيات المتبعة سابقا للتعامل مع الاجهادات البيئية. مما أدى إلى البحث عن نباتات محسنة وراثيا، لها القدرة على تحمل ضرر تلك الاجهادات (الشكل I 5).



شكل I 5: تصنيف الإجهاد (Gravet., 2007)

1.2. الاجهاد المائي

يعتبر الإجهاد المائي من بين الإجهادات الأكثر حدوثا في الطبيعة. ويظهر عندما يكون الماء الممتص أقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح، الذي يكون ذو علاقة سلبية مع المردود الحبي، مما يؤثر بصورة حتمية على المردود من خلال التغيرات الحاصلة على مراحل تطور القمح، ففي مرحلة الإنتاش يعمل نقص المدخرات الغذائية للبذور على عرقلة بروز من النبات (Bouaziz and Hicks, 1990) في مرحلة الانبثاق يزداد الفيلوكرون بالنسبة لكل من القمح الصلب واللين (Krenzer ***et al.,*** 1991 ; Simane ***et al.,*** 1993)، في مرحلة البداية الزهرية ينخفض نشاط الخلايا وتتقلص المساحة الورقية مما يؤدي إلى تناقص شدة التركيب الضوئي، أما في مرحلة التزهير يؤدي نقص عملية التركيب الضوئي إلى نقص تراكم وإعادة نقل بعض المواد الكربوهيدراتيـــة (Bidinger **et al.,** 1977 ; Kiniry, 1993 Palta ***et al., 1994***).

2.2. تأثير نقص المائي على النبات

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

1) يؤثر على العلاقات النائية في الخلية حيث يغير من الجهد الكلي للماء والجهد الأسموزي وجهد الضغط، مما يسبب انغلاق الثغور الذي يؤثر بدوره على دخول CO_2 الذي يؤثر على عملية التركيب الضوئي.
2) يحث على زيادة درجة شيخوخة، تساقط الأوراق وعدم تكوين الأزهار.
3) يؤثر على الأنسجة النباتية بحيث تتعرض للعديد من التغيرات منها التغيرات الإنزيمية والتغيرات في محتواها من الكربوهيدرات والبروتينات (بوزيتون وعمروش، 2013).

4) يؤثر على الأنسجة النباتية بتغير تركيزها وتتفاعل طبقا لذلك منها حمض الابسيسيك (ABA)، السيتوكنين Cytokinines، حمض الجبرلين Geberriline، الاثلين Etyline والأكسينAuxines
5) الإجهاد المائي يمكن أن يستحدث حالة من الإجهاد التأكسدي في النبات (Trippi ***et al***.,1998)، بزيادة أشكال الأكسجين الفعالة (Réactive oxygène species (ROS) مثل جزيئه الأكسجين الحرة O_2 و بيرو كسيد الهدروجين H_2O_2 و جذور الهيدروكسيل -OH الناتجة عن الاختزال غير التام بالأكسجين O_2، تعد جذور الأكسجين الفعالة مصدرا أساسيا للإضرار الخلايا تحت ظروف الإجهاد المائي (Candar et Tahran, 2003) فهي عالية السمية للخلايا، تتفاعل مع اللبيد المتواجد بجدار الخلية المسببة تلفا بسبب حصول ثقوب فيه تؤدي إلى حدوث تسرب في محتواها وجفاف سريع بها وبالتالي موتها.
6) يؤدي الإجهاد إلى نقص واضح وكبير في التمثيل CO_2 في عملية التركيب الضوئي بسبب انغلاق الثغور نتيجة نقص الماء بالخلايا الحارسة (محب، 2011).

3.2. ميكانيزمات (آليات) التأقلم مع الجفاف

1.3.2. تعريف الجفاف

يمثل الجفاف مجموعة من الضغوطات الجوية، حيث يكون أحد اهم العوامل المحددة للمردود. فهو يؤثر بشكل كبير على إنتاج المناطق الجافة وشبه الجافة أو ذات الأمطار غير المنتظمة أو ذات درجات حرارية مرتفعة. فالكثير من الظواهر كالحرارة المرتفعة، نقص الماء، انخفاض الرطوبة في الجو، الملوحة والتداخل فيما بينها يؤدي حتما إلى أنواع من الجفاف، مما يؤدي إلى العديد من أنواع التأقلم على مستويات مختلفة سواء جزيئية، خلوية، عضوية أو نباتية (Monneveux et Belhassen,1996).

2.3.2.تعريف التأقلم

عرف التأقلم بأنه قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص في الماء (Turner, 1979) بينما أضاف (Monneveux, 1995) لتعريف التأقلم الارتباط الوثيق بين درجة التأقلم وكمية الإنتاج الناتجة. إذ تضمن آليات تأقلم النبات العديد من الاستجابات للمحافظة على الوظائف الفيزيولوجية للنبات.

1.2.3.2. المعايير الظاهرية للتأقلم

يطلق عليها اسم مقاييس التبكير، وتعتبر من الخصائص التي تنظم دورة الحياة عند النبات، حيث بواسطتها تتجنب النباتات صدمة الفترات الحرجة خلال تطورها (Levitt,1972)، بوضع استراتيجية للتهرب في حالة الإجهاد المائي؛ مستجيبة في مرحلة يكون فيها الضغط الابتدائي (تربة) والنهائي (جو) والمجموعة تربة-نبات-جو مرتفعا ويسمح بتجنب انخفاض في الضغط المائي. يمكن تحقيق هذه الاستراتيجية سواء عن طريق تقنيات الزراعة باختيار موعد وعمق الزرع أو عن طريق دراسة وراثية بانتخاب أصناف مبكرة.

فالتهرب وسيلة يتبعها النبات لإلغاء أو التقليل من تأثيرات الإجهاد المائي، خلال مراحل تطوره، خاصة الأصناف الحساسة لنقص الماء. ويكون ذلك بالتبكير في الإزهار والنضج خارج فترات الإجهاد المائي (Yekhlef, 2001). تكون هذه الاستراتيجية محدودة، إذ أنها قد تعرض النبات إلى الجليد الربيعي، في مراحل بداية الصعود والإزهار وأثناء الامتلاء مما يؤدي إلى اجهاض الأزهار (Kara, 2001).

إن تحسين المردود في ظروف الجفاف يرجع بالدرجة الأولى إلى التبكير الذي يكون مسؤولا عن 40 إلى 60 % من التنوع في المردود في ظروف مناخية مثل مناخ البحر الأبيض المتوسط (Turner, 1979).
ثبت في دراسة على 53 صنف من القمح، الشعير وtriticale، انه في كل يوم تبكير إضافي تحت نفس ظروف الجفاف هناك ربح في المردود يقدر بثالثة قنطار/الهكتار (Maurer et Fisher, 1978).

3. التعديل الأسموزي

لقد اجمع العديد من الباحثين أن أهم آليات التأقلم هي التعديل الأسموزي، إذ أنه يسمح بالحفاظ على امتلاء خاليا النباتات المجهدة (Yekhlef et Djekoun,1997) بتراكم عدد من المواد المنحلة كالنترات، السكريات، الأحماض الأمينية، الأحماض العضوية وأملاح البوتاسيوم. (Madleine et Turner, 1980 ; Monneveux et Benlaribi, 1988 ; Djekoun, 1994).

1.3.العوامل التي تسمح بالتنظيم الأسموزي

إن للتنظيم الأسموزي علاقة كبيرة في الإنتاج الزراعي لأن الماء يعتبر عاملا محددا للإنتاج خاصة عند الحبوب (Akbar et *al*.,1991) ولهذا فان تأقلم الخلايا مع وضع ما مرتبط بظاهرة التنظيم الأسموزي لأنه يعتبر إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص الماء.

إن استجابة الأنماط الوراثية لنقص الماء تختلف حسب الأصناف. يعتبر التنظيم الأسموزي معيارا مهما في مقاومة الجفاف، يسمح بإعطاء أهمية لبعض مظاهر المقاومة وذلك بتخفيض الضغط المائي والإبقاء على الضغط الإنتباجي بتراكم مختلف المواد ذات دور المنظم الأسموزي osmo-régulateur(Khan, ; Turner, 1986 (1993. تكون هذه المواد المتراكمة عموما أحماض عضوية (حمض الماليك)، اينوزيتول، أيونات معدنية (Na^+، Cl^-، K^+)، سكريات ذائبة، أحماض أمينية (Glycine betaine وبرولين).

1.1.3.البرولين

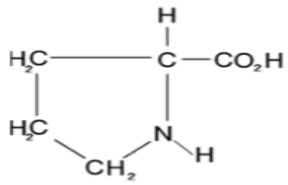
يعد البرولين أهم الأحماض الأمينية الأساسية التي تدخل في تكوين البروتينات، فهو يعتبر من الأحماض الأمينية غير القطبية التي تحتوي على سلسلة جانبية أليفاتية ولكنها تختلف عن بقية السلاسل الجانبية في الأحماض الأخرى وهذا لا يمنع من تقارب صفاته البيوكيميائية مع تلك التي تتميز بها باقي الأحماض الأمينية؛ فالبرولين هو الحمض الأميني الوحيد من 20 حمض آميني أين تكون المجموعة NH_2 غير حرة فهو إذا يحتوي على وظيفة ثانوية وليست أولية وذلك يسمى بالحمض الأميني (Acide imine)
. (Wray, 1988)

اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف Wilstetter خلال معايرة Ornithine وعزل أول مرة من التحاليل الحمضية لبروتين caséineمن طرف Ficher (Ficher, 1901 in Chaib, 1998). فهو عبارة عن جسم أبيض، كثير الذوبان في الماء والإيثانول. يتفاعل البرولين مع النينهيدرين ويعطي لونا أصفرا، يتحول باستمرار التسخين إلى أحمر بنفسجي، ويتم انحلال البرولين في الماء في درجة 25 م°.

2.1.3.تراكم البرولين

يعتبر تراكم البرولين داخل النبات عادة كرد فعل لتأقلمه أو تحسسه مع إجهاد معين (درجات الحرارية المنخفضة، الملوحة او نقص الماء) الذي يمكن معرفته مبكرا خلال دورة النبات (Bates et *al*., 1973)

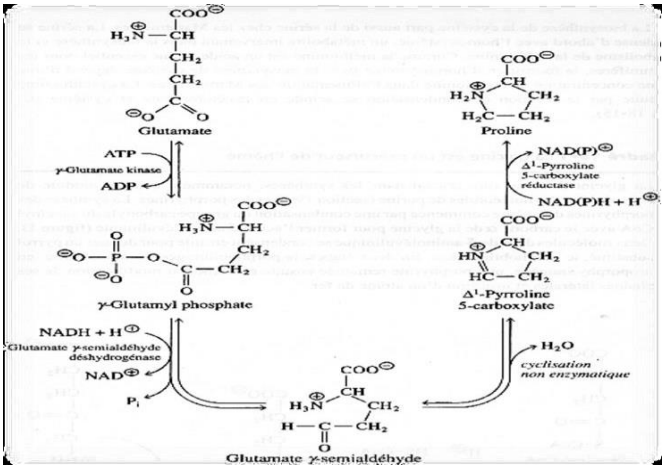
فتواجد البرولين عند العديد من النباتات خاصة القمح والشعير، يدل على أن تراكمه مستقل عن طور النمو عند النبات ولكنه مرتبط بالتغذية المائية. يلعب البرولين دورا مهما على المستوى الخلوي في الحفاظ على ضغط اسموزي داخلي مرتفع.



الشكل I 6: الشكل العام للبرولين

❖ **مراحل تخليق البرولين**

يخلق البرولين انطلاقا من الحمض الأميني (glutamique) حيث تتفاعل مجموعة (y- carboxyle de glutamate) مع جزيئة الأمين ATP لتشكيل (Acylphosphate) فنتحصل على (pyroline carboxylique) الذي يختزل بدوره مع فقد جزيئة ماء H_2O لتشكيل (pyroline carboxylique) والذي يختزل بدوره مرة أخرى بجزيئة NADPH للحصول على البرولين (Stroyer,1992 ; Taylor,1996) الشكل I 7 يوضح مراحل تخليق البرولين .

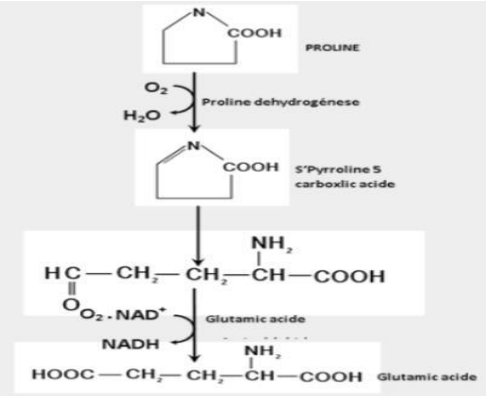


شكلI 7: مراحل تخليق البرولين (Horton *et al* .,1994)

❖ **مراحل هدم البرولين**

تبدأ عملية الهدم بتحرير المركب 5-Carboxylique Acide Proline في الغشاء الداخلي للميتوكندريا بواسطة انزيم Proline Oxydase حيث يحول هذا المركب إلى (Glutamate) عن طريق إنزيم (P5C Dehydrogenase) وقد أثبت علماء كثيرون أن عملية هدم البرولين عند البكتيريا والحشرات تبدأ بتحويل البرولين إلى P5C في وجود إنزيم (Proline Oxydase) داخل الميتوكندريا في وجود الأكسيجين O_2 و(Flavoproteine).

إن عزل الجين Proline Oxydase يساهم في هدم (Proline Déshydrogénase) وفي تراكم البرولين ولكن من الصعب عزل هذا الإنزيم في حالته النقية وذلك لأن نشاطه مرتبط بالغشاء الداخلي للميتوكندريا ويبدوا أن هذا الإنزيم يعطي إلكترونات تدخل مباشرة في السلسلة التنفسية (Kiyous ***et al***., 1996)، وتنشط عملية أكسدة البرولين أثناء تراكمه تحت ظروف الجفاف عند النبات من جديد بعد إعادة الســـــقي ; Stewart et al.,1977) (Royapati and Stewart, 1991عن (شايب، 1998).



شكلا 8 **: تحويل البرولين إلى** Glutamique **(**Lehninger 1972**)**

3.1.3.عوامل تراكم البرولين

يرتبط تراكم البرولين في النبات بوجود إجهاد مائي أو حراري أو ملحي (Richard ***et al.***,2006)، تزيد كمية البرولين في الخلايا النباتية استجابة للدرجات الحرارية المرتفعة والتي يكون محتواها المائي ضعيفا (Palfi ***et al.*** ,1974 ; Singh ***et al.***,1973).

لا تؤثر درجات الحرارة المنخفضة على ميتابوليزم البرولين فحسب بل لها تأثير على نقل البرولين إلى الأوعية والسيقان، حيث يخلق البرولين في الأوراق، ثم يوزع إلى بقية أجزاء النبات، فيصل إلى مناطق اتصال الساق بالجذر وإلى الجذور (Paquin, 1977; Vezina et Paquin, 1982).

يترجم نقص الماء على مستوى النباتات وبصفة خاصة داخل الأوراق بالزيادة الصافية لتراكيز بعض المواد الأزوتية، سكريات(Collek, 1965) وأحماض عضوية (Vieira Da Silva, 1968).

يتراكم البرولين في جذور الشعير بكميات عالية خلال المراحل الأولى من الجفاف، وفي كل من غمد ونصل الورقة (Patils ***et al***.,1984) نفس الملاحظة توصل إليها (Singh ***et al.,*** 1973). حيث وجدوا أن البرولين يتراكم بصفة خاصة في نصل الورقة وبدرجة أقل عند الجذور وقمة المرستيم.

يرى (Nakashima ***et al***., 1998) أن البرولين هو المركب الأسموزي الأكثر توزعا أثناء الإجهاد المائي في النباتات. يكون تراكمه مرتبطا بتغيرات المحتوى المائي في النبات مما يحث على تخليقه عند النباتات ذات القدرة على تحمل الجفاف (Henchi ***et al.,*** 1982 ; Ramson ***et al.,*** 1988: Martinez ***et al.,*** 1996).

وقد أشار Drier (1988) عن شايب (1998) إلى مساهمة كل من الشدة الضوئية ونقص CO_2 في وسط التهوية في زيادة نسبة البرولين في الأنسجة، يساهم التركيب الضوئي في مسلك التخليق الحيوي للبرولين سواء بتقديم NADPH أو ATP بواسطة تحفيز الكربوهيدرات التي تعتبر كسابقة لتراكم البرولين في ستروما الكلوروبلاست لتضاف لتلك الموجودة في السيتوبلازم التي تنشط غالبا في الظلام (Joyce ***et al.,*** 1992)، لوحظ تراكم البرولين في الأنسجة الخضراء عند التعرض لإجهاد ضوئي (Stewart ***et al***., 1966). ووجد (Singh ***et al.,*** 1973) علاقة إيجابية بين محتوى الكلوروفيل وتراكم البرولين إضافة لإمكانية اشتراك مباشر للكلوروبلاست في التخليق الحيوي للبرولين. كما أن مستويات تراكم البرولين في أوراق الشعير غير المجهدة والمعالجة بـ ABA تكون كبيرة في الضوء مقارنة بالظلام(Pexi, 1992) .

4.1.3.دور البرولين في النبات الواقع تحت الجفاف

أمكن تلخيص أهم الوظائف الحيوية للبرولين تحت ظروف الإجهاد المائي في النبات في:

- ✓ **التنظيم الأسموزي**: تراكمه في السيتوبلازم يزيد من الجهد الأسموزي للخلية وبالتالي يزيد من قابليتها على سحب الماء من الخلايا المجاورة والإبقاء على انتفاخ الخلية.
- ✓ **مضاد الأكسدة**: يعتبر من أهم مواد مضادات الأكسدة حيث يعمل على حماية الأنزيمات والأغشية البلازمية من الأكسدة بالإضافة إلى أنه يعمل على حصد وكنس الجذيرات الحرة من الأنسجة الخلوية (محب طه صقر، 2011)، يعمـــل كأكسجين داخلي خامد دوره اقتنـــاص جذيرات الأكسجيـــــن (Smimoff et Cumbes, 1989; Matysik ***et al***., 2002).

وأوضح (Tan ***et al***., 2008) في دراستهم على نبات القمح المعرض للإجهاد المائي انخفاض فعالية إنزيم Superoxide dismutase (SOD) بزيادة تجمع الجذور الحرة المؤكسدة وأشاروا إلى دور حامض البرولين في إزالة التأثير السلبي للجذور الحرة باعتباره مقتنص جيد لها وأكد ذلك من طـــرف (Fattahi Neisiani ***et al***., 2009) في دراستهم على نبات الذرة الصفراء.

- ✓ **أيض النتروجين**: يقوم بتخزين النتروجين بدلا من فقده في الجو الخارجي عند تفتت البروتينات وتكوين الامونيا، يساهم في عملية نقل النيتروجين من عضو الى اخر أثناء الإجهاد، يزيل الآثار السامة لتراكم الأمونيا في الخلايا باعتباره مضاد للتسمم بالأمونيا.
- ✓ يساعد في العمليات الفيزيولوجية المختلفة: استمرار استطالة الخلايا، انتظام فتح وغلق الثغور، نمو الجنين والإزهار.
- ✓ **الحماية**: يقوم بحماية وتنشيط وثبات إنزيمات الميتوكوندريا تحت ظروف الإجهاد، يعمل كغطاء جزيئي قادر على حماية وسلامة البروتين وزيادة نشاطات الإنزيمات المختلفة خاصة التي تعمل كمضادات أكسدة مثل: APX, CAT, GST بحيث بين (Flexas ***et al .,*** 2006) أن محتواها يزيد في الخلية أثناء الإجهاد المائي. ومع ذلك فإن الدور الدقيق للبرولين في مسارات تخليقه تشارك في تنظيم عملية التكثيل الغذائي ليست مفهومة تماما حتى الأن (Kilani Ben Redjeb ***et al.,***2012).

2.3.الإجهاد المائي والكلوروفيل

1.2.3. الكلوروفيل

يلعب الكلوروفيل دورا هاما في عملية التركيب الضوئي حيث تتولى البلاستيدات الخضراء القيام بهذه العملية داخل أوراق النبات حيث توجه الطاقة الضوئية التي يتم امتصاصها الى مراكز تفاعل خاصة في التيلاكويدات. وتتولى هذه المراكز ومعها الجزيئات حاملة للإلكترونات تحويل الطاقة الضوئية للحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء وفي نهايتها تؤدي إلى إنتاج المواد السكرية وغيرها من المواد الغذائية كالنشاء، الدهن، البروتين والفيتامينات.

2.2.3. مراحل تخليق الكلوروفيل

تتم هذه العملية في الصانعات الخضراء بحيث يشترك فيها خمسة عشر تفاعلا انزيميا، مجموعة الجينات المشفرة لهذه الإنزيمات تم التعرف عليها منذ بضع سنوات فقط (Beok Eckhard ***et al.,*** 1999) يمكن تقسيم مسار الكلوروفيل إلى ثلاثة مراحل أساسية:

المرحلة 1: تتم هذه المرحلة في تسعة خطوات حيث تبدأ بحمض glutamateالذي يدخل في سلسلة من التفاعلات المختلفة للحصول على مركب يدعى protopophyrine 4 الذي يتكون من أربع وحدات من البيرول بدون اتحاد أي أيون.

المرحلة 2: وهي خاصة بتخليق الكلوروفيل، تبدأ باتحاد أو تمخلب جزيء المغنيزيوم مع protopophyrine 4 لإنتاج جزيئة كلوروفيل **A** تتكون من أربع وحدات من البيروفرين تتوسطها جزيئة مغنيزيوم غير متأينة.

المرحلة 3: يتم تحويل الكلوروفيل A الى كلوروفيل B في وجود إنزيم Chlorophylle A oxygénase **CAO** (Osteret ***et al.,*** 2000عن حدروف، 2016)

3.2.3.هدم الكلوروفيل

معرفة هذه العملية مهم جدا ليس فقط لفهم فيزيولوجيا وبيوكيمياء النباتات ولكن من اجل استغلال هذه الظاهرة وتتم عند الخلايا كما عند الأنسجة الحية أو الميتة ويرتبط تدمير اليخضور بالتغيرات المهمة التي تحدث في دورة حياة النبات (الشيخوخة، التكيف مع ظروف وسط جديد)، بالتجديد المستمر لجزيئة الكلوروفيل والموت المبكر الذي يكون سببه التغيرات في درجات الحرارة وملوثات الهضم من طرف كائن آخر أو التعرض للمرض.

3.3.تراكم السكريات

تعتبر السكريات من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات، وللسكريات المذابة دور إيجابي في تخفيف الإجهاد الحراري والمائي وفي طريقة التعديل الأسموزي أيضا وذلك بمنح مقاومة للجفاف، ولقد وجد بعض الباحثين في أوراق القمح الصلب أثناء الجهد المائي تراكما للسكريات وتثبيطا لأيض النشا، كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات للتعديل الأسموزي ومنها الجلوكوز والسكروز (Ackerson,1981)، حيث بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاد عام للسكر والنشا في الأوراق المعرضة للإجهاد.

4.3.العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل في الإجهاد

أظهرت النتائج عن وجود تناسبية عكسية بين مستوى تراكم البرولين وخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي، وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكـــم للبرولين يكون أكثر انخفاضا للكلوروفيـــل والعكس صحيـــح (Tahri ***et al.,***1997).

طرق ووسائل العمل:

تم تجميع وتثمين كل المعطيات والأعمال التي تمت على قياس المنظمات الأسموزية (البرولين، الكلوروفيل والسكريات) وأخرى، على مستوى مخبر تثمين وتطوير المصادر الوراثية النباتية خلال سنوات 1995 إلى 2015، من قبل كانت رسالتين لدراسات عليا لم نتحصل عليهما، وشملت الدراسة كل من أعمال ماستر وماجستير. المصادر (رسائل دراسات عليا، مهندس في تحسين النبات وماستر واطروحات ماجستير وحتى رسالة دكتوراه).

1.المادة النباتية

تمت الدراسة على نوعين من النجيليات (القمح *Triticum* والشعير *Hordeum*) شملت التجربة 12 صنف، خمسة أصناف من القمح الصلب (GGR, Haurani, Hedba, Bidi 17, DK)، ثلاثة أصناف من القمح اللين (FA,MK, MD) وأربعة أصناف من الشعير (Manel,Saida, Rihane, Jaidor) وزعت عبر السنوات (2011، 2012، 2013 و2015)، (أي مع تغيير بين الأصناف عبر السنوات).

جدول رقم **II** 1: أسماء الأصناف المستعملة، أصلها الجغرافي، وخصائصها الزراعية.

2.سير التجربة

النوع	اسم الصنف	الأصل الجغرافي	الخصائص الزراعية
القمح الصلب	قمقوم الرخام GGR	الجزائر – تيارت	إنتاج ضعيف ومتأخر جدا
	Haurani	لبنان	انتاج متوسط إلى جيد ومبكر جدا
	Hedba	الجزائر –باتنة	اشطاء متوسط وهو متأخر
	Bidi 17	الجزائر-قالمة 1936	انتاج متوسط نصف مبكر-اشطاء ضعيف
	جناح الخطايفة DK+ +	تونس	حساس للأمراض، مقاوم للجفاف، اشطاء متوسط
القمح اللين	فلورنس اورور FA (8193)	تونس – الجزائر	حساس للأمراض وللبرد
	مهود مياس (MD)	الجزائر	----------
	ميكسيباك (Mexipake MK)	ميكسيك-باكستان 1973	مقاوم للجفاف والأمراض مع انتاج جيد
الشعير	ريحان Rihane	سوري منتخب في سيدي بلعباس	----------
	جيدور Jaidor	فرنسي منتخب في ITGC	----------
	سعيدة Saida 183	الجزائر	انتاج جيد مع اشطاء متوسط حساس للأمراض
	منال Manel	تونس	متأقلم ومقاوم للأمراض مع انتاج مبكر

تمت بعض التجارب في البيت البلاستيكي (مخبأ) والمخبر بمعهد تربية النحل سابقا بشعبة الرصاص (سنوات 1991 إلى 2000) والبعض الأخر في البيتين الزجاجين بشعبة الرصاص Bio pole وبمخبر تطوير وتثمين الموارد الوراثية النباتية بجامعة منتوري قسنطينة خلال السنوات (2000 إلى 2015) تحت ظروف نصف مراقبة.

بالنسبة للإعمال ماجستير التي تمت بي معهد تربة النحل استعملت اصص من الحجم المتوسط ذات قطر 10سم، ملئت بنفس الوزن من تربة زراعية من مشتلة الجامعة دائرة تربة النحل بشعبة الرصاص. السعة الحقلية بهذه التربة حددت قيمتها بنسبة 38%، تم زرع البدور بمعدل 6 حبات لكل اصيص على أساس 300 حبة في متر مربع الواحد كما هو مطبق في الميدان الزراعي.

درجة حرارة البيت البلاستيكي 9-15م° ليلا و24-42م° نهارا. الرطوبة تتراوح بين 75-100%.

بعد الإنبات تم سقي الباذرات حتى بداية خروج الورقة الثانية بمعدل يقارب نصف السعة الحقلية أي 300ملل ماء/اصيص كل يومين. واصل سقي النباتات الشاهدة بنفس الطريقة بينما وقف سقي النباتات المعاملة بالنقص الماء حتى الحصول على الصف الورقي الثاني والثالث الذي استعمل في معايرة البرولين حسب تبكير الأصناف المدروسة. وتم تحديد درجات نقص الماء المدروسة بالمتابعة اليومية لوزن الأصص الحاملة للنباتات حتى الوصول إلى درجات نقص الماء المعبر عنها بالنسبة رطوبة التربة انطلاقا من السعة الحقلية.

بالنسبة للإعمال الماستر التي تمت بالبيت البلاستيكي بالمجمع البيولوجي اختيرت الأصص ذات الأبعاد 26 سم طولا و18 سم عرضا وملأت بتربة زراعية متجانسة ذات قوام طيني سلتي من مشتلة الجامعة Bio pole بشعبة الرصاص بمعدل ثلاثة تكرارات لكل صنف وبمعدل 14 بذرة في كل أصيص.

تم سقي النبات باستمرار وبانتظام كل 48 ساعة، في البداية السقي يكون بمعدل 400 ملل لكل أصيص إلى غاية 800 ملل وبعد مرحة الإشطاء أصبح السقي ب 700 ملل الى 900 ملل نظرا الارتفاع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجي

3. تطبيق الإجهاد

بالنسبة للأعمال الماجستير تم تطبيق الإجهاد باختيار مستويات مختلفة من السعة الحقلية تتراوح بين 75% من السعة الحقلية (السقي العادي) إلى 6.5% من السعة الحقلية، تم تطبيق الإجهاد على المراحل الأولى من حياة النبات من ورقتين إلى أربع وراقات. بتعريض نبات القمح (الصلب واللين) لعدة مستويات من النقص المائي وكانت دراسة مستويات الإجهاد مختلفة بين الباحثين من (75% إلى 6.5% من السعة الحقلية (75%، 50%، 42.5%، 37.5%، 35%، 25%، 18%، 12.5%، 8.33% و6.5% من السعة الحقلية).

بالنسبة لأعمال الماستر تم تطبيق الإجهاد في ثلاثة مراحل من دورة حياة النبات في جميع السنوات إلا في سنة 2015 فتم تطبيق الإجهاد إلا في مرحلتين، وكانت مستويات الإجهاد المطبقة 40%، 25% و15%. فعند وصول النباتات إلى مرحلة الإشطاء تم تقسيمها إلى مجموعتين: مجموعة غير معرضة للجفاف (SDH) ومجموعة معرضة للجفاف (ADH) يكمل سقي النباتات (SDH) بنفس الكيفية السابقة حتى نضج النباتات في حين النباتات المعرضة للجفاف تقسم إلى مجموعتين وفقا لمرحلة النمو لإجراء الإجهاد (جدول رقم II 2)

بعد إجراء المعايرة المطلوبة تسقى النباتات المعرضة للإجهاد لتعاد المعايرة بعد 24 ساعة (APR1)، ثم نفس النباتات لنفس المرحلة يعاد سقيها من جديد لمدة 7 أيام (APR2) لتعاد المعايرة مرة ثالثة.

جدول II 2: مراحل تطبيق الإجهاد

	2011			2012			2013			2015		
	القمح الصلب	القمح اللين	الشعير	القمح الصلب	القمح اللين	الشعير	القمح الصلب	القمح اللين	الشعير	القمح الصلب	القمح اللين	الشعير
الإجهاد (1) %40	1 –بداية الصعود 2-بداية الانتفاخ			بداية الصعود			بداية الصعود			بداية الصعود		
	3-بداية الإسبال	بداية الإزهار	الإسبال									
الإجهاد (2) %25				الانتفاخ	متوسط الانتفاخ	بداية الإسبال	الانتفاخ	نهاية الانتفاخ بداية الإزهار	بداية الإسبال	بداية الإسبال بداية لإزهار		

بالنسبة لرسائل الدكتورة تم تتبع كل الأفكار المستنبطة خلال مراحل الدراسة السابقة المجسدة في أربع تجارب ثم أضيفت ثلاثة تجارب المتمثلة

1- الإدماج بين كل من الإجهاد المائي والإجهاد الحراري
2- الإدماج بين كل من الإجهاد المائي والإجهاد الضوئي
3- تتبع تراكم البرولين عند افراد الجيل الأول الناتجة من التزاوج بين الأباء المختلفة الطبيعة بين مقاومة وحساسة للإجهاد المائي
4- تتبع تراكم البرولين عند افراد الجيل الثاني الناتجة من التلقيح الذاتي للأفراد الجيل الأول بهدف معرفة إمكانية انتقال صفة التراكم من الأباء إلى الأجيال اللاحقة.

4. المعايير المقاسة

1.4.البرولين

تمت معايرة البرولين بطريقــة (Troll et Lindsley 1955)، المعدلة من طـــــــــــرف (Dreier et Gorning, 1974) والقيم المتحصل عليها يتم تحويلها إلى معدلات للبرولين حسب المعادلة التالية: Y= (0.62 x D.O)/MS (Benlaribi , 1990)

Y : محتوى البرولين، D.O: الكثافة الضوئية، M.S: المادة الجافة

نعبر عن محتوى البرولين بالميكرو مول/ملغ من المادة الجافة أي أن الكثافة ضوئية من المكررات الثلاثة لكل عينة نباتية حولت بدلالة الوزن الجاف المقابل لها إلى قيمة البرولين.

2.4. معايرة الكلوروفيل

تم تقدير تركيز الكلوروفيل في الأوراق النباتية حسب طريقة (Francis et al., 1970) ويقدر تركيز الكلوروفيل بالعلا قتين التاليتين:

Chl A (mmol/mg (MF)) = 12.3*D.O(663) – 0.86*D.O(645)/100

Chl B (mmol/mg (MF)) = 9.3*D.O (645) – 3.6*DO(663)/100

DO: الكثافة الضوئية MF: المادة الغضة

3.4. معايرة السكريات

تمت معايرة السكريات وفقا لطريقة الفينول (Dubois et al, 1956)

5. التحليل الإحصائي

تمت الدراسة الإحصائية اعتمادا على تحليل التباين Anova لعاملين (صنف ومعاملة مائية) وتحليل التباين لثلاثة عوامل (صنف ومعاملة مائية ومرحلة) واختبار أصغر مدى معنوي Test Newman Keuls بواسطة برنامج Excel stat.

تحليل وتثمين النتائج:

1. أعمال الماجستير

1-1. تحليل النتائج

يتراكم البرولين بنسب كبيرة عند نبات القمح أثناء تعرضه للإجهاد المائي وهذا ما يبدو جليا من خلال النتائج المتحصل عليها من طرف عدة باحثين خلال دراستهم محاولة لتفسير تراكم البرولين أثناء الإجهاد المائي بتعريض نبات القمح (الصلب واللين) لعدة مستويات من النقص المائي وكانت دراسة مستويات الإجهاد مختلفة بين الباحثين من 75% إلى 6.5% من السعة الحقلية.

سجل محتوى تراكم البرولين عند نبات القمح نسب متزايدة عند تعرضه للإجهاد المائي عند كل الباحثين في جميع مستويات الجفاف من 75% إلى 6.5%من السعة الحقلية، حيث تراوح مستوى تراكم البرولين من 3.46 إلى 86.33 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

❖ **الباحثة شايب (1998): محتوى البرولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء**

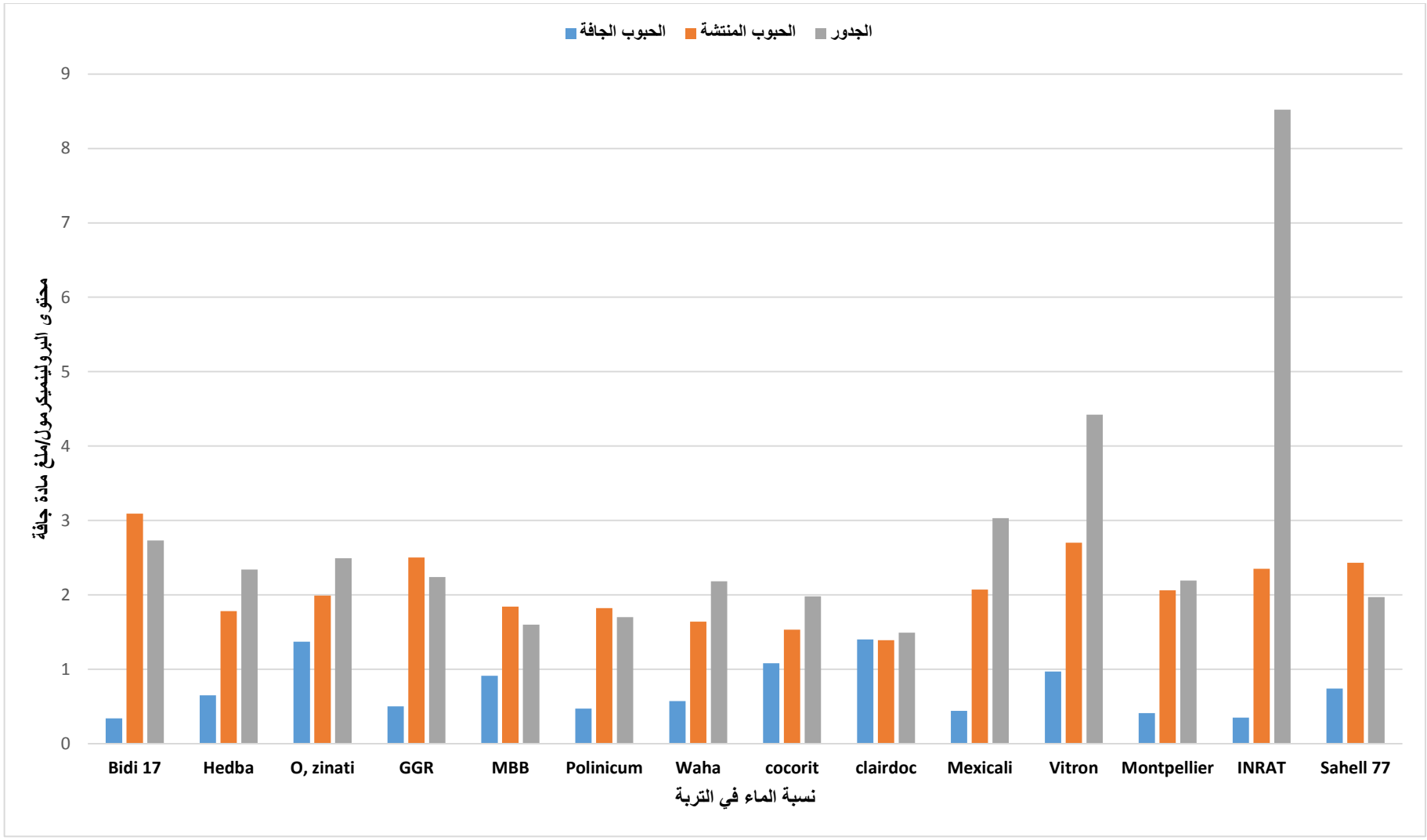
تمت الدراسة على 14 صنف من القمح الصلب (مستوردة ومحلية)، جمعت من محطة التجارب الفلاحية ITGC بالخروب سنة 1994 ماعدا صنف بولينيكوم فقد جمع من موسم 1993.

تمت معايرة البرولين في أعضاء مختلفة من النبات:

- الحبوب الجافة، الحبوب أثناء الإنتاش، الجذور والأوراق على مستوى الصف الثاني والثالث تحت ظروف السقي العادي 75% وتحت درجات مختلفة من النقص المائي 50%، 42.5%، 35.5%، 25% و12.5% من السعة الحقلية.

تراوح محتوى البرولين عند الحبوب الجافة من 0.34±0.35 و1.40±0.20 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كل من بيدي 17 وكلارودوك على الترتيب. وبين 1.39±0.35 و3.09±0.54 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كلارودوك وبيدي 17 على الترتيب بالنسبة للحبوب المنتشة، أما عند الجذور فتراوح محتواه بين 1.49±0.35 و8.52±3.40 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كل من كلارودوك وانرات على الترتيب. وهي أعلى قيمة سجلت بالنسبة لجميع الأصناف وعند كل الاختيارات.

ملاحظة: سجل الصنف كلارودوك أعلى قيمة بالنسبة للحبوب الجافة وأدنى قيمة عند الحبوب المنتشة مقارنة بالأصناف الأخرى مع العلم انه سجل نفس القيمة (1.40 و1.39) وتقريبا نفس القيمة عند الجذور.



الشكل III 1 : محتوى البرولين لـ 14 صنف من القمح الصلب عند الحبوب الجافة، الحبوب المنتشة والجذور (شايب، 1998)

أما فيما يخص محتوى البرولين في الصف الورقي الثاني والثالث أسفرت النتائج عن تسجيل قيم تراوحت عند نسبة 75% من السعة الحقلية من 1.92±5.37 إلى 0.82±2.19 ميكرومول/ملغ مادة جافة، سجلت أعلي قيمة عند صنف محمد بن بشير وأدنى قيمة عند صنف فترون.

عند الأصناف المحلية سجلت أعلى قيمة عند صنف محمد بن بشير قدرت بـ 1.92±5.37 ٍ ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة عند صنف واد زناتي 368 قدرت بـ 3.256± 0.67 ميكرومول/ملغ مادة جافة، أما بالنسبة للأصناف المستوردة سجلت أعلى قيمة عند صنف واحة بـ 1.50±4.85 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة عند صنف فترون قدرت بـ 0.82±2.19 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

عند نسبة 50% من السعة الحقلية تراوحت قيم البرولين ما بين 2.23±5.29 و1.27±0.16 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند الصنفين المستوردين ميكسيكالي وكلاردوك على التوالي.

أما بالنسبة للأصناف المحلية فسجلت أعلى قيمة عند صنف بيدي 17 بـ 0.49±2.77 وأدنى قيمة عند صنفين هدبة 3 وبولينكوم أين سجلا قيما متقاربة قدرت بـ 0.59±1.46 و0.53±1.48 ميكرومول/ملغ مادة جافة على الترتيب.

عند نسبة 42.5% من السعة الحقلية تراوحت قيم البرولين من 1.47± 0.39 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند بيدي 17 كأدنى قيمة وهدبة 3 وهي أصناف محلية أما الأصناف المستوردة فأعلى قيمة سجلت عند واحة 1.60±5.66 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة سجلت عند صنف كلاردوك بـ 0.23±2.05 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

عند نسبة 35% من السعة الحقلية بلغت قيمة التضاعف من 2.5 إلى 34 مرة، كأدنى وأعلى قيمة تضاعف عند هدبة -بيدي17 ومنتوبيلي على الترتيب. نلاحظ تراكما مميزا لمحتوى البرولين عند هذه النسبة مقارنة بالنسب التي سبقت (75%، 50%، 42.5% من السعة الحقلية) عند جميع الأصناف بقيم متفاوتة. ومن هنا يمكن أن نعتبر هذه النسب نسب سقي عادية بالنسبة للنبات حيث لا يتحسس للنقص المائي.

أكبر نسبة للتضاعف سجلت عند الأصناف المستوردة مونبولي وانرات بـ 34 و28 مرة مقارنة بالقيم المسجلة عند نسبة 75% من السعة الحقلية، بينما سجلت الأصناف المحلية قيم تضاعف للبرولين مابين 2.5 و8 مرات مقارنة بمحتوى البرولين عند 75% من السعة الحقلية. اذن الأصناف المستوردة أكثر تحسسا للنقص المائي.

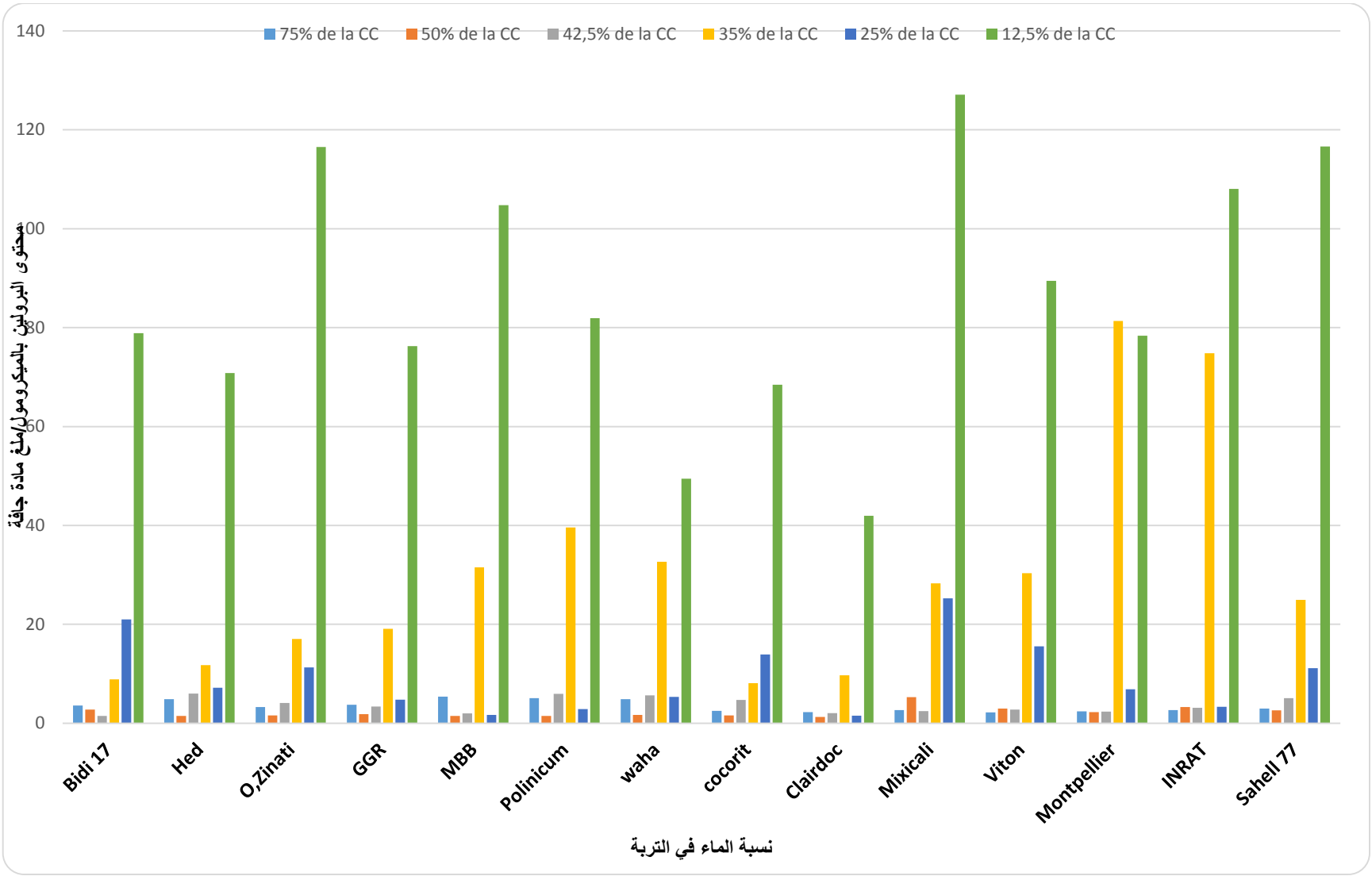
عند نسبة 25% من السعة الحقلية سجلت قيم التضاعف من 0.31 إلى 9.5 مرة. لقد سجل انخفاض ملحوظ في مستوى تراكم البرولين عند نسبة 25% من السعة الحقلية مقارنة بنسبة 35% وهذا يمكن ارجاعه إلى الظروف الطبيعية التي كانت سائدة أثناء القيام بالتجربة.

عند نسبة 12.5% من السعة الحقلية سجل تراكم البرولين قيم معتبرة عند جميع الأصناف ماعدا صنف مونبولي أين سجلنا انخفاضا طفيفا مقارنة بمحتوى البرولين عند نسبة 35% من السعة الحقلية. أما مقارنته بالنسبة 75% من السعة الحقلية فإن تراكم البرولين كان بقيم كبيرة حيث سجلت أعلى قيمة للتضاعف 48 مرة عند مكسيكالي وأدنى قيمة بـ 10 مرات عند واحة.

من بين الأصناف المحلية نجد صنف واد زناتي أكثر مقاومة للنقص المائي حيث سجلنا أكبر نسبة للتضاعف لديه مقارنة بالأصناف الأخرى، ثم يليه صنف بيدي 17، قمقوم الرخام ومحمد بن بشير، ويليهم بولينكوم وهدبة3 حيث سجلا اقل قيمة للتضاعف من محتوى البرولين.

بالنسبة للأصناف المستوردة ينفرد صنف ميكسيكالي بنسبة 48 مرة قيمة للتضاعف مقارنة بالأصناف الأخرى ثم يليه فترون، انرات 69 والساحل 77 41، 40 و39.5 مرة. أما عند مونبولي وكوكوريت قدرت قيمة التضاعف ب 32 و27 مرة على التوالي، وفي الأخير الصنف كلاردوك بـ 18.5 مرة. وسجل الصنف واحة استثناء بالنسبة للأصناف المستوردة أين سجل 10 مرات قيمة للتضاعف حيث تعتبر أقل قيمة بالنسبة لكل من الأصناف المستوردة والمحلية.

نلاحظ على العموم أن نسبة التضاعف كانت أكبر عند الأصناف المستوردة مقارنة بالمحلية، الأصناف المستوردة أكبر حساسية للنقص المائي مقارنة بالأصناف المحلية.



الشكلIII 2 : محتوى البرولين لـ 14 صنف من القمح الصلب عند 6 مستويات من السعة الحقلية (شايب، 1998)

❖ **الباحثة مالكي 2002: مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح (*Triticum sp.*) بواسطة اختبار البرولين.**

تمت الدراسة حول 28 صنف من القمح (الصلب واللين) بتعريضه إلى مستويات مختلفة من النقص المائي 75%، 50%، 25% و 12.5% من السعة الحقلية.

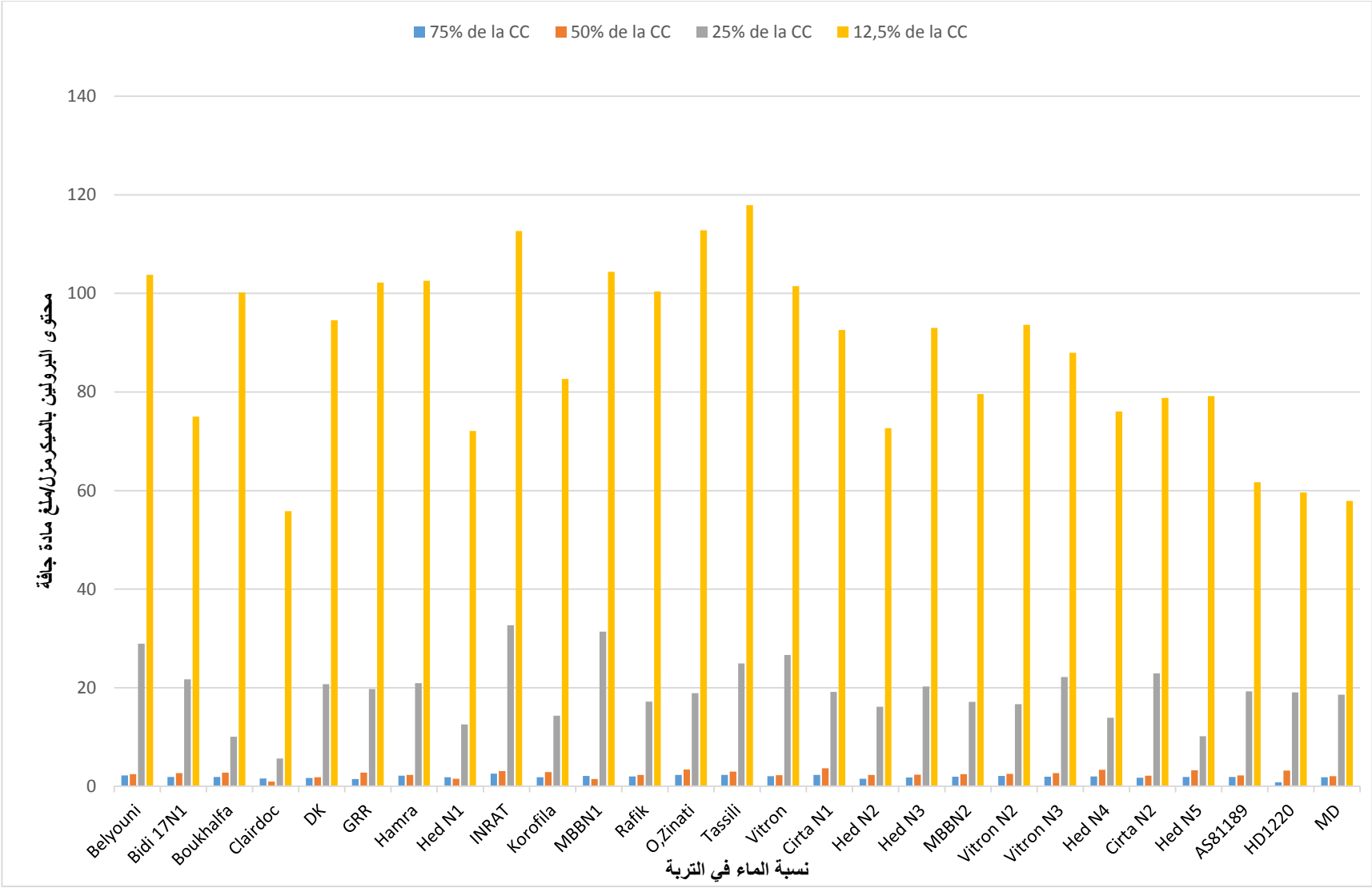
عند نسبة 75% من السعة الحقلية تراوح تراكم البرولين من 0.78±0.23 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى قيمة عند HD1220//kal3/Bjy بينما سجلت أعلى قيمة عند إنرات 69 بـ2.57±0.46 ميكرومول/ملغ مادة جافة، في حين سجلا الأصناف واد زناتي، تاسيلي ونموذج سيرتا رقم1 تقريبا نفس القيمة 2.30±0.51، 2.29±0.39 و 2.33 ± 0.26 ميكرومول/ملغ مادة جافة، وكذلك تقاربا الصنفين نموذج هدبة رقم 5 و AS 81189 A حيث سجلا 1.92±0.034 و1.91±0.43 ميكرومول/ملغ مادة جافة على الترتيب.

عند نسبة 50% من السعة الحقلية تراوحت قيمة التضاعف من0.6 إلى 1.70 كأدنى وأعلى قيمة عند كلارودوك وهدبة N5 على التوالي مقارنة بنسبة 75% .

عند نسبة 25% من السعة الحقلية سجل ارتفاع ملحوظ في محتوى البرولين وتراوحت قيمة التضاعف من 3.5 إلى 24 مرة كأدنى وأعلى قيمة عند الصنفين كلارودوك و HD 1220//kal 3/Bjy على التوالي مقارنة بنسبة 75% من السعة الحقلية.

الصنف الأكثر حساسية للنقص المائي هو HD 1220//kal 3/Bjy بأكبر قيمة للتضاعف، أما الصنف كلاردوك لا يراكم البرولين بكثرة وهو غير مقاوم للنقص المائي.

عند نسبة 12.5% من السعة الحقلية تراوحت قيمة التضاعف من 31 إلى 76 كأدنى وأعلى قيمة عند الصنفين MD وHD على الترتيب بحيث أصغر قيمة لتراكم البرولين سجلت عند كلاردوك بـ 13.07±55.83 ميكرومول/ملغ مادة جافة.



الشكلII 3I: محتوى البرولين لـ 28 صنف من القمح الصلب والقمح اللين عند 4 مستويات من السعة الحقلية، (مالكي، 2002)

❖ **الباحثة رجايمية (2006): تراكم البرولين باعتباره مؤشر جزئي للتنوع الحيوي والتأقلم مع الجفاف عند الحبوب (القمح الصلب *Triticum durum Desf*)**

تمت التجربة خلال الموسم الجامعي 2003-2004 على 25 صنف من القمح الصلب (منها المحلي والمستورد) بتعريض النبات لمستويات مختلفة من النقص المائي (50%، 37.5%، 25%، 12.5% و6.25% من السعة الحقلية) وتسجيل تراكم البرولين عند هذه المستويات من النقص المائي.

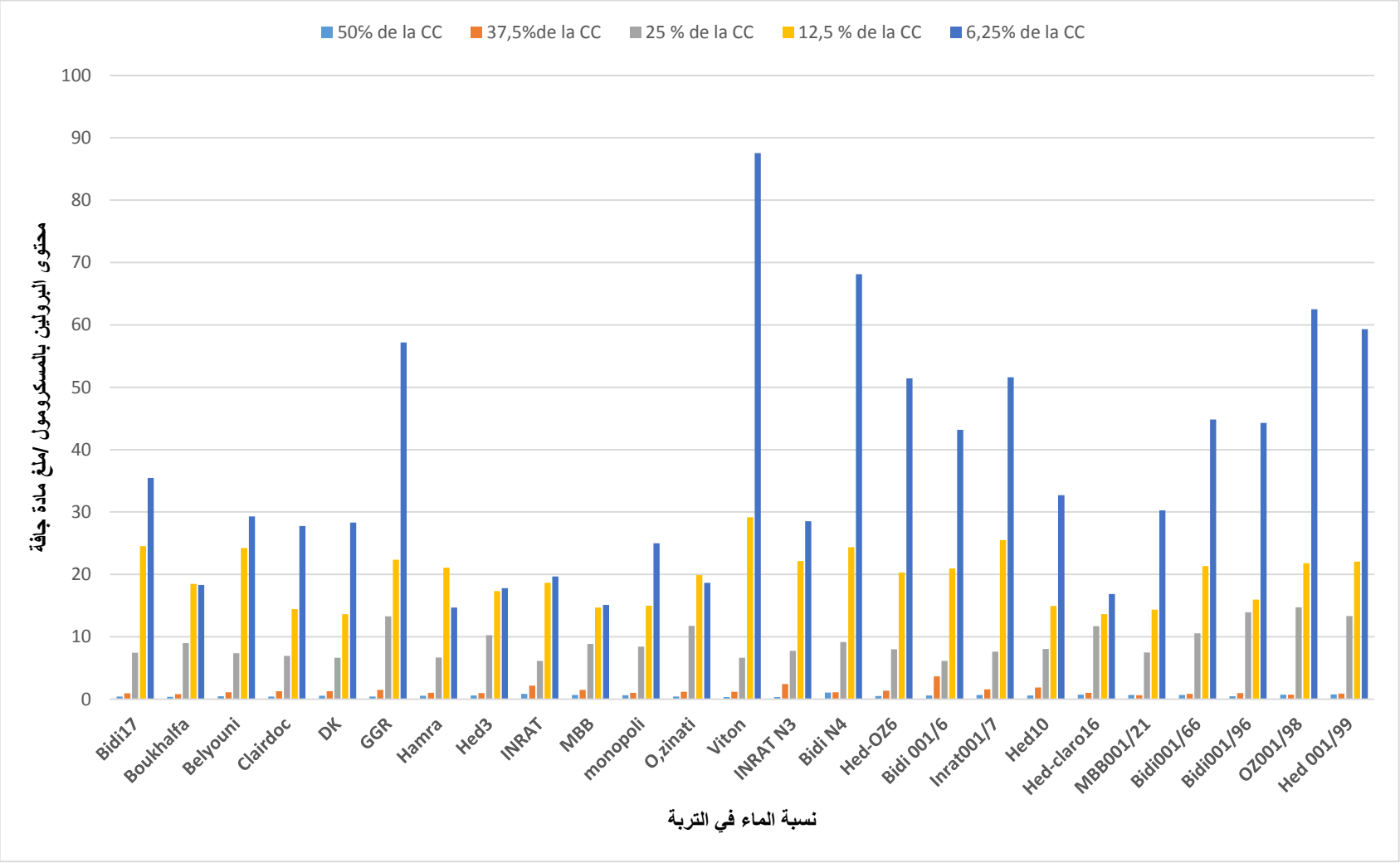
عند نسبة 50% من السعة الحقلية تراوح محتوى البرولين عند أصناف القمح من 0.335±0.048 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى قيمة سجلت عند صنف نموذج انرات 3 و1.05±0.088 ميكرومول/ملغ مادة جافة سجلت كأعلى قيمة عند نموذج بيدي 4. عند هذه النسبة كانت قيم البرولين منخفضة عند جميع الأصناف المدروسة، النبات لم يتأثر بهذا الحد من الرطوبة ونستطيع اعتبارها سقي عادي.

عند نسبة 37.5% من السعة الحقلية تراوحت قيم التضاعف من 0.94 إلى 6 مرات كأدنى وأعلى قيمة سجلت عند الصنفين MBB001/21 وBidi 001/6 على التوالي. نلاحظ ارتفاع طفيف لمحتوى البرولين وهذه القيم ليست بعيدة عن القيم المسجلة في السعة الحقلية 50% مما يفسر ان النبات لم يتأثر كثير بالنقص المائي.

عند نسبة 25% من السعة الحقلية تتواصل زيادة تراكم البرولين مع زيادة النقص المائي عند جميع الأصناف، بلغت قيمة التضاعف بين 7 مرات إلى 28.5 مرة عند الصنفين إنرات 69 ونموذج بيدي 96/001 كأدنى قيمة وأعلى قيمة على التوالي. وفي هذه المرحلة سجلنا اختلاف مع ما سجلته شايب (1998) حيث سجلت انخفاض في محتوى البرولين في هذه النسبة.

عند 12.5% من السعة الحقلية بلغت قيمة التضاعف من 19 إلى 83 كأدنى وأعلى قيمة عند الصنفين هدبة/كلارودوك 16 وفترون

عند نسبة 6.25% من السعة الحقلية تراوحت قيمة التضاعف من22 إلى 249 مرة كأدنى وأعلى قيمة عند الصنفين MBB وVitron على التوالي.



الشكل III 4: محتوى البرولين لـ 25 صنف من القمح الصلب عند 5 مستويات من السعة الحقلية، (رجايمية، 2006)

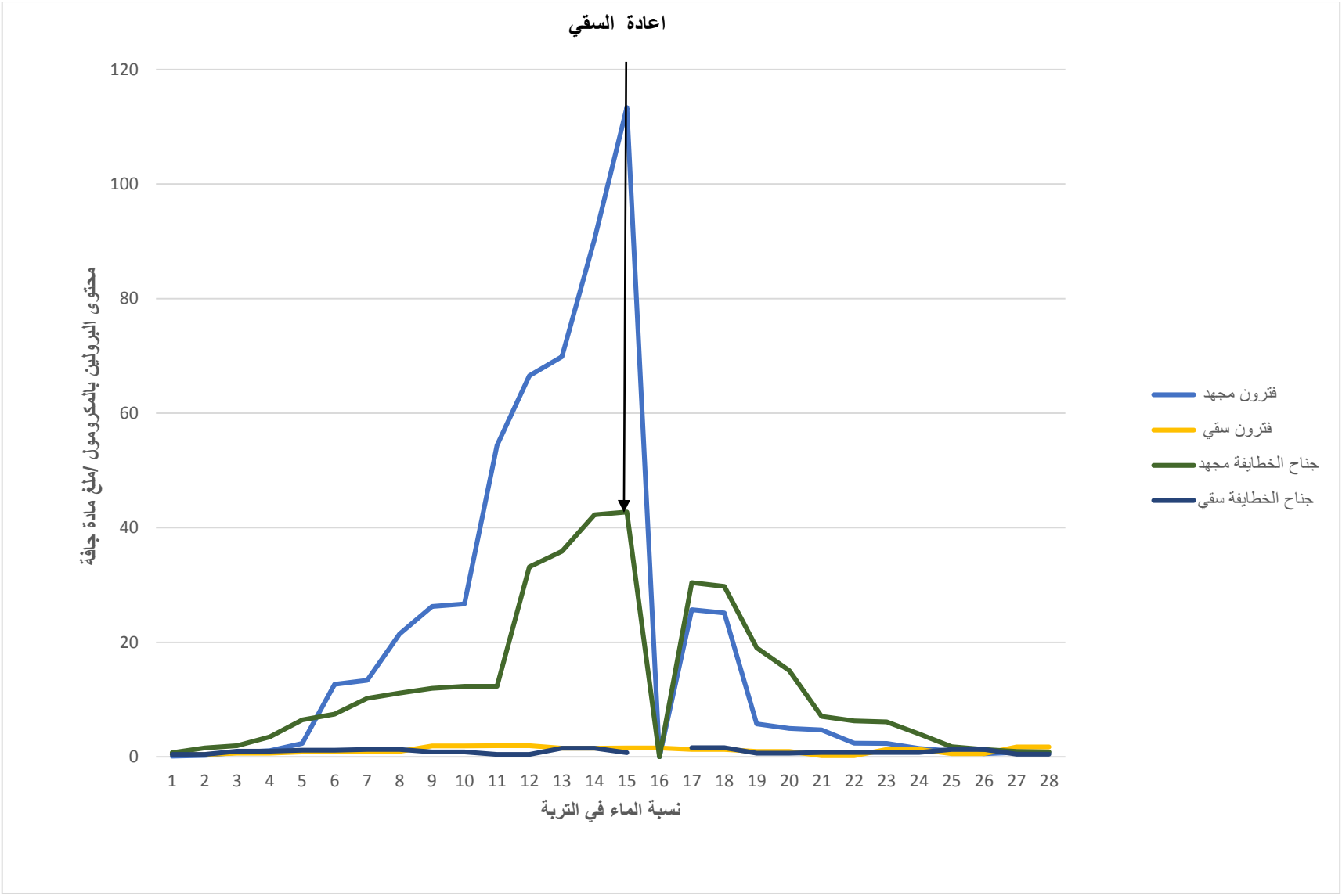
التجربة الثانية:

تم تتبع حركة تراكم البرولين عند صنفين جناح الخطايفة وفترون في ظروف أكثر تحكما داخل الغرفة الزراعية في المخبر، وذلك بتعريض النبات لخمسة عشر يوم للإجهاد المائي مع معايرة محتوى البرولين وفي اليوم 16 عشر يتم إيقاف الإجهاد المائي وذلك بإعادة السقي ومعايرة محتوى البرولين عند الصنفين مدة 12 يوم. والنتائج المتحصل عليها متمثلة في **الشكل III 5.**

تراوح محتوى البرولين عند الصنفين بتعريضهما للجفاف مدة 15 يوم، ما بين 0.14 و113.35 ميكرومول /ملغ مادة جافة عند فترون و0.72 إلى 42.76 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند جناح الخطايفة.

سجلا الصنفين تزايدا مستمرا في محتوى البرولين، وكان أكبر تراكم عند صنف فترون رغم أن الصنف جناح الخطايفة كان سباقا في تسجيل أكبر قيمة لمحتوى البرولين في الأيام الأولى من الإجهاد، أما الصنف فترون حتى اليوم الخامس أين انطلق في تراكم البرولين بكميات أكبر حتى وصل إلى قيمة عظمى في اليوم الخامس عشر من الإجهاد المائي 113.35 ميكروكول /ملغ مادة جافة. في اليوم السادس عشر تم إيقاف الإجهاد بإعادة السقي من جديد مع معايرة البرولين، فوجد أن محتوى البرولين ينخفض مباشرة بعد إعادة السقي وخصوصا عند الصنف فترون حيث سجل انخفاضا سريعا مقارنة بالصنف جناح الخطايفة وتراوحت القيم بين 0.77 و0.85 ميكرومول/ملغ مادة جافة في 12 يوم من إعادة السقي عند فترون وجناح الخطايفة على الترتيب.

يوجد اختلاف بين الصنفين في كيفية وكمية تراكم البرولين رغم استجابتهما لشدة الإجهاد المائي المطبقة وهذا راجع للتنوع الموجود داخل الأصناف المدروسة، ومن هنا يمكن أن نعتمد على هذا التنوع في ميدان الإنتاج الزراعي.



الشكل III **:5** مقارنة بين محتوى البرولين لصنفين فترون وجناح الخطايفة عند تعريضهما للإجهاد مدة 15 يوم وإعادة السقي من جديد (رجايمية، 2006)

❖ **الباحثة زرافة شافية**

L'accumulation de la proline en tant que test précoce d'adaptation au déficit hydrique et indicateur moléculaire de diversité chez ***Triticum aestivum*** L. (Blé tendre).

تمت الدراسة على 17 صنف من القمح اللين بين البيت البلاستيكي تحت ظروف قريبة من الظروف الطبيعية والمخبر Bio pôle

عند نسبة 50% من السعة الحقلية تراوح محتوى البرولين بين 0.079±0.025 كأدنى قيمة عند صنف G14 وأعلى قيمة عند الصنف G11 بـ 0.971±0.514. في حين تقارب محتوى البرولين عند الأصناف G8 و(Hidab) HD 1220 بـ 0.349±0.114 و0.344±0.111 ميكرومول/ملغ من مادة الجافة على الترتيب والصنف Gx والصنف G10 بـ 0.168±0.083 و0.164±0.030 ميكرومول/ملغ من مادة الجافة على الترتيب.

عند نسبة 37.5% من السعة الحقلية ارتفع محتوى البرولين وتعدت قيمته 2ميكرومول/ملغ مادة جافةٍ عند جميع الأصناف، تراوحت قيمة التضاعف من 1.5 إلى 25 مرة حيث كانت أكبر قيمة للتضاعف عند G10 وأدنى قيمة للتضاعف عند G11.

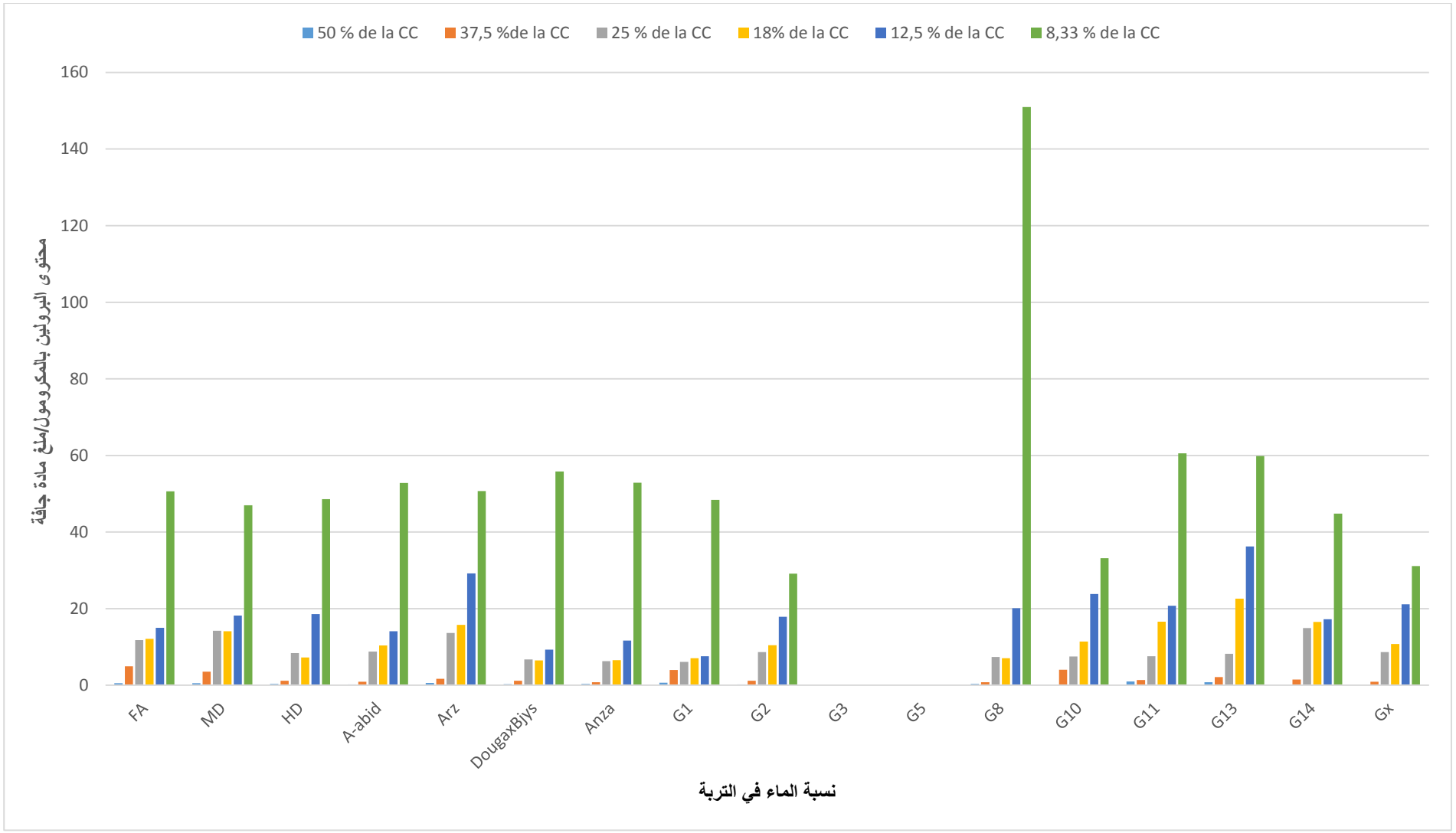
عند نسبة 25% من السعة الحقلية سجلنا تزايد مستمر في محتوى البرولين عند جميع الأصناف مقارنة بالمستويات السابقة، بلغت قيمة التضاعف عند هذه النسبة من 8 إلى 189 مرة كانت أكبر قيمة عند G14 وأصغر قيمة للتضاعف عند الصنف G11.

عند النسبة 18.75% من السعة الحقلية سجل تزايد مستمر في محتوى البرولين عند أغلبية الأصناف مع اختلاف في النسب المسجلة، حيث بلغت قيمة التضاعف من 10.5 إلى 69.5 وسجلت أعلى قيمة تضاعف عند G10 وأقل قيمة للتضاعف عند G1.

عند 12.5% من السعة الحقلية انحصرت قيمة التضاعف من 11 مرة إلى 218 مرة عند الصنفين G1 وG14 على الترتيب.

بلغ التضاعف أقصاه عند نسبة 8.33% من السعة الحقلية، وتحديدا عند الصنف G8 الذي سجل قيمة أعظمية قدرت بـ 150.960±17.199 ميكرومول/ملغ مادة جافة أي ما يعادل 433 مرة مقارنة بالشاهد، بتحسسه المتأخر للنقص المائي. في حين تراوحت قيمة التضاعف عند بقية الأصناف من 62 إلى 567 مرة كأدنى وأعلى قيمة على التوالي عند الصنفين G11 وG14.

ومن هذا المنطلق أتت فكرة التجربة التي يتم فيها المقارنة بين الصنفين FA المعروف بتأقلمه للإجهاد المائي وG8 لما سجله من محتوى للبرولين، بتعريضهما للإجهاد لمدة 20 يوم مع قياس محتوى البرولين عند الشاهد والمجهد وإعادة السقي مرة ثانية في يوم 21 ومتابعة قياس محتوى البرولين وذلك حتى يوم 28، سعيا لإيجاد أوجه التشابه بين الصنفين فيما يخص تراكم البرولين.



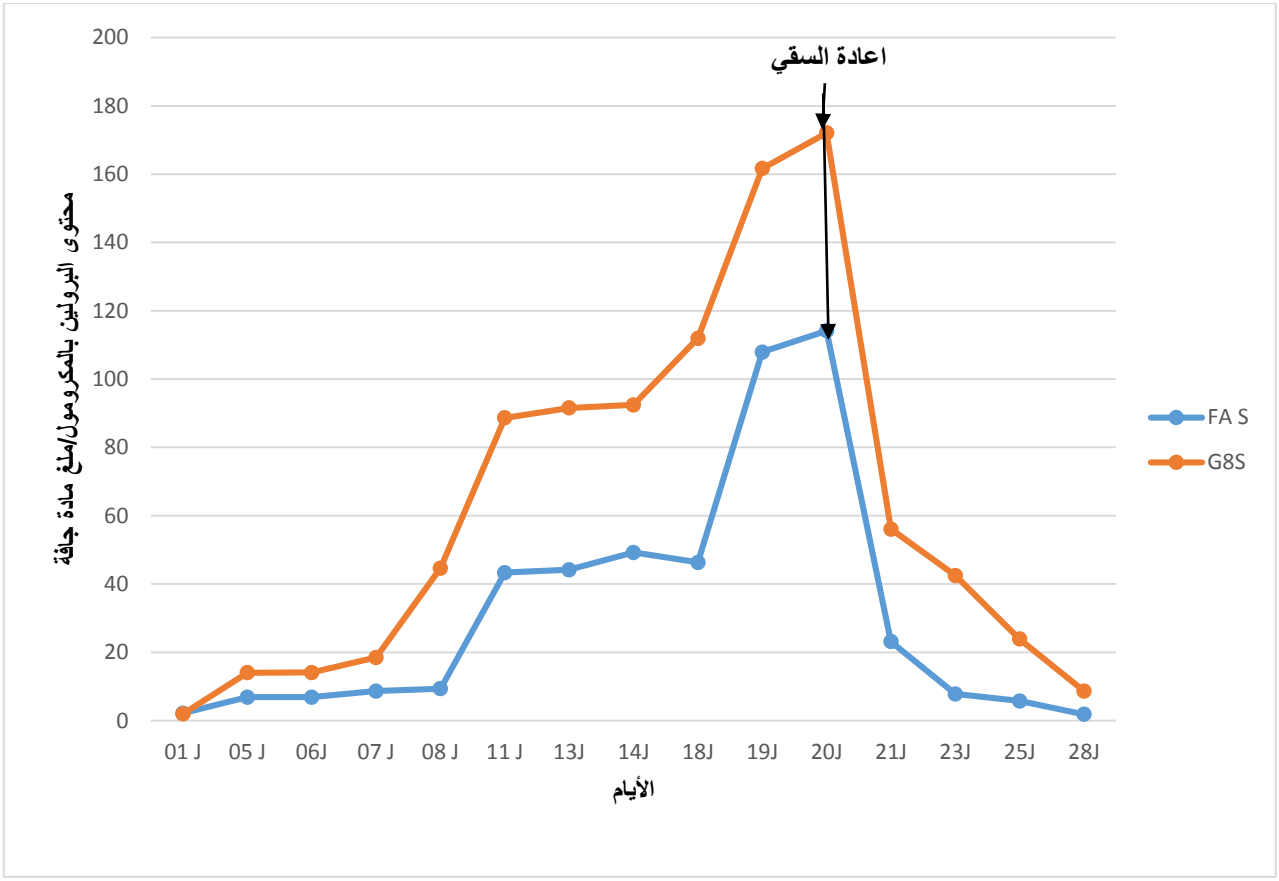
الشكلIII 6: محتوى البرولين لـ 17 صنف من القمح اللين عند 6 مستويات من السعة الحقلية (زرافة ،2006)

في هذه التجربة كان تراكم البرولين بقيم ضئيلة بالنسبة للصنف Florence Aurore8193 مقارنة بالصنف G8 الذي سجل تراكم سريع في بداية الإجهاد (في يوم 8 من الإجهاد المائي). ابتداء من اليوم 11عشر للإجهاد لوحظ ارتفاع سريع في قيمة البرولين بالنسبة للصنفين اين سجل الصنف Florence Aurore8193 قيمة 43.32 ميكرومول/ملغ مادة جافة والصنف G8 قيمة 88.63 ميكرومول/ملغ مادة جافة، حيث قدرت قيمة التضاعف بـ 20مرة عند FA و44 مرة عند G8 حيث يبقى هذا الأخير متفوق على الصنف FA في قيمة التراكم.

واصل تراكم البرولين عند الصنفين بمواصلة الإجهاد المائي حيث قدرت قيمة التضاعف بـ 86 مرة عند G8 و52.5 مرة عند FA في اليوم 20 من الإجهاد.

عند إعادة السقي مباشرة في يوم 21 سجل انخفاض ملحوظ في محتوى البرولين عند الصنفين حيث وصل محتواه في يوم 28 إلى قيمته الأصلية عند Florence Aurore8193 (FA) بـ 0.028±1.859 ميكرومول/ملغ مادة جافة و0.528±8.632 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند الصنف G8 وهي قيمة أكبر من القيمة الأولية.

أخذ الصنفين نفس مسار التراكم ونفس المسار عند إعادة السقي مع اختلاف في كمية محتوى البرولين وكيفية الاستجابة للإجهاد حيث اثبت أن هناك تنوع بين الأنماط الوراثية للأصناف يمكن استغلالها في التحسين الوراثي.



الشكل III ₇: مقارنة بين محتوى البرولين لصنفين FA وG8 عند تعريضهما للإجهاد مدة 20 يوم وإعادة السقي من جديد (زرافة، 2006)

اما بمقارنة التجربة الثانية مع الثالثة نجد فعلا تراكم البرولين يكون أعظمي عند وصول النبات إلى حد معين من الإجهاد وبمجرد إعادة السقي ينخفض محتوى البرولين وهذا ما أكدته التجربة الثالثة. يمكن أن نعتمد على مؤشر البرولين في اختيار الأصناف التي يمكن استعمالها لتفادى الإجهاد المائي. وكذلك حصلنا على صنف جديد يمكن استعماله لاختيار الأصناف الأخرى المقاومة للإجهاد المائي.

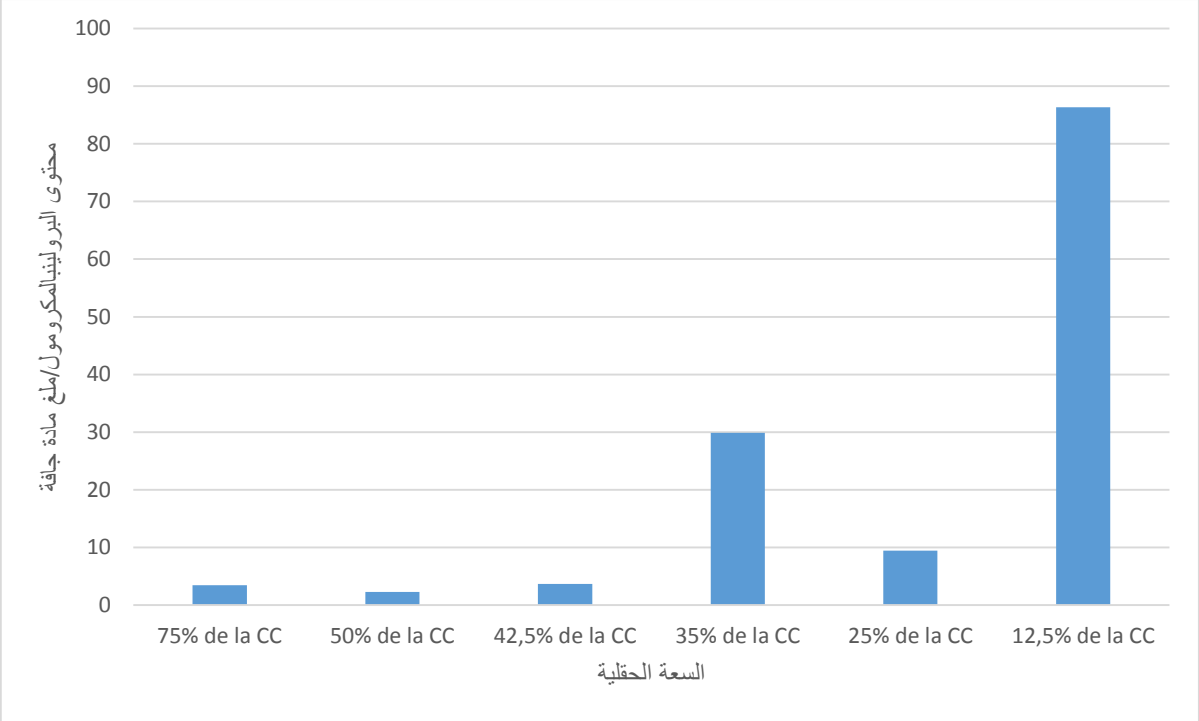
2-1. متوسط الأصناف

ولمعرفة سلوك القمح اتجاه النقص المائي بصفة عامة وبغض النظر إذا كانت الأصناف مقاومة أو حساسة تطرقنا إلى حساب متوسط الأصناف ومراقبة رد فعل القمح (الصلب واللين) اتجاه هذا النقص بمقارنة بين أعمال الباحثات مع بعض.

- **بالنسبة للباحثة شايب (1998)**

فيما يخص متوسط كل الأصناف في مختلف المستويات من النقص المائي (75%، 50%، 42.5%، 35%، 25% و12.5% من السعة الحقلية) نجد أن تراكم البرولين يكون ضئيل عند (75%، 50%، 42.5%) من السعة الحقلية أي أن جميع الأصناف لا تتحسس في هذه النسب وأنها تعتبر نسب سقي عادية للنبات.

عند نسبة 35% من السعة الحقلية نجد تراكم في محتوى البرولين حيث سجل متوسط الأصناف عند هذه النسبة 29.87 ميكرومول/ملغ مادة جافة وهي قيمة معتبرة مقارنة بالنسب التي سبقت، حيث قدرت نسبة التضاعف حوالي 8 مرات، أما فيما يخص النسبة 25% من السعة الحقلية فعل غير العادة سجل انخفاض في محتوى البرولين مقارنة بنسبة 35% لكنه بقي مرتفع مقارنة بالنسب (75%، 50% و42.5%). (**الشكل III 8**)

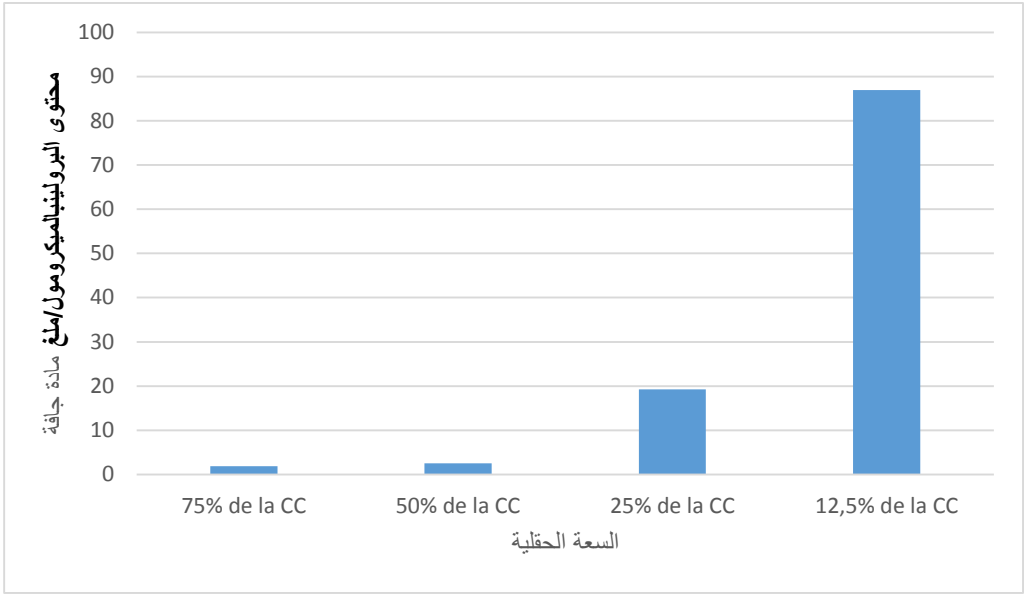


الشكل III 8 : متوسط الأصناف للقمح الصلب عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية، (شايب، 1998)

في نسبة 12.5% نلاحظ ارتفاعا ملموسا في متوسط الأصناف، قدر محتوى البرولين بـ 86.33 ميكرومول/ملغ مادة جافة مقارنة بجميع مستويات نسب الماء في التربة سواء كانت النسبة العادية للسقي أو نسب الإجهاد، فلقد بلغت قيمة التضاعف من 38 إلى 23 مرة بالنسبة للنسب العادية أما بالنسبة لنسب الإجهاد فقد بلغت نسبة التضاعف من3 إلى 9 مرات.

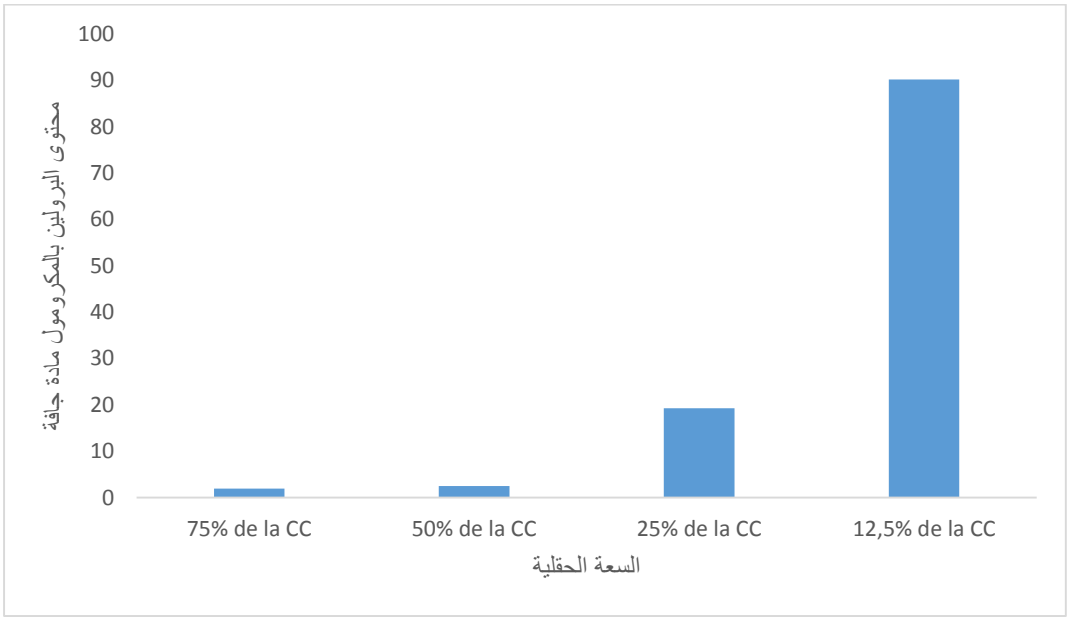
-بالنسبة للباحثة مالكي (2002)

تراوحت قيمة البرولين عند متوسط الأصناف للقمح من 1.91 إلى 86.94 ميكرومول/ملغ مادة جافة، كانت قيمة البرولين في تصاعد مستمر. (**الشكل III 9**)



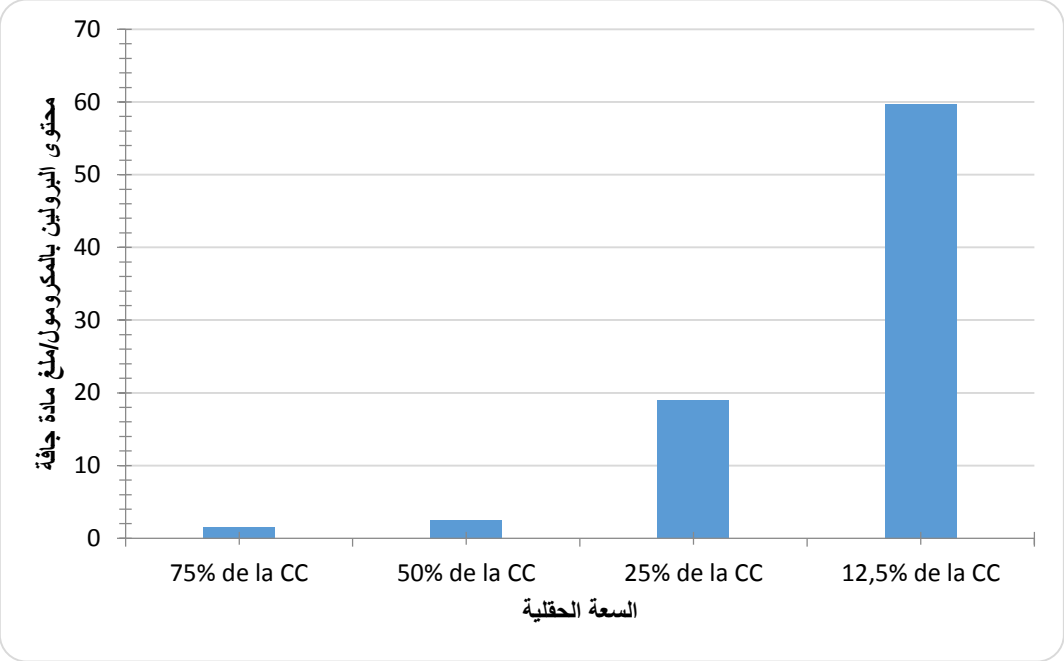
الشكل III 9: متوسط محتوى البرولين لأصناف للقمح عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية، (مالكي، 2002)

تراوحت قيمة البرولين عند متوسط الأصناف للقمح الصلب من 1.96 إلى 90.20 ميكرومول/ملغ مادة جافة، حيث بلغت قيمة التضاعف بـ 46 مرة مقارنة بالنسبة 75% من السعة الحقلية وحوالي 10 مرات عند نسبة 25% من السعة الحقلية مقارنة بالشاهد. كان التزايد مستمرا لمحتوى البرولين حيث سجلت قيم معتبرة منه. (**الشكل III 10**).



الشكلIII 10: متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب من عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية، -(مالكي 2002)-

أما فيما يخص القمح اللين فنجد أن محتوى البرولين تراوح من 1.52 إلى 59.75 ميكرومول/ملغ مادة جافة، حيث بلغت قيمة التضاعف 39 مرة مقارنة بنسبة 75%، وبلغت قيمة التضاعف 12.5 مرة عند نسبة 25% من السعة الحقلية. (الشكل III 11)

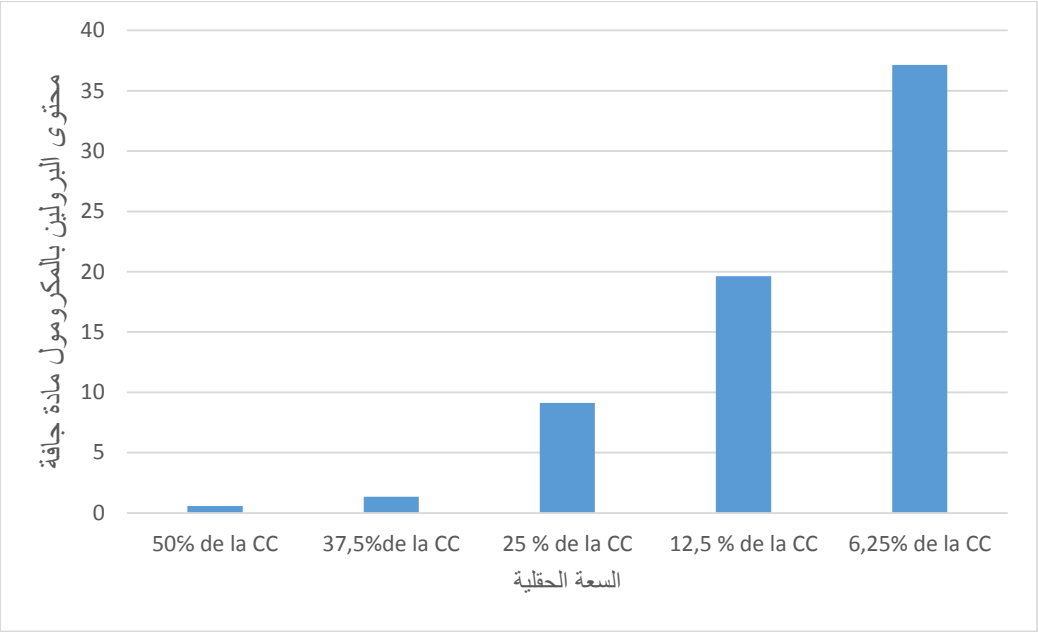


الشكل III 11: متوسط محتوى البرولين لأصناف للقمح اللين عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (مالكي، 2002)

- **بالنسبة للباحثة رجايميا (2006)**

اختيرت للتجربة النسب 50%، 37.5%، 25%، 12.5% و6.25% من السعة الحقلية، سجلنا تراكم متزايد لقيمة البرولين كل ما زادت شدة الإجهاد حيث تراوح محتوى البرولين لمتوسط الأصناف في مختلف المستويات من 0.58 إلى 37.14 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

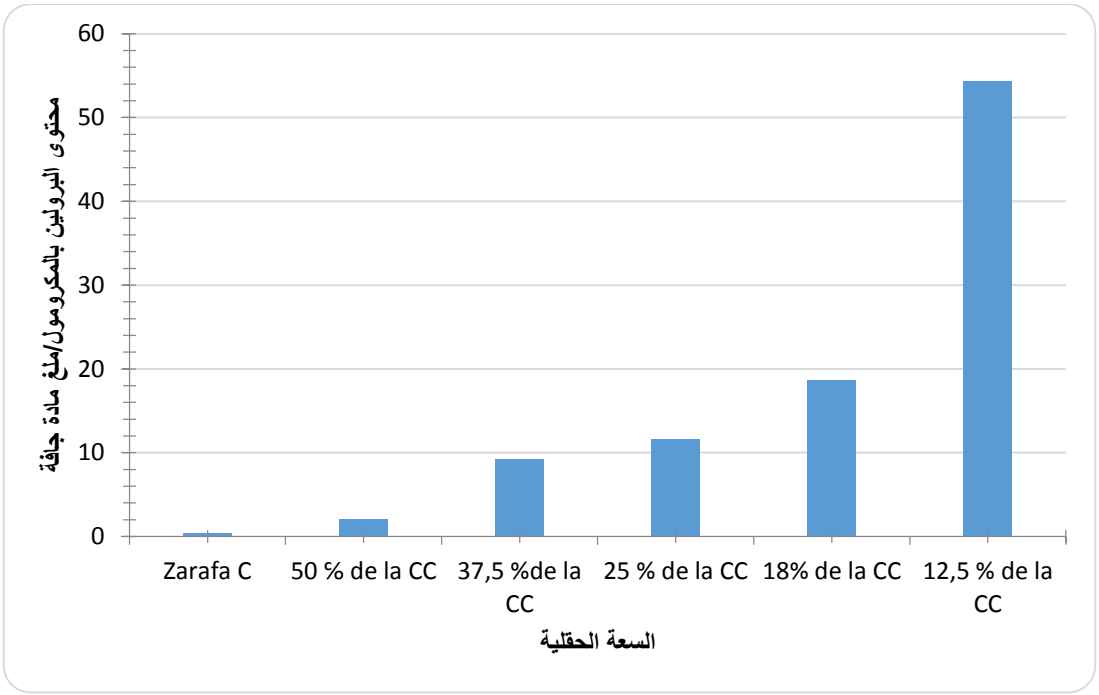
قدرت قيمة التضاعف في نسبة 6.25% بـ 64 مرة مقارنة بالنسبة 50% من السعة الحقلية، سجلنا تراكما ضعيفا جدا لقيمة البرولين في نسبة 50% وهذا راجع لأن هذه النسبة عادية وأن نبات القمح لا يتحسس للنقص المائي في هذه النسبة. (الشكل III 12)



الشكل III 12: متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (رجايمية، 2006)

- **بالنسبة للباحثة زرافة (2006)**

تراوحت قيم البرولين عند متوسط القمح اللين بين 0.42 و54.43 ميكرومول/ملغ مادة جافة حيث بلغت قيمة التضاعف مقارنة بالشاهد تقريبا 5مرات، 22مرة، 28مرة، 45مرة و130مرة عند النسب 37.5%، 25%، 18.75%، 12.5% و8.33% من السعة الحقلية على التوالي. فلقد كانت نسبة البرولين في تزايد مستمر كلما اشتد الإجهاد المائي وهذا واضح جدا عند جميع النسب من السعة الحقلية. (الشكل III 13)



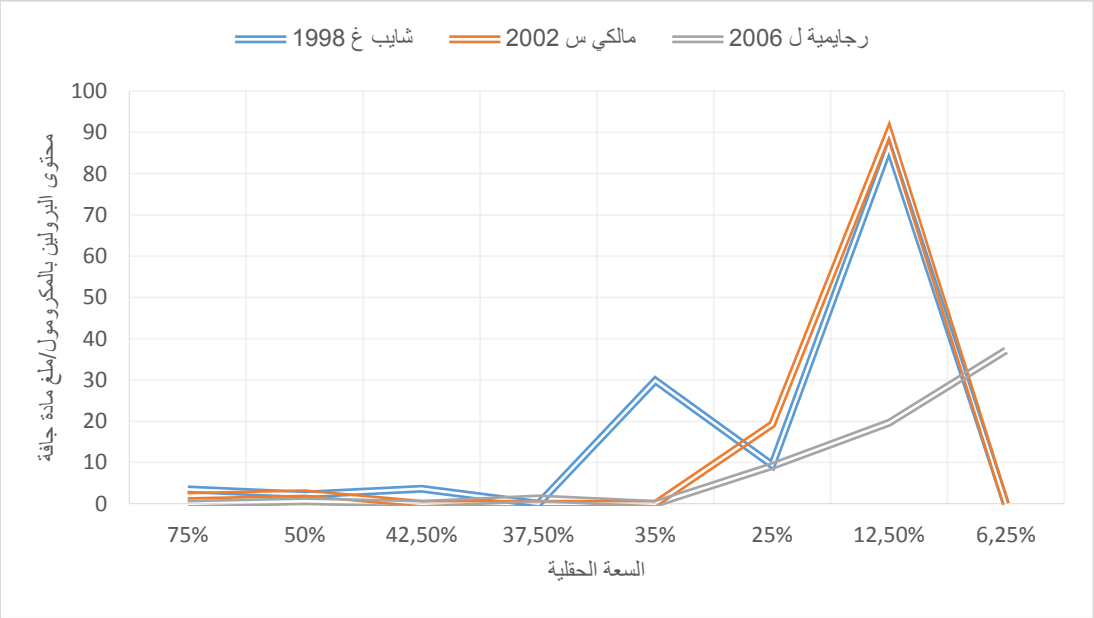
الشكل III 13: متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح اللين عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (زرافة، 2006)

❖ **المقارنة بين أعمال الباحثين فيما يخص تراكم البرولين:**

- **القمح الصلب**

سلك البرولين نفس السلوك في جميع الأبحاث قيد الدراسة حيث كان في تزايد متصاعد مع زيادة شدة النقص المائي. بلغ محتوى البرولين عند نسبة 12.5% من السعة الحقلية 90.20، 86.33 و19.64 ميكرو مول/ملغ مادة جافة عند كل من مالكي (2002)، شايب (1998) ورجايمية (2006) على الترتيب.

وأكدت لنا الباحثة رجايمية (2006) أن محتوى البرولين يتزايد مع زيادة شدة النقص المائي عندما واصلت تطبيق الإجهاد حتى نسبة 6.25% حيث سجلت 37.14 ميكرومول/ملغ مادة جافة بزيادة مرتين عن نسبة 12.5% (الشكل رقمIII 12). وكذلك أكدته في التجربة التي قامت بها لما قارنت بين صنفين فترون وجناح الخطايفة بتعريضهما للإجهاد مدة 15 يوم وإعادة السقي بعدها حتى يوم 28، حيث سجلت تزايدا في محتوى البرولين كلما زادت شدة الإجهاد وانخفاضه بمجرد إعادة السقي عند الصنفين.(الشكل III 14)



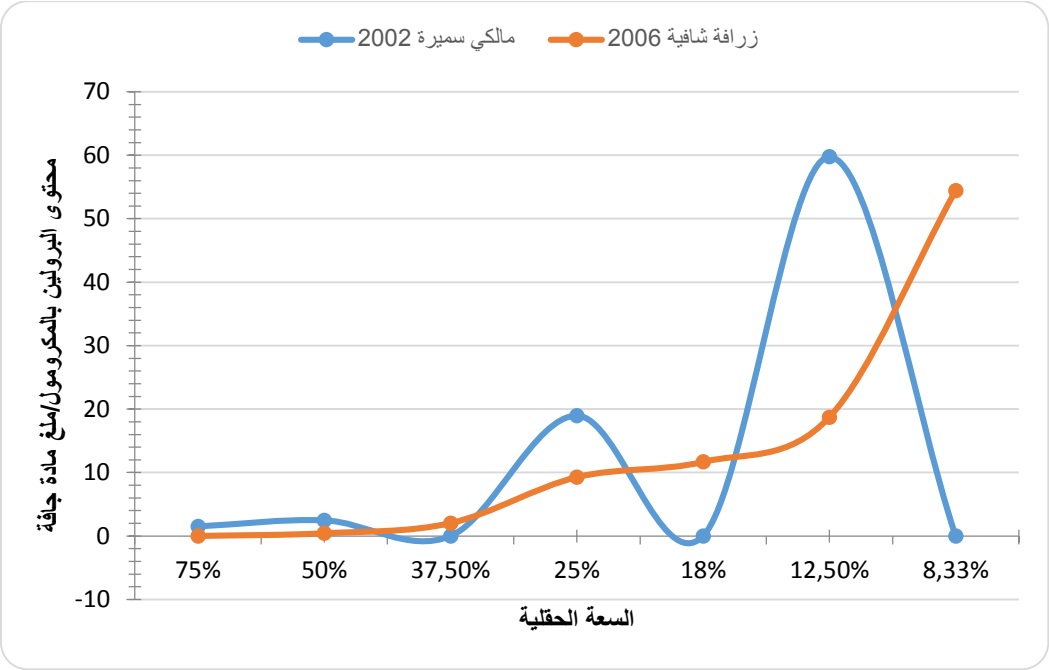
الشكل III 14: محتوى البرولين عند القمح الصلب في مستويات مختلفة من السعة الحقلية في ثلاث تجارب متابينة

- **.القمح اللين**

يتناسب محتوى تراكم البرولين تناسبا طرديا مع زيادة شدة الإجهاد عند القمح اللين أي كلما زادت شدة الإجهاد يزداد تراكم البرولين، وهذا ما أكدته الباحثتين، مالكي (2002) وزرافة (2006) في دراستهم عن تراكم البرولين عند القمح اللين.

بلغت نسبة البرولين عند متوسط القمح اللين من 1.52 إلى 59.75 و0.42 إلى 54.43 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند مالكي (2002) وزرافة (2006) على الترتيب. أما قيمة التضاعف فبلغت أكثر من 39 مرة عند مالكي و45 مرة عند زرافة عند نسبة 12.5%.

أكدت الباحثة زرافة (2006)، أن نسبة البرولين في تزايد مستمر وذلك بزيادة شدة الإجهاد المائي لما واصلت تطبيق الإجهاد حتى نسبة 8.33% من السعة الحقلية حيث سجلت قيمة 54.43 ميكرومول/ملغ مادة جافة، بلغت قيمة التضاعف عند هذه النسبة 130 مرة. (الشكل III 15)



الشكل III 15: محتوى البرولين عند القمح اللين في مستويات متباينة من السعة الحقلية في تجربتين مختلفتين

أكدت زرافة في التجربة التي قامت بها لما قارنت بين صنفين Florence x Aurore و G8(Blé oasien) بتعريضهما للإجهاد مدة 20 يوم وإعادة السقي بعدها حتى يوم 28، سجلت عن ارتفاع في محتوى البرولين مع زيادة شدة الإجهاد وانخفاض التراكم بمجرد إعادة السقي عند الصنفين.

يسلك القمح الصلب والقمح اللين نفس السلوك في تراكم البرولين اتجاه النقص المائي وهذا ما اتفق عليه الكثير من الباحثين(Chaib, 1998 ; Malki, 2002 ; Cechin *et al*. 2006 ; Redjaimia, 2006 ; Zarafa , 20016)

3-1. مناقشة نتائج الماجستير

يلعب البرولين دورا هاما في التعديل الأسموزي عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي، ويعتبر من أهم الأحماض الأمينية الأساسية التي تدخل في تركيب البروتين، كما يرتبط تحفيز تراكم البرولين في الأنسجة النباتية بانخفاض أو نقصان الضغط المائي (Stewart, 1968).

أظهرت الباحثة شايب (1998) في دراسة لمحتوى البرولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب (الحبوب الجافة، الحبوب المنتشة، الجذور والصف الورقي الثاني والثالث عند تعرضه للإجهاد المائي)، أن محتوى البرولين يوجد بقيم ضئيلة عند الحبوب الجافة ،الحبوب المنتشة وعند الجذور سواء كانت الأصناف محلية أو مستوردة، حيث سجلت الحبوب الجافة قيما تراوحت بين 0.34 و1.37 مكرومول/ملغ مادة جافة بالنسبة للأصناف المحلية، وبين 0.35 و1.4 ميكرومول/ملغ مادة جافة بالنسبة للأصناف المستوردة وتقريبا نفس القيم سجلت عند الحبوب المنتشة والجذور باستثناء الصنف انرات 69 الذي سجل أكبر قيمة عند الجذور. ان تراكم البرولين يتزايد بتزايد شدة الإجهاد عند الصف الورقي الثاني والثالث بكميات معتبرة عند جميع الأصناف وخصوصا الأصناف المستوردة حيث تراكم أكبر قيمة للبرولين عند نسبة 12.5%. وهذا أجمع عليه العديد من الباحثين.

استثناء عند نسبة 25% من السعة الحقلية أين سجل انخفاض في محتوى البرولين حيث أشارت شايب (1998) أنه يمكن إرجاعه إلى الشروط التي تمت فيها التجربة من شدة إضاءة ودرجة الحرارة. كما تطرق إليه

(Monneueux et Nemmar, 1986) اللذان يريان أن تراكم الحمض الأميني البرولين داخل الأوراق يكون مرتبطا ارتباطا وثيقا بنقص الماء ودرجة الحرارة. ولقد بين كذلك في العديد من الأبحاث الدور الفعال لشدة الإضاءة في تراكم البرولين (Blockood et Leaver, 1977 ; Drier, 1978 ; Joyce et al., 1984 ;1992).

أشارت شايب (1998) أن محتوى الجذور من البرولين متقارب عند معظم الأصناف مع محتواه عند الأوراق في نسبة 75% من السعة الحقلية والتي تعتبر نسبة عادية للسقي ويرجعه Paquin (1977) و Vezina et Paquin (1982) إلى أن تخليق البرولين يبدأ على مستوى الأوراق ثم يهاجر إلى جميع أجزاء النبات بما فيها الجذور.

أكدت الباحثة مالكي (2002) في دراستها للتنوع البيولوجي للقمح بواسطة اختبار البرولين بتعريض القمح لمستويات مختلفة من النقص المائي ما توصلت إليه الباحثة شايب (1998) وهو أن تراكم البرولين يتزايد كلما زادت شدة الإجهاد، وترجع النسب الضئيلة لمحتوى البرولين المسجلة عند النسب 75% و50% من السعة الحقلية إلى عدم تنبه النبات في هذه النسب بالنقص المائي وأنها تعتبر نسب سقي عادية وهذا يتـــوافق مع ما سجله Navari ***et al.*** 1990)عند نبات الذرى. وهذا يتوافق مع ما سجله (Dib *et al*., 1994) في تجربتهم على نباتات القمح المزروعة في الحقل والمعرضة للجفاف حيث وجدوا أن قيمة البرولين المتراكمة تقدر بـ 15 مرة قيمة الشاهد.

في نفس السياق للأبحاث السابقة (شايب، 1998 ومالكي، 2002) تمت الدراسة حول 25 صنف من القمح الصلب منها (محلي ومستورد) من طرف الباحثة (رجايمية، 2006) حتى نسبة 6.25% من السعة الحقلية لمعرفة إذا كانت النباتات يمكن أن تقاوم شدة الجفاف أكبر من 12% من السعة الحقلية وكيف سيكون رد فعل النبات أمام شدة الإجهاد. فلاحظت أن نسبة تراكم البرولين تزايدت عند هذه النسبة مع موت معظم النباتات.

سلكت الأصناف المدروسة نفس السلوك في تراكم البرولين مع اختلاف في محتوى البرولين من صنف إلى أخر وذلك عند جميع الباحثين حيث كان في تزايد مستمر مع زيادة شدة الإجهاد، وهذه النتيجة تتفق مع العديد من البحوث (Salama ***et al***., 2006 ; Zerrad ***et al,.***2008).

يعمل الإجهاد المائي على رفع نسبة الحمض الأميني البرولين ويختلف من صنف إلى أخر ومن مرحلة إلى أخرى وهذا مرتبط مع متطلبات النبات، (حيث هناك نباتات تراكم البرولين سريعا ولكن ليس بالضرورة بكمية كبيرة عند تعرضها للإجهاد المائي) ويمكن تفسيره لصفة التأقلم لبعض الأصناف.

في نفس السياق سارت دراسة الباحثة زرافة (2006) على القمح اللين حيث أشارت إلى أن تراكم البرولين في تزايد إيجابي مع زيادة شدة الإجهاد المائي رغم الاختلاف في كمية وسرعة التراكم، الشيء الذي يوحي لنا انه يوجد اختلاف في التنوع الحيوي بين الأصناف يمكن استغلاله مستقبلا في إيجاد حلول لمشاكل عدة بسبب قلة الأمطار.

هذا ما تطرقت اليه الباحثتين (رجايمية، 2006) و(زرافة، 2006) في تجربتيهما لمحاولة معرفة سلوك كل صنف وكيف يراكم البرولين عند تعريض كل واحدة منهما صنفين من القمح للإجهاد (الأولى لمدة 15يوم، والثانية لمدة 20يوم) وإعادة السقي بعد ذلك. فوجدوا أن هناك اختلاف بين الأصناف في سرعة تراكم البرولين رغم إتباعهما نفس السلوك في التزايد كلما زادت شدة الإجهاد.

2- رسائل الماستر

2-1. تحليل النتائج

تم في هذا المستوي دراسة ثلاثة منظمات اسموزية البرولين، الكلوروفيل والسكريات الذائبة.

2-1-1 البرولين

تمت المقارنة بين أعمال الماستر لأربع السنوات 2011، 2012، 2013 و2015، وذلك لمعرفة إذا كان البرولين مؤشر للتأقلم مع النقص المائي يمكن الاعتماد عليه في اختيار الأصناف بتعريض النبات للنقص المائي أثناء مراحل من حياته ومعايرة محتوى البرولين عند النباتات المجهدة والنباتات الشاهدة ثم إعادة السقي للمرة الأولى ومعايرة البرولين ثم إعادة السقي للمرة الثانية ومعايرته كذلك.

2-1-1-1 القمح الصلب

2-1-1-1-1.الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية

❖ **مرحلة الصعود (40% من السعة الحقلية)**

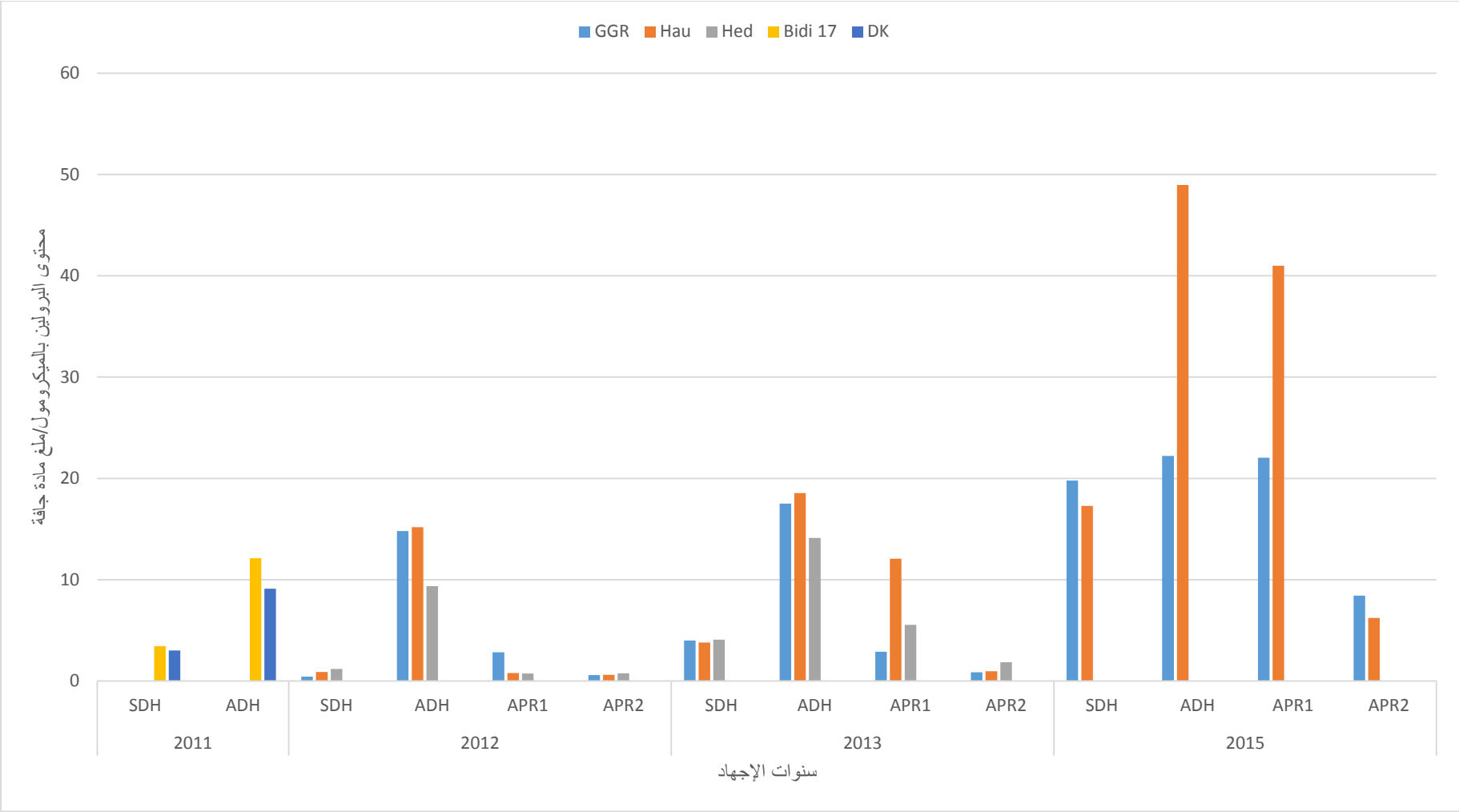
في سنة 2011 تراوح محتوى البرولين من 3±0.15 إلى 3.44±0.37 ميكرومول /ملغ من مادة الجافة عند النباتات الشاهدة بينما ارتفع عند النباتات المجهدة إلى 9.10±0.49 و12.12±1.06 ميكرومول /ملغ من مادة الجافة عند الصنف DK و17 Bidi على الترتيب. وصلت قيمة التضاعف لمحتوى البرولين إلى 3 مرات مقارنة بالشاهد عند الصنف DK و3.5 مرات عند Bidi17.

في سنة 2012 تراوح محتوى البرولين من 0.42±0.07 إلى 1.19±0.35 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من GGR وHed كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب بالنسبة للنباتات الشاهدة، أما عند النباتات المجهدة فارتفع محتوى البرولين بين 9.35±0.27 و15.19±1.89 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Hed وHau على الترتيب.

في سنة 2013 سجل محتوى البرولين بالنسبة للنباتات الشاهدة 3.78±0.30 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Hau كأدنى قيمة و4.08±0.57 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأعلى قيمة عند Hed عند النباتات الشاهدة، أما النباتات المجهدة فسجلت ارتفاع في قيمة البرولين تراوحت بين 14.12±2.89 و18.54±0.29 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كل من Hed وHau على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف حوالي 5مرات عند Hau و3.5 مرات عند Hed، أما GGRفبلغت قيمة التضاعف 4مرات.

في سنة 2015 تراوح محتوى البرولين بالنسبة للنباتات الشاهدة بين 17.29±3.73 و19.79±6.31 ميكرومول/ملغ مادة جافة Hau وGGR على الترتيب. أما بالنسبة للنباتات المجهدة فارتفع محتوى البرولين بين 22.22±3.40 و48.97±2.94 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند GGR وHau على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 1 مرة عند GGR و3مرات عند Hau.

لوحظ انخفاض في محتوى البرولين بإعادة السقي للمرة الأولى ومواصلة الانخفاض عند إعادة السقي للمرة الثانية وهذا عند جميع الباحثين، (باستثناء سنة 2011 لأنه لم يكن هناك إعادة السقي). **(الشكل III16)**

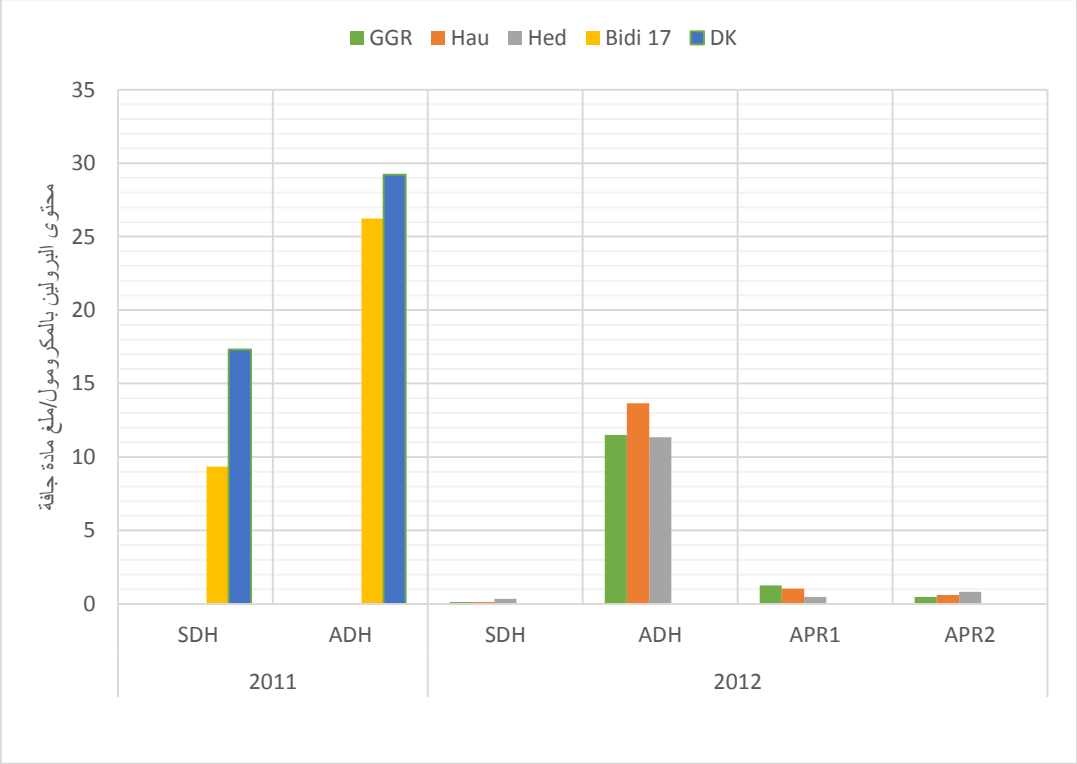


الشكل III16: محتوى البرولين عند القمح الصلب لأربع سنوات متتالية (2011-2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود.

❖ **مرحلة الانتفاخ (40% من السعة الحقلية)**

في سنة 2011 كانت اعلى قيمة عند الصنف DK بالنسبة للنباتات الشاهدة بـ 1.01±17.31 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة عند Bidi17 بـ 0.93±9.35 ميكرومول/ملغ مادة جافة، أما النباتات المجهدة فسجلت أعلى قيمة عند DK بـ 1.11±29.22 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة عند Bidi17 بـ 1.43±26.24 ميكرومول/ملغ مادة جافة. بلغت قيمة التضاعف بـ 3 مرات عند Bidi17 وحوالي 2مرات عند DK.

في سنة 2012 سجل محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة، 0.11±0.34 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Hed و0.06±0.12 ميكرومول/ملغ مادة جافة لكل من Hau وGGR، اما النباتات المجهدة فارتفع محتوى البرولين وسجلت الأصناف GGR وHed نفس القيمة تقريبا اما الصنف Hau سجل أعلى قيمة بـ 0.03±13.66 ميكرومول/ملغ مادة جافة. بلغت قيمة التضاعف حوالي 114 مرة، 89مرة و34 مرة عند كل من Hau، GGR وHed. (**الشكل III**$_{17}$)



الشكل III$_{17}$**:** محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية -مرحلة الانتفاخ-.

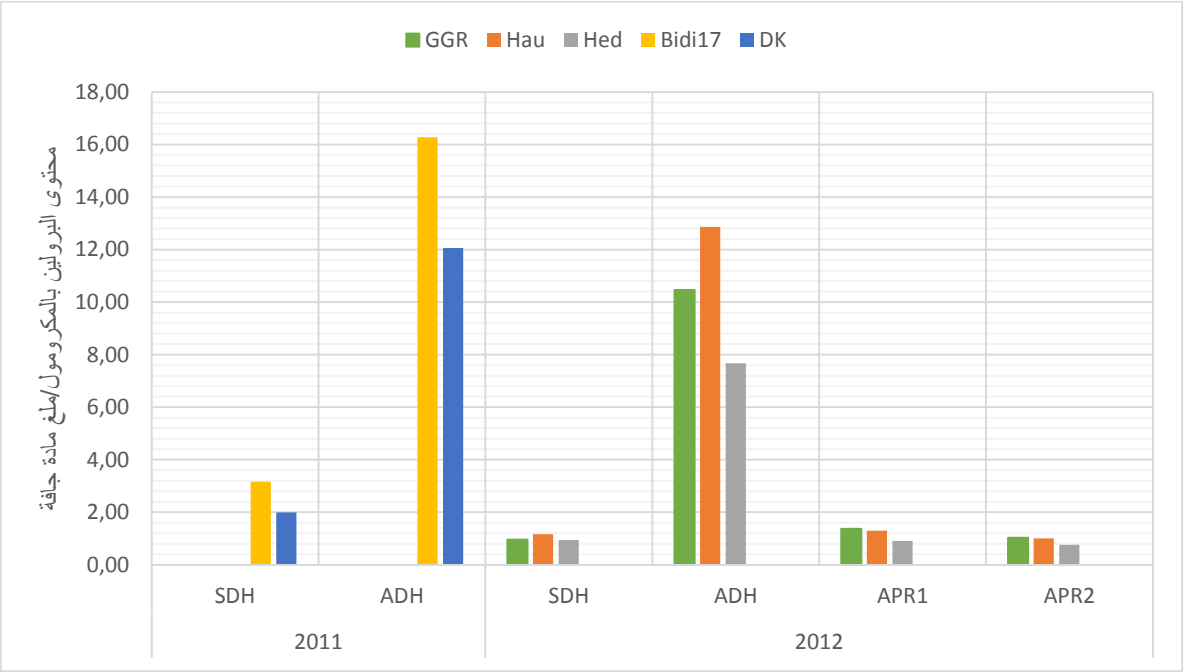
❖ **مرحلة الإسبال (40% من السعة الحقلية)**

تواصل ارتفاع محتوى البرولين عند جميع الأصناف حيث سجل في:

في سنة 2011عند النباتات الشاهدة 1.99 ± 0.52 و0.31±3.16 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من DK وBidi17 على الترتيب بينما سجل ارتفاع بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 1.71±12.06 و0.60±16.28 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من DK وBidi17، بلغت قيمة التضاعف 6مرات و5مرات عند DK وBidi17.

في سنة 2012 تراكم البرولين سلك نفس السلوك حيث سجل ارتفاع في قيمة البرولين بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة. حيث سجل أدنى قيمة عند Hed بـ 0.19±0.94 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأعلى

قيمة عند 1.17 ± 0.31 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Hau، اما النباتات المجهدة فسجلت 7.67±0.37 و12.87±0.65 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كل من Hed وHau. بلغت قيمة التضاعف 8مرات عند Hed و11مرة عند GGR وHau.(**الشكل III18**)



الشكل III18: محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية -مرحلة الإسبال-.

ملاحظة:

الباحثات، مرابطة (2011) ودغدغ (2012)، تحليل لمستوى واحد من الإجهاد عند 40% من السعة الحقلية في ثلاث مراحل من دورة حياة النبات وهي (مرحلة الصعود، مرحلة الانتفاخ ومرحلة الإسبال) بالنسبة للقمح الصلب ومرابطة (2011) وشنيقي (2012) بالنسبة للقمح اللين والشعير والاختلاف يكمن في إعادة السقي للمرة الأولى والمرة الثانية بين السنتين 2011 و2012.

فوجدن أن التراكم يختلف من مرحلة إلى أخرى وبناء عليه تم المحافظة على مراحل دورة حياة النبات وتغير السعة الحقلية من مرحلة إلى أخرى وذلك بالنسبة لـ (محسن وبوعبدالله(2013) بالنسبة للقمح اللين والشعير، قندوزي وفوغالي (2013) بالنسبة للقمح الصلب وبشيري ولعور(2015) بالنسبة للقمح الصلب، القمح اللين والشعير).

2-1-1-2. الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية)

في كل سنة تم اختيار مرحلة معينة لتطبيق الإجهاد.

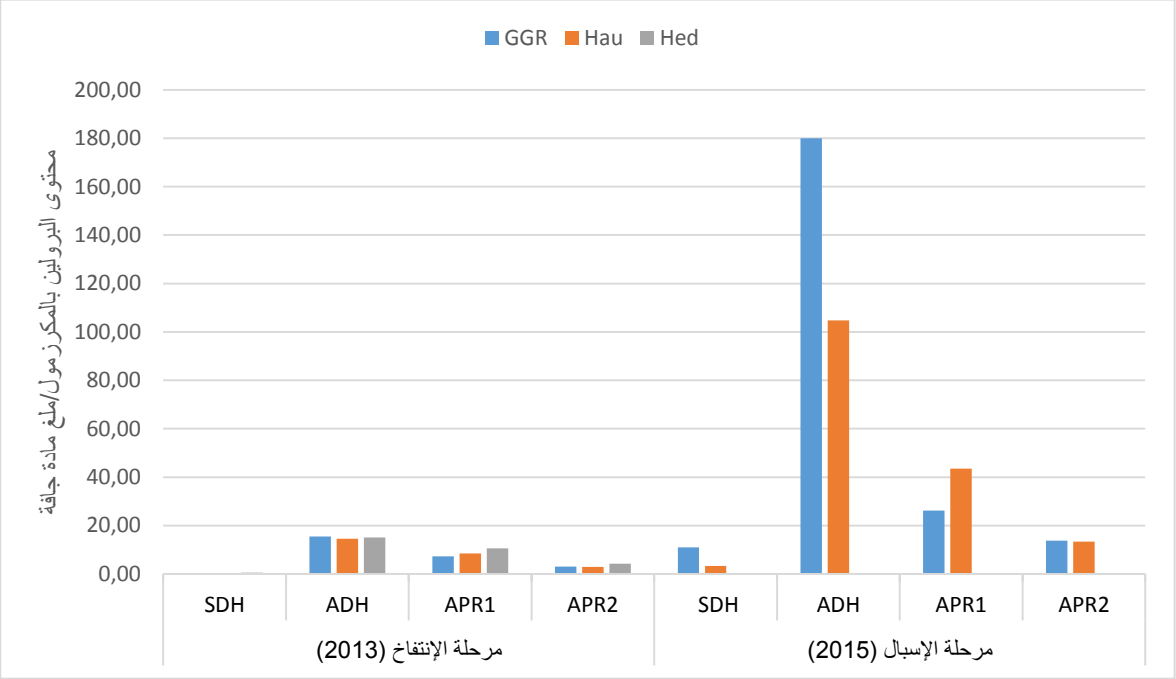
❖ **مرحلة الانتفاخ في سنة 2013:**

أكبر قيمة لمحتوى البرولين بالنسبة للنباتات الشاهدة سجلت عند الصنف Hed بـ 0.56±0.10 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأدنى قيمة عند الصنف GGR بـ 0.27±0.13 ميكرومول/ملغ مادة جافة، ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة بين 14.90±0.86 و15.45±1.27 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Hau وGGR. بلغت قيمة التضاعف 57مرة، 42.5 مرة و27مرة عند كل من GGR، Hau وHed على الترتيب.

❖ **مرحلة الإسبال في سنة 2015**:

تراوحت قيم البرولين بالنسبة للنباتات الشاهدة بين 3.29±0.23 و11.03±0.50 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Hau وGGRعلى الترتيب، اما فيما يخص النباتات المجهدة فتراوحت بين 104.79±9.56 و180.06±7.10 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Hau وGGR على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 16مرة عند GGR و32 مرة عند Hau. (**الشكل III19**)

فيما يخص إعادة السقي لوحظ نفس الشيء بالنسبة للإجهاد الأول (انخفاض في محتوى البرولين)



الشكل III 19 محتوى البرولين عند القمح الصلب عند اجهاد 25 % من السعة الحقلية في مرحلتي الإسبال والانتفاخ

2-.1.1.-3. الإجهاد الثالث (15% من السعة الحقلية)

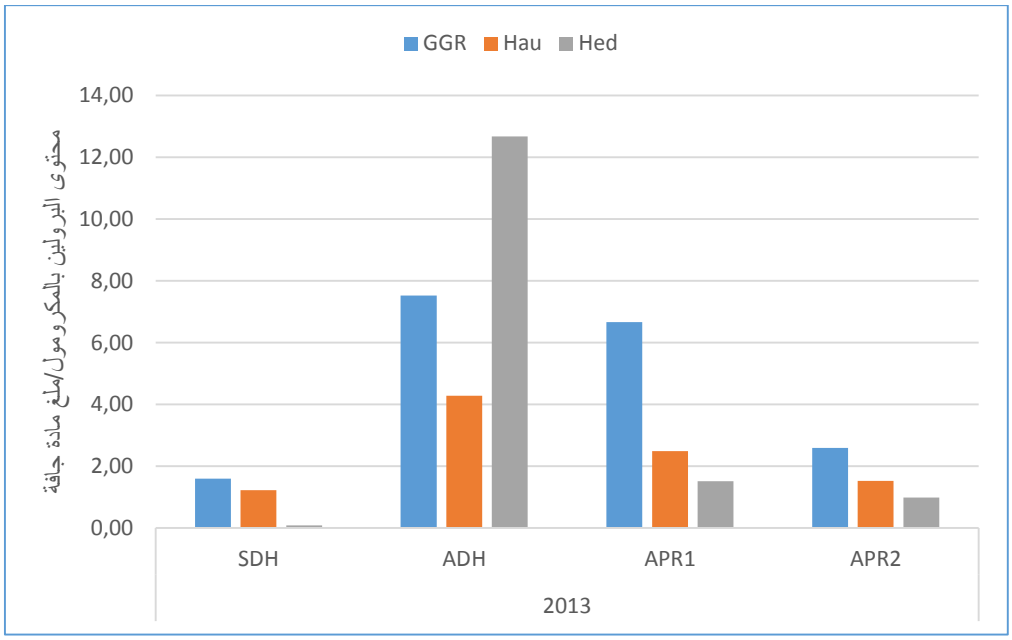
❖ **مرحلة الإزهار**

في سنة 2013 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.09±0.08 و1.6±0.42 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند كل منHed وGGR على التوالي، وارتفع بالنسبة للنباتات المجهدة من 4.28±0.33 و12.67±1.03 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Hed وHau على التوالي. (**الشكل III20**)

بلغت قيمة التضاعف 4.5 مرة، 3.5مرة و140.5مرة عند GGR، Hau وHed على الترتيب.

✓ فيما يخص إعادة السقي للمرة الأولى والمرة الثانية بالنسبة لجميع الأبحاث وعند جميع مستويات الإجهاد لوحظ انخفاض في محتوى البرولين عند السقي الأول ومواصلة انخفاضه بمواصلة السقي.

في سنة 2015: تطبيق هذا النوع من الإجهاد في هذه المرحلة أدى إلى موت جميع النباتات.



الشكل III20: محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 15 % من السعة الحقلية في مرحلة الإزهار

2-1.1-2 القمح اللين

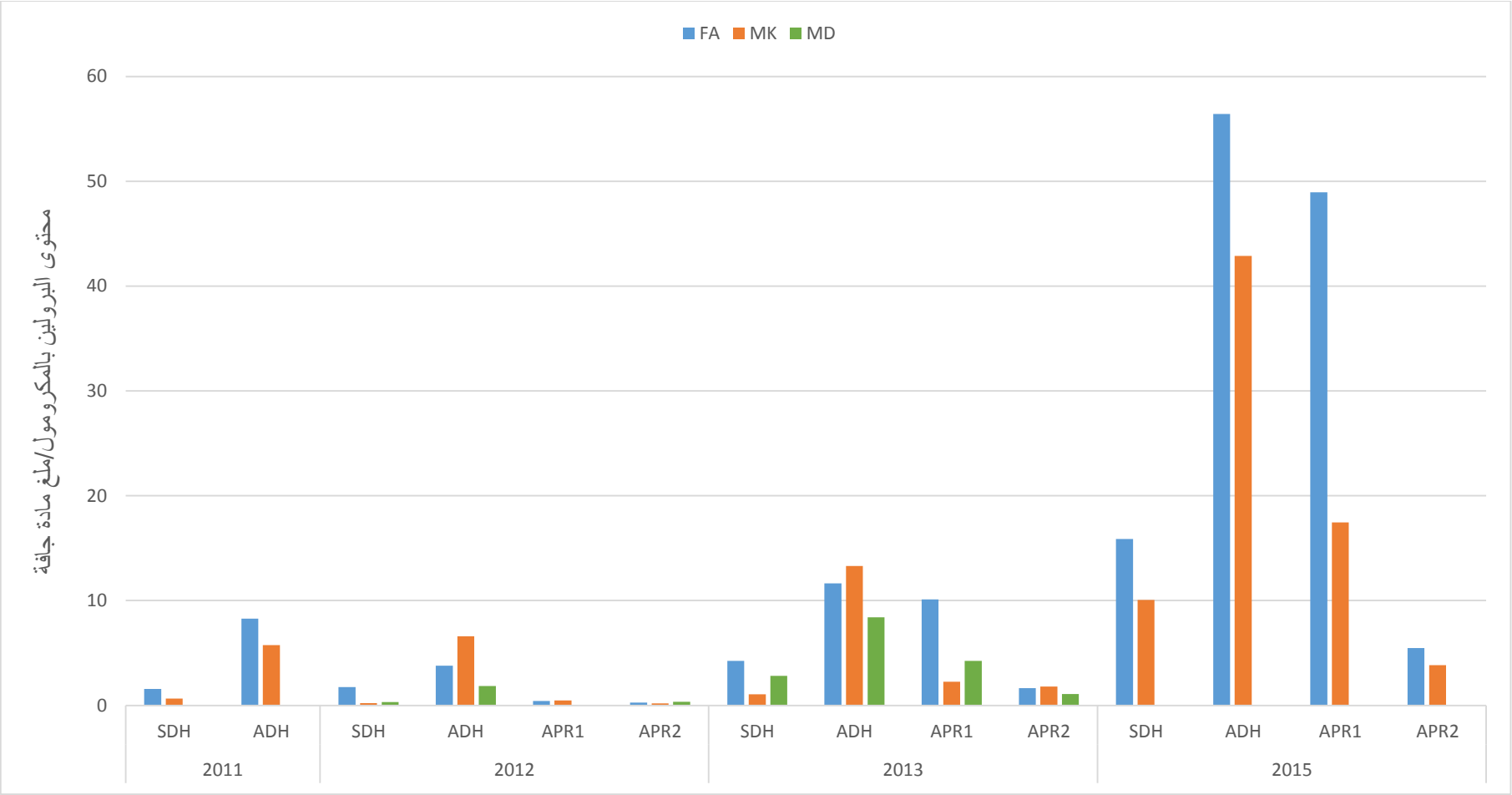
1-2-1.1-2. الإجهاد الأول (40 % من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة الصعود**

في سنة 2011 تراوحت قيمة البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.66±0.15 و1.57±0.35 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد فسجل 5.76±1.46 و8.28±0.68 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Mk وFA على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 5مرات عند FA وأكثر من 8.5 مرات عند MK. (**الشكل III21**)

في سنة 2012 تراوحت قيمة البرولين عند النباتات الغير معرضة للإجهاد من 0.23±0.07 و1.75±0.15 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد فسجل 1.84±0.13 و6.59±1.15 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند MD وMK على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 2مرات عند FA، 6 مرات عند MD و28.5 مرات عند MK.

في سنة 2013 تراوحت قيمة البرولين عند النباتات الغير معرضة للإجهاد من 1.07±0.22 و4.24±0.18 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 8.41±0.19 و13.31±0.90 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند MD وMK على الترتيب، سلكت النباتات المجهدة نفس السلوك في تراكم البرولين وبلغت قيمة التضاعف 2مرات عند FA وMD، 12 مرة عند MK.



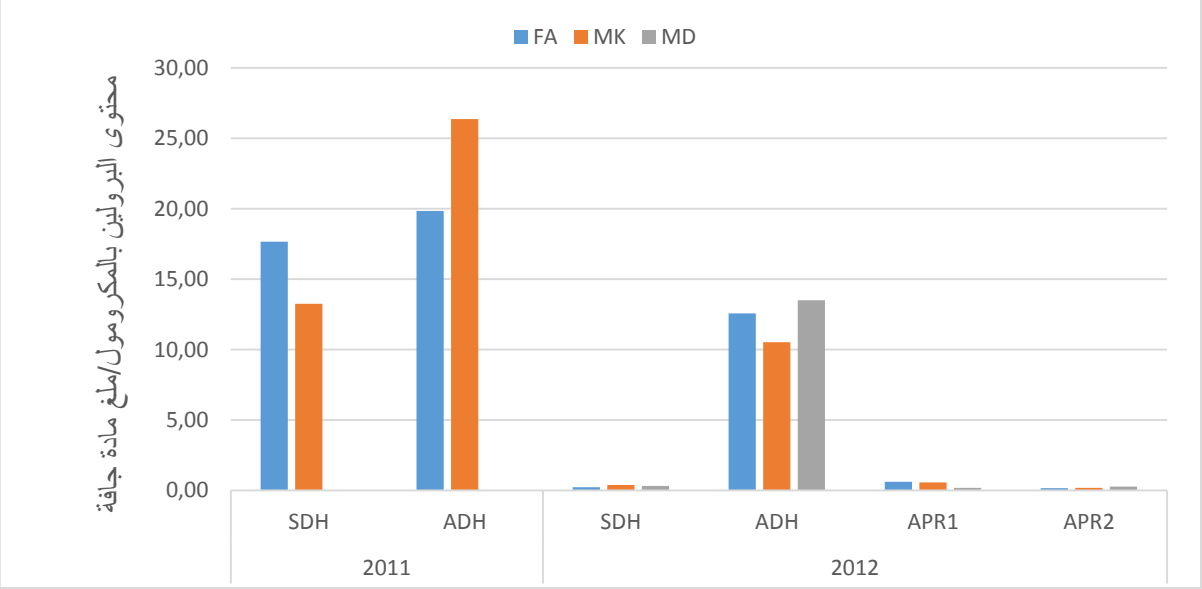
الشكل III21: محتوى البرولين عند القمح اللين لأربعة سنوات متتالية (2011-2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود

في سنة 2015 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 10.10±5.39 و15.9±2.04 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 42.88±2.59 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند MK و56.43±2.56 عند FA، بلغت قيمة التضاعف 3.5مرات عند FA و4مرات عند MK.

❖ **مرحلة الانتفاخ (40% من السعة الحقلية)**

في سنة 2011 تراوحت قيم البرولين عند النباتات الشاهدة من13.25±0.73 و17.65±1.16 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد فسجل 19.83±2.25 و26.36±3.76 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند FA وMk على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 1 مرة عند FA و2 مرات عند MK.

في سنة 2012: تراوحت قيم البرولين عند النباتات الغير معرضة للإجهاد من 0.23±0.008 و0.38±0.012 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من FA وMk كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل محتوى البرولين 10.52±0.59 و13.50±0.52 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عندMK وMD على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 28مرة، 36مرة و43مرة عند كل من MK، FA وMD على الترتيب. (**الشكل III22**)

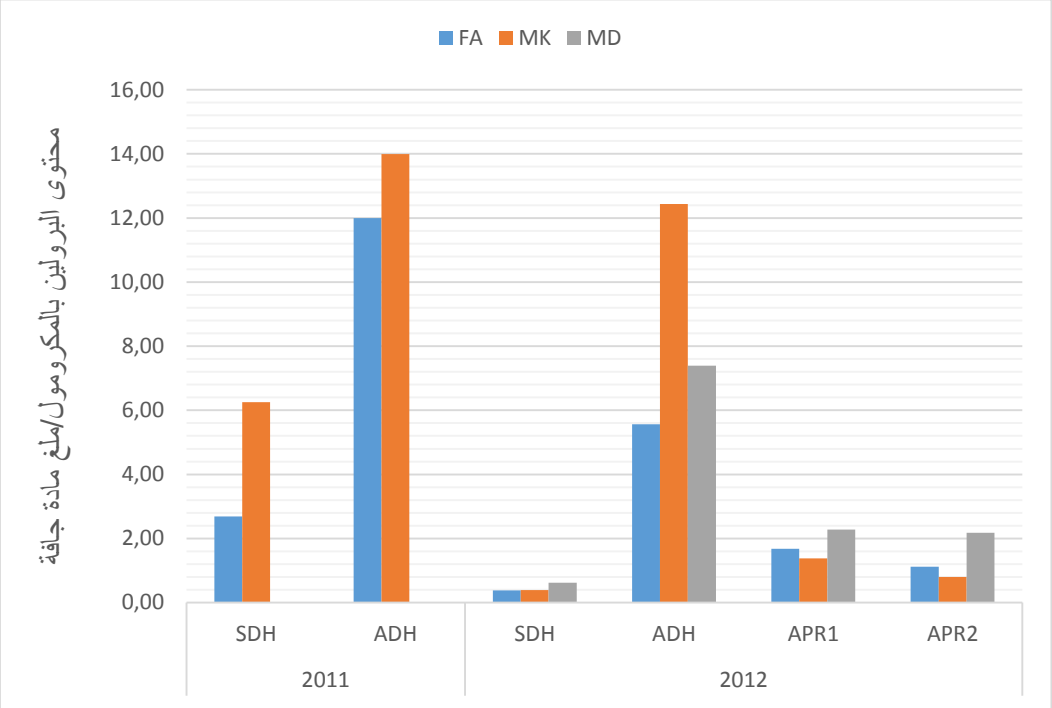


الشكل III22: محتوى البرولين عند القمح اللين لسنوات متتالية (2011-2012) عند 40% من السعة الحقلية -مرجلة الانتفاخ.

❖ **مرحلة الاسبال (40% من السعة الحقلية)**

في سنة 2011 تراوحت قيم البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.33±2.69 و0.26±6.25 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل منFA وMk على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد فسجل 0.67±12 و0.45±13.99 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند FA وMk على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 4.5 مرة عند FA و2 مرات عند MK.

في سنة 2012 تراوحت قيم البرولين عند النباتات الغير معرضة للإجهاد من 0.38±0.097 و0.60 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من MK وMD كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فتراوح محتواه من 5.56±0.33 و12.44±0.23 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عندFA وMK على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 12مرة، 15مرة و33مرة عند كل من MD، FA وMK على الترتيب. (**الشكل III23**)



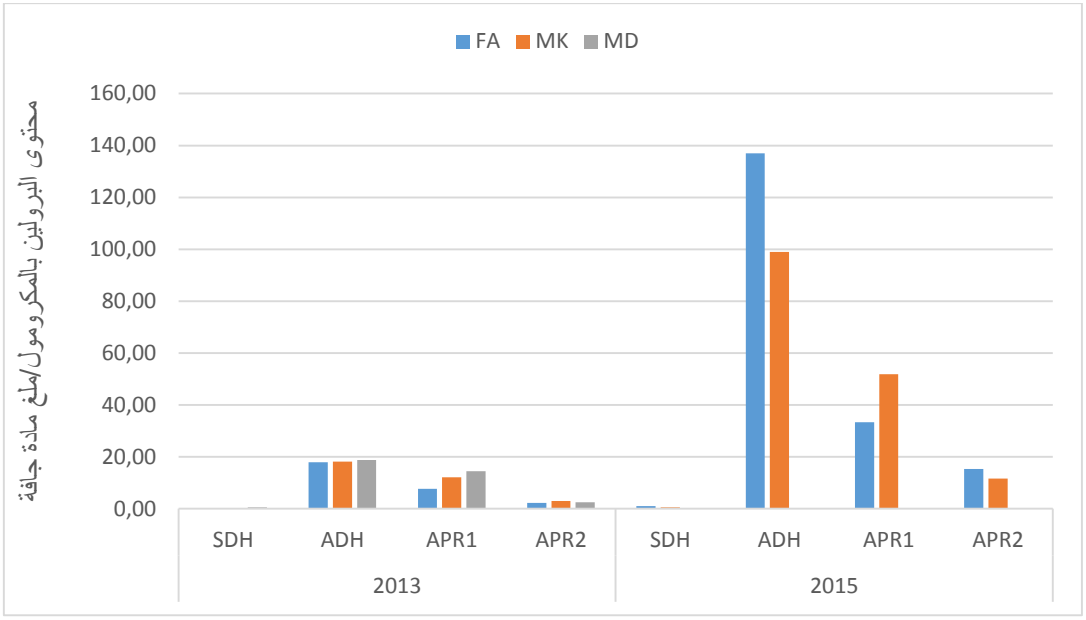
الشكل III23: محتوى البرولين عند القمح اللين لسنتين (2011-2012) عند 40% س.ع -مرحلة الاسبال.

2-2-1.1-2. الإجهاد الثاني (25% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة الاسبال**

في سنة 2013 تراوحت قيمة البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.07±0.052 و0.21±0.199 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل منFA وMk وكأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 17.94±0.903 و18.75±2.23 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند FA وMD على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 256مرة عند FA 125 مرة عند MD و91 مرة عند MK.

في سنة 2015 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.59±0.27 و1±0.6 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Mk وFA على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة فسجل 99±4.38 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند MK و137±2.83 عند FA، بلغت قيمة التضاعف 137 مرة عند FA و168 مرة عند MK. (**الشكل III24**)

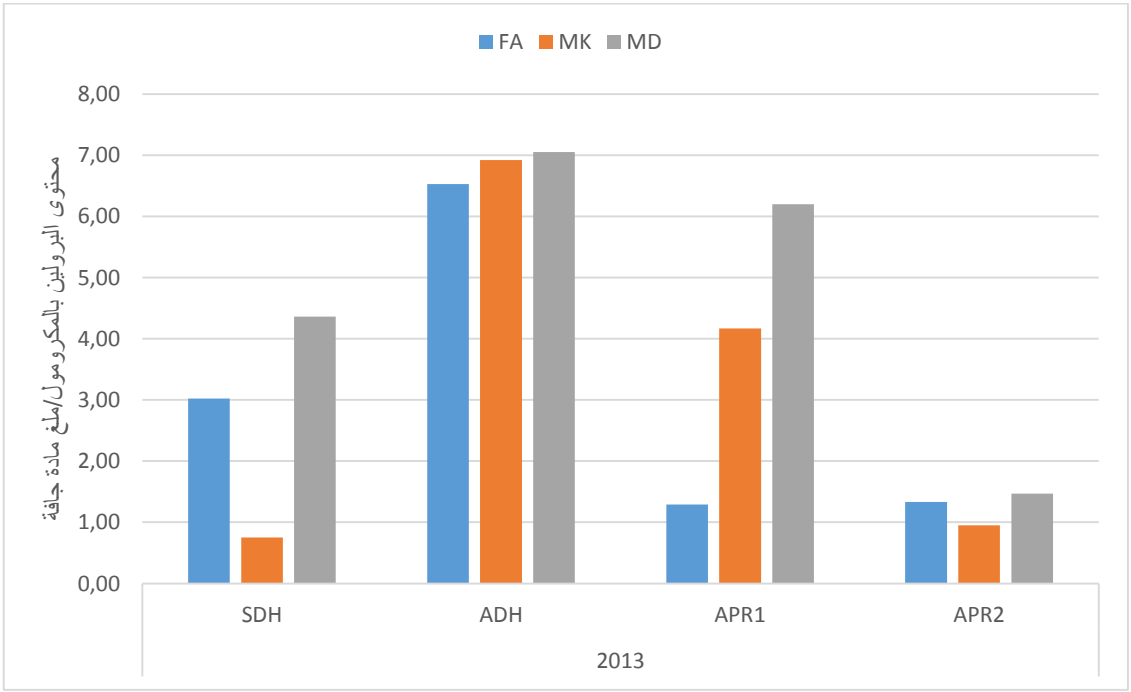


الشكل III24: محتوى البرولين عند القمح اللين لسنتي (2013-2015) عند إجهاد 25% من س.ع في مرحلة الاسبال

3-2-1.1-2. الإجهاد الثالث (15% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج**

في سنة 2013 تراوحت قيمة البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.20±0.75 و0.417±4.36 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من MK وMD كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 0.020±7.05 و0.323±6.53 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى وأعلى قيمة عند FA وMD على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 1.5مرة عند MD، 2 مرة عند FA و9 مرات عند MK (**الشكل III25**).



الشكل III25: محتوى البرولين عند القمح اللين لسنة (2013) عند إجهاد 15% س. ح في مرحلة الامتلاء-بداية النضج-

2-1.1-3. الشعير

2-1.1-3-1 الإجهاد الأول: (40% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة الصعود**

في سنة 2011 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 1.43±0.15 إلى 1.52±0.24 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وManel على الترتيب، وعند النباتات المجهدة من 3.15 ± 0.14 إلى 22.08 ±1.25 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Manel وSaida، كانت قيمة التضاعف 15.5 مرة و2 مرة عند Saida وManel على الترتيب.

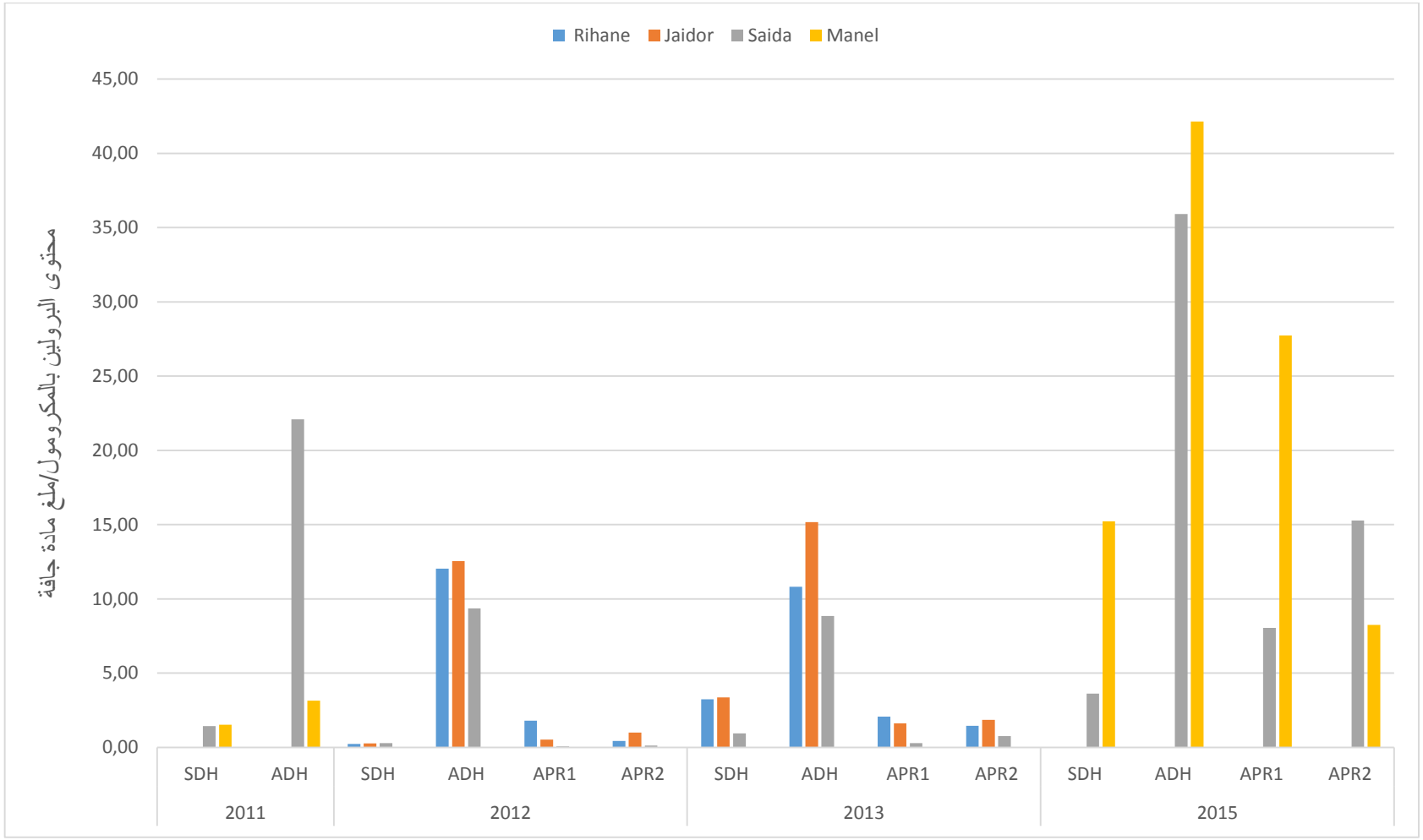
في سنة 2012 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.23±0.02 و0.28±0.05 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Rihane وSaida كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب.

ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة، حيث سجلت أدنى قيمة عند Saida بـ 9.35 وأعلى قيمة عند Jaidor بـ 12.54 ميكرومول/ملغ مادة جافة، قدرت قيمة التضاعف بـ 33 مرة، 46.5مرة و52 مرة عند كل من Saida، Jaidor وRihane على الترتيب.

في سنة 2013 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 0.93±0.54 إلى3.37±2.56 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وJaidor على الترتيب، ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة من 8.84±2.88 إلى 15.16 ±0.82 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وJaidor كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 9.5مرة، 4.5 مرة و3.5 مرات عند Saida، Jaidor وRihane على الترتيب.

في سنة 2015 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة بين 3.62±4.03 إلى15.22±1.13 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وManel على الترتيب، ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة بين 35.91±4.35 و42.14±0.63 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وManel كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب، بلغت قيمة التضاعف 10مرات و3مرات عند Saida و Manelعلى الترتيب.

- ✓ أما فيما يخص إعادة السقي فلقد سجل انخفاض في محتوى البرولين عند جميع الباحثين حيث يبدأ الانخفاض عند السقي الأول ثم يواصل في الانخفاض بمواصلة السقي. (**الشكل III**[26])



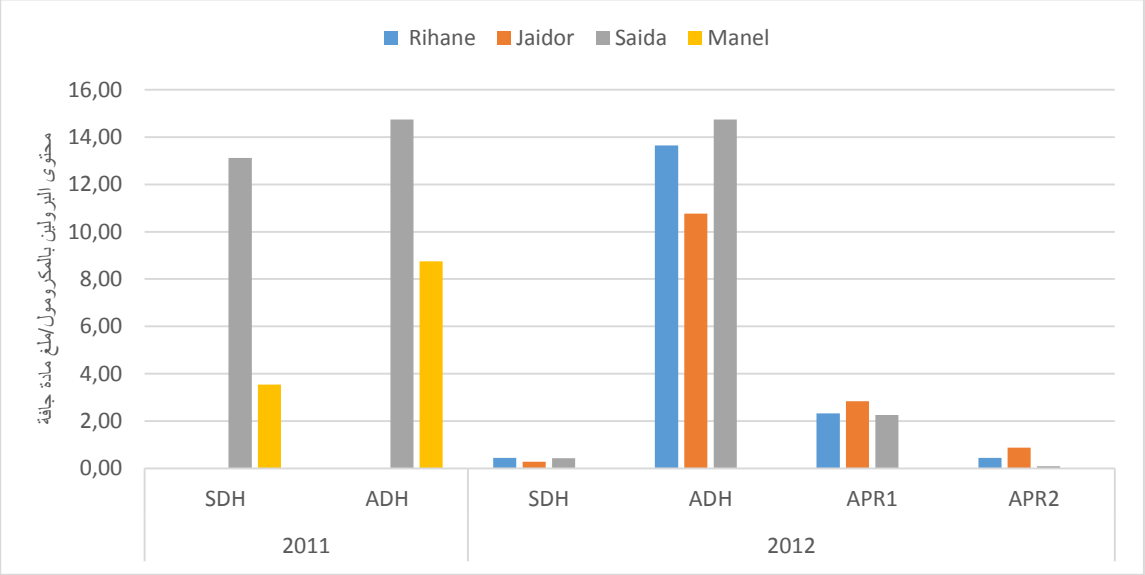
الشكل III$_{26}$: محتوى البرولين عند الشعير لأربعة سنوات متتالية (2011-2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود

❖ **مرحلة الإسبال**

في سنة 2011 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة بين 3.54±0.43 و13.12± 0.62 ميكرومول/ملغ مادة جافة، بينما ارتفع محتواه عند النباتات المجهدة وسجل 8.75±0.43 و14.74±1.44 كأدنى وأعلى قيمة عند كل منManel وSaida على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 1مرة عند Saida و2.5 مرة عند Manel.

في سنة 2012 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة 0.28±0.004 و0.44±0.003 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Jaidor وRihane كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب.

ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة، حيث سجلت أدنى قيمة عند Jaidor بـ 10.75±0.73 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأعلى قيمة عند Saida بـ 14.74±0.52 ميكرومول/ملغ مادة جافة، قدرت قيمة التضاعف بـ 38 مرة، 35مرة و31 مرة عند كل من Jaidor، Saida، وRihane على الترتيب. **(الشكل III27)**

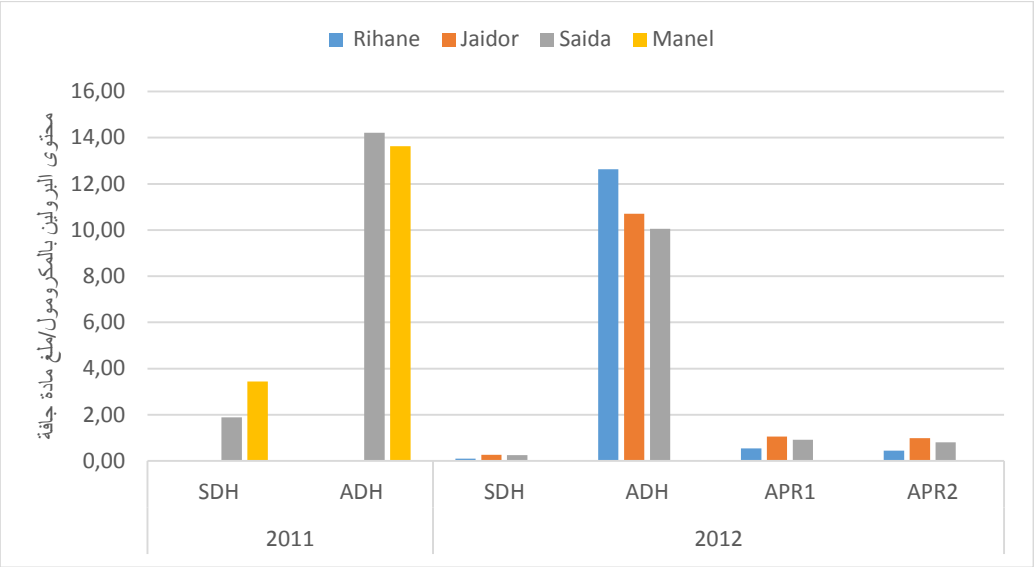


الشكل III27: محتوى البرولين عند الشعير لسنتي 2011 و2012 عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الاسبال.

❖ **مرحلة بداية الإزهار (40% من السعة الحقلية)**

في سنة 2011 تراوح محتوى البرولين في هذه المرحلة من تطبيق الإجهاد من 1.89±0.28 إلى 3.44±0.33 ميكرومول /ملغ مادة جافة بالنسبة للنباتات الشاهدة. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة وقدرت قيمته بـ 13.63±0.68 إلى 14.22±0.35 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Manel وSaida على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف 1.5 مرة عند Saida و3مرات عند Manel.

في سنة 2012 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة بين 0.10±0.067 و0.26±0.065 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Rihane كأدنى قيمة وأعلى قيمة عند Saida. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة وسجل أدنى قيمة عند Saida بـ 10.06±0.53 ميكرومول/ملغ مادة جافة وأعلى قيمة عند Rihane بـ 12.63±1.73 ميكرومول/ملغ مادة جافة حيث بلغت قيمة التضاعف بـ 39مرة، 53مرة و126مرة عند Saida، Jaidor وRihane على الترتيب. **(الشكل III28)**



الشكل III28: محتوى البرولين عند الشعير لسنتين متتاليتين 2011 و2012 عند إجهاد 40% س.ح في مرحلة الازهار.

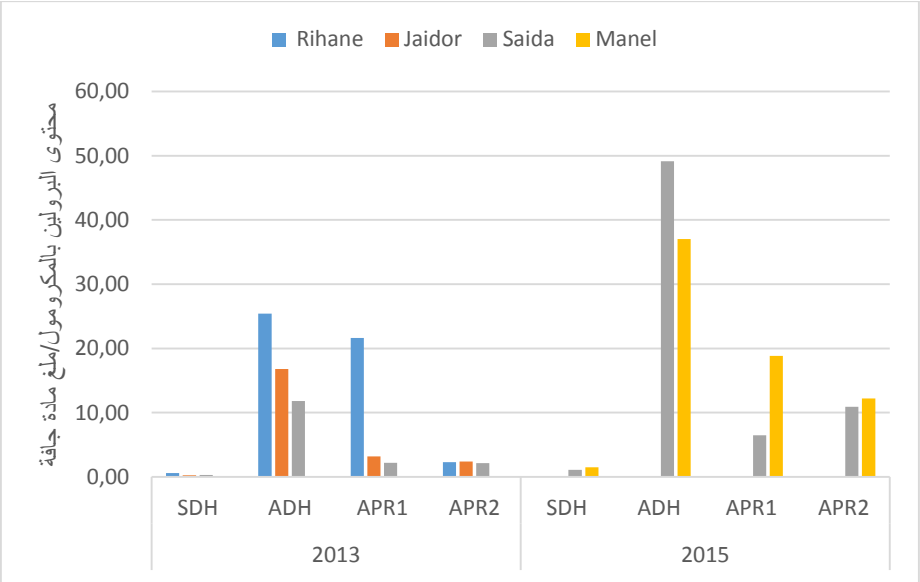
2-3-1.1-2 الإجهاد الثاني (25% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة بداية الإسبال**

في سنة 2013 تراوح محتوى البرولين من 0.27±0.203 إلى 0.60±0.298 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند النباتات الشاهدة كأدنى وأعلى قيمة عند الصنفين Jaidor وRihane على الترتيب. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة فسجلت أدنى قيمة عند الصنف Saida بـ 11.8±0.405 ميكرومول/ملغ مادة جافة واعلى قيمة عند الصنف Rihane بـ 25.40±0.065 ميكرومول/ملغ مادة جافة. بلغت قيمة التضاعف 38 مرة، 42 مرة و62 مرة عند كل من Saida، Rihane وJaidor على الترتيب.

في سنة 2015 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة من 1.11±0.38 إلى 1.52±0.26 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Saida وManel على الترتيب. ارتفع محتواه عند النباتات المجهدة 37.04±12.30 و49.15±8.45 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Manel وSaida على الترتيب. بلغت قيمة التضاعف بـ 44مرة عند Saida و24 مرة عند Manel.

أما فيما يخص إعادة السقي فلوحظ انخفاض محتوى البرولين عند جميع الأصناف سواء عند السقي للمرة الأولى او السقي للمرة الثانية (**الشكل III29**).

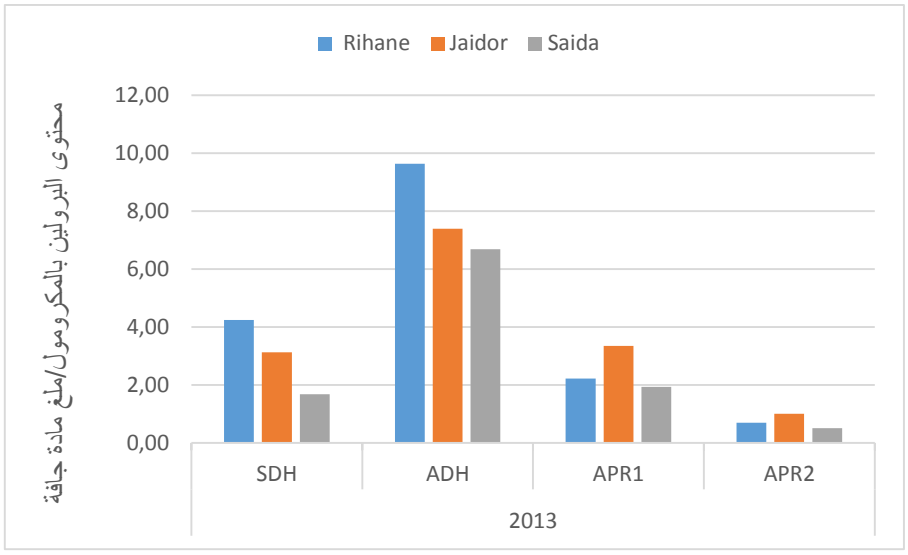


الشكل III29: محتوى البرولين عند الشعير لسنتين متتاليتين2013 و2015 عند إجهاد 25% من س.ح في مرحلة بداية الإسبال.

2-1.1-3-3.الإجهاد الثالث (15% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج**

في سنة 2013 تراوح محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة بين 1.68±0.223 و4.240±0.312 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى قيمة عند Saida وأعلى قيمة عند Rihane. ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المجهدة وسجل بين 6.691 ±0.114 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأدنى قيمة عند Saida و9.64±0.508 ميكرومول/ملغ مادة جافة كأعلى قيمة عند Rihane، بلغت قيمة التضاعف بـ 4مرات عند Saida و2 مرات عند Jaidor وRihane. فيما يخص إعادة السقي فلقد سجل انخفاض في محتوى البرولين عند إعادة السقي للمرة الأولى وتواصل الانخفاض عند مواصلة السقي للمرة الثانية. (**الشكل III30**)



الشكل III30: محتوى البرولين عند الشعير لسنة 2013 عند إجهاد 15 % من س.ح في مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج-.

سلكت جميع الأصناف نفس السلوك سواء من حيث تراكم البرولين عند تعرض النباتات للنقص المائي (مع الاختلاف في قيم البرولين)، آو عند إعادة السقي للمرة الأولى والثانية حيث سجل جميع الأصناف انخفاض في محتوى البرولين.

2-1-2.الكلوروفيل

1-2-1-2. القمح الصلب

تم المحافظة على نفس السعة الحقلية في 3 مراحل من دورة حياة النبات.

1.1.2.2. الإجهاد الأول: (40% من السعة الحقلية)

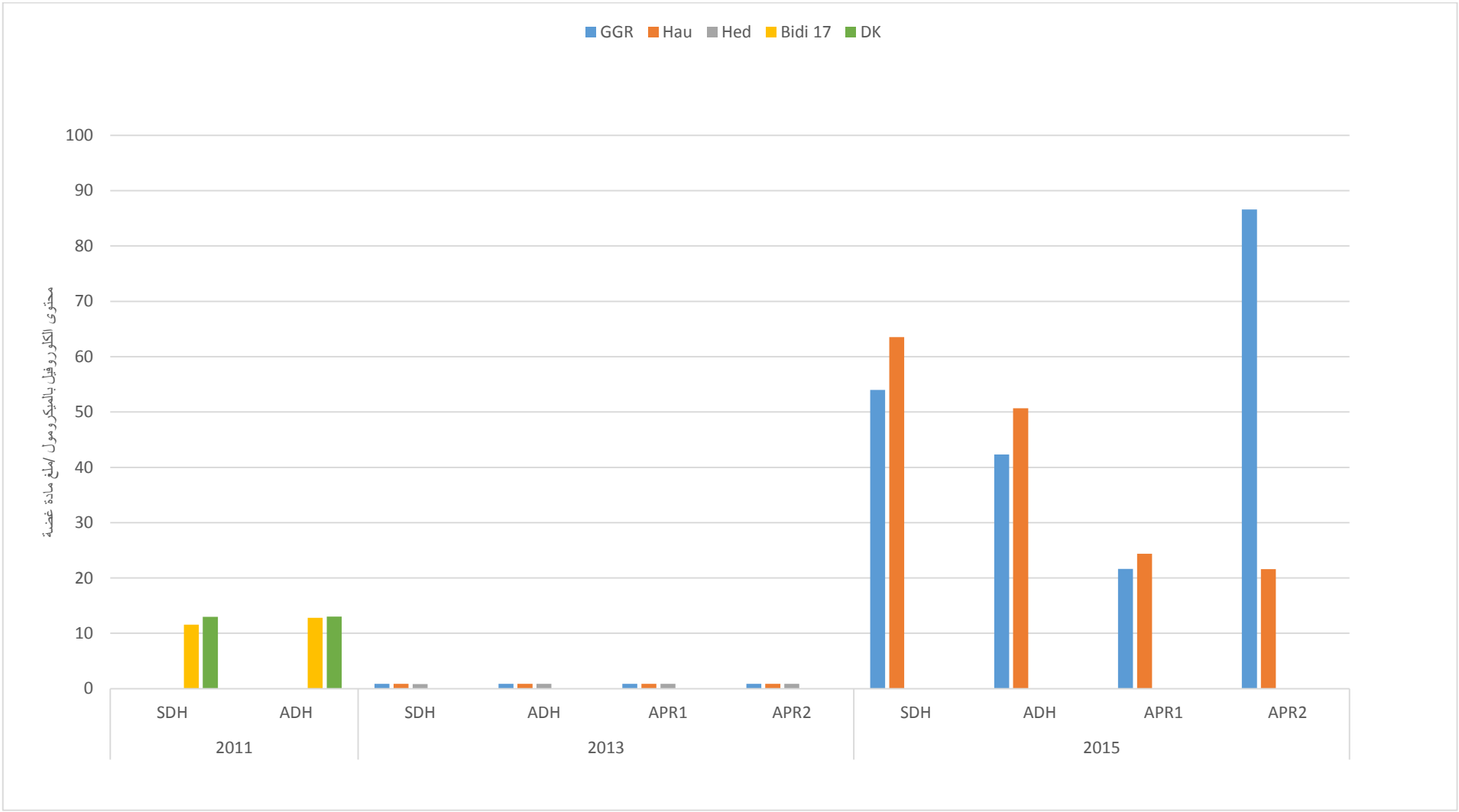
❖ **مرحلة الصعود**

في سنة 2011 تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة من 11.58±0.21 و12.97±0.31 ميكرومول/ملغ مادة غضة عند Bidi 17 وDK. ارتفع محتوى الكلوروفيل قليلا عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة فسجل 12.80±0.13 عند Bidi17 و13.03± 0.12 عند Dk. حيث قدرت قيمة التضاعف بـ 1مرة عند الصنفين.

في سنة 2013 تقارب محتوى الكلوروفيل الكلي عند جميع الأصناف المدروسة خلال المعاملات الأربعة المطبقة (SDH، ADH، APR1وAPR2) بين 0.84 و0.87 ميكرومول/ملغ مادة غضة.

في سنة 2015 تراوحت قيم الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة من 54±2.58 و63.53±3.31 ميكرومول/ملغ مادة غضة عند GGR وHau على الترتيب. انخفض محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات المجهدة قليلا وقدر بـ 42.32±2.82 و50.66±1.81 ميكرومول /ملغ مادة غضة عند GGR وHau على الترتيب.

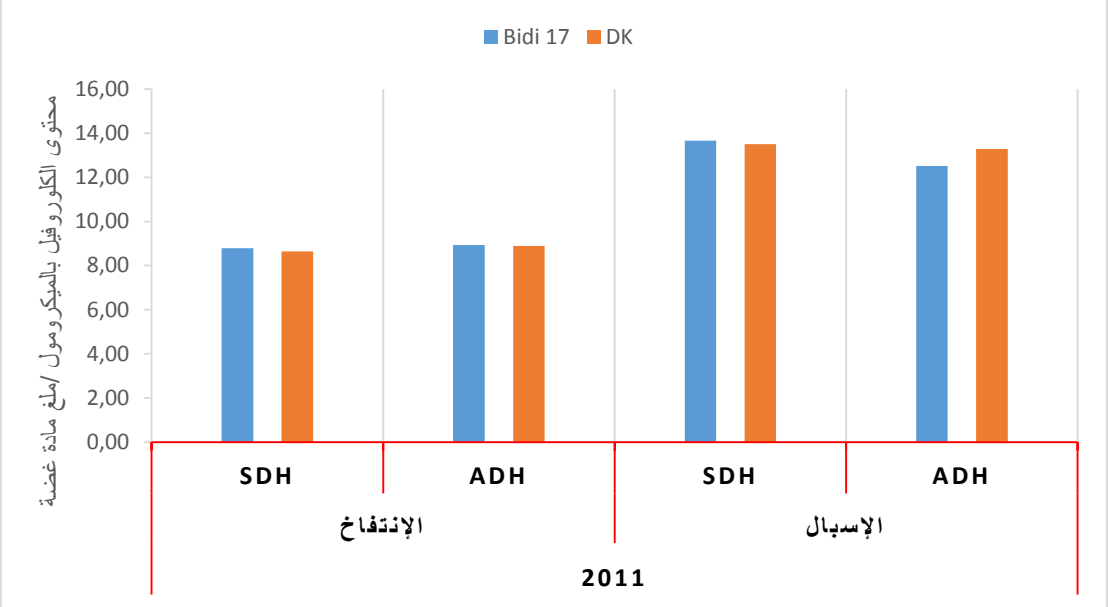
تواصل الانخفاض عند إعادة السقي للمرة الأولى عند الصنفين حيث سجل 21.65±5.29 و24.38±3.34 عندGGR وHau على الترتيب، أما عند إعادة السقي للمرة الثانية لوحظ ارتفاع في محتوى الكلوروفيل الكلي عند الصنف GGR وقدر بـ 86.62±5.22 ميكرومول/ملغ مادة غضة اما الصنف Hau فسجل تقريبا نفس القيمة السابقة المسجلة عند إعادة السقي للمرة الأولى. (**الشكل III31**)



الشكل III31: محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب لثلاثة سنوات متتالية (2011، 2013 و2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود.

❖ **مرحلتي الانتفاخ والإسبال**

في سنة 2011 تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي في **مرحلة الانتفاخ** عند النباتات الشاهدة من 0.07±8.65 و0.09±8.79 ميكرومول/ملغ مادة غضة عند DK و Bidi 17. وسجلت النباتات المجهدة تقريبا نفس القيم 0.05±8.89 عندDk و8.94± 0.07 عند Bidi17. في حين ارتفع في مرحلة **الإسبال إلى** 0.04±13.66 و0.05±13.50 ميكرومول/ملغ مادة غضة بالنسبة للنباتات الشاهدة عند الصنفين Bidi17 وDK على الترتيب. سجل نفس القيم تقريبا عند النباتات المجهدة 0.87±12.52 و0.23±13.29 عند كل من Bidi17 وDK على الترتيب (**الشكل III32**)



الشكل III32: محتوى الكلوروفيل لصنفين من القمح الصلب في مرحلتي الانتفاخ والإسبال لسنة 2011 عند إجهاد 40% من س.ح

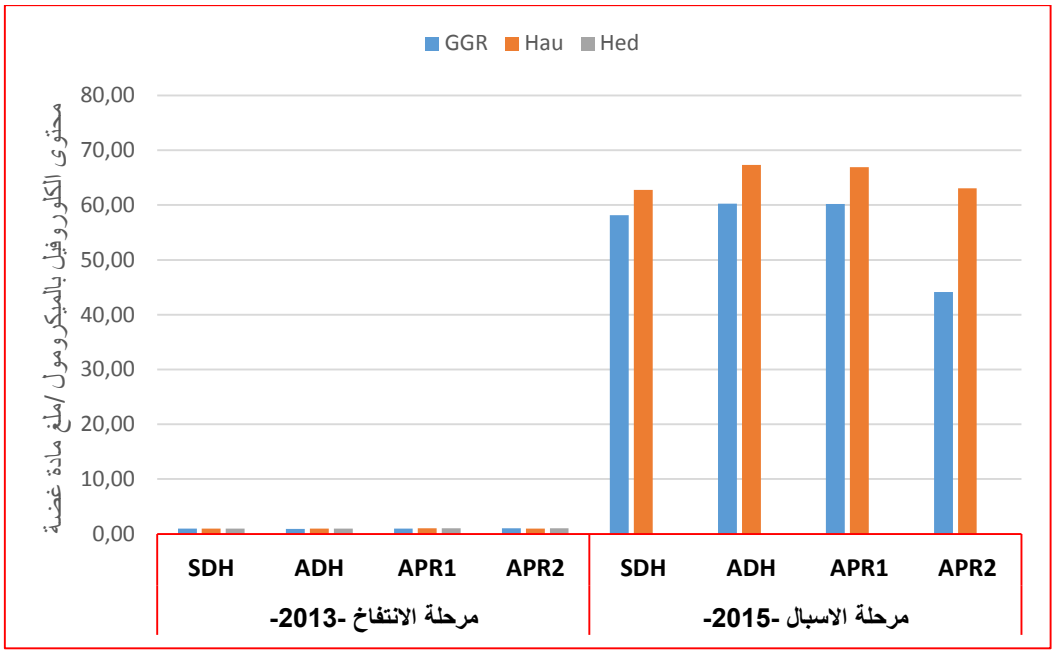
2-1-2-1-2 الإجهاد الثاني (25% من السعة الحقلية)

❖ **في سنة 2013 (مرحلة بداية الانتفاخ)**

تقارب محتوى الكلوروفيل الكلي عند جميع الأصناف المدروسة خلال المعاملات الأربعة المطبقة (الشاهدة، المجهدة، بعد السقي الأول وبعد السقي الثاني)، الاختلاف الوحيد في انخفاض محتواه عند صنف GGR بعد إعادة السقي الثانية.

❖ **في سنة 2015 (مرحلة الإسبال)**

تراوح محتوى الكلوروفيل عند النباتات الشاهدة بين 58.17 و62.78 عند كل من GGR وHau على الترتيب وارتفع محتواه عند النباتات المجهدة والمعاملة بعد السقي للمرة الأولى حيث سجلا نفس القيم تقريبا. اما بالنسبة لإعادة السقي للمرة الثانية فانخفض محتواه قليلا حيث سجل 44.15 عند الصنف GGR و63.04 عند Hau. (**الشكل III33**).



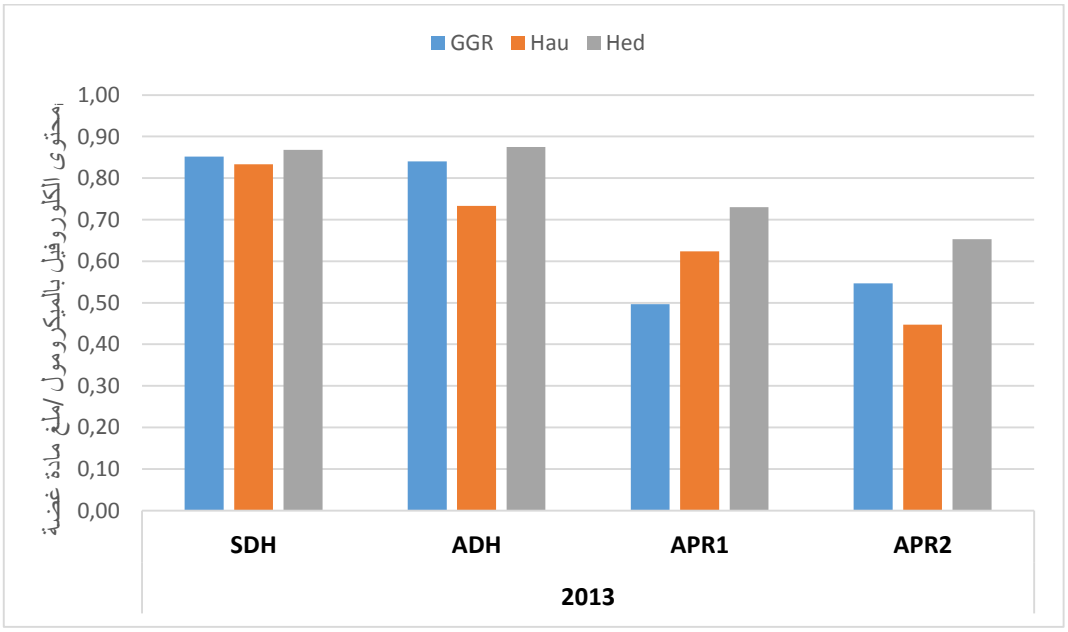
الشكل III33: محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب في مرحلتي الإسبال والانتفاخ لسنتي 2011 -2015 عند إجهاد 25% من س.ح.

3-1-2-1-2 الإجهاد الثالث (15% من السعة الحقلية)

❖ في سنة 2013: مرحلة الإزهار

سجلت النباتات الشاهدة والنباتات المجهدة نفس القيم تقريبا من محتوى الكلوروفيل عند الصنفين GGR وHed وانخفض قليلا عند Hau بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة.

سجل انخفاض طفيف عند المعاملة بعد إعادة السقي الأول عند جميع الأصناف، أما عند المعاملة بعد إعادة السقي الثاني تواصل الانخفاض في محتواه عند الصنفين Hau وHed وسجل ارتفاع طفيف عند GGR (0.55±0.11). (**الشكل III34**)



الشكل III34 : محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب في مرحلة الإزهار عند إجهاد 15% من السعة الحقلية.

ملاحظة: بالنسبة لسنة 2015 تم تطبيق الإجهاد في 6% بدلا من 15% من السعة الحقلية فماتت جميع النباتات.

2-2-1-2 القمح اللين

2-2-1-1 الإجهاد الأول: (40% من السعة الحقلية)

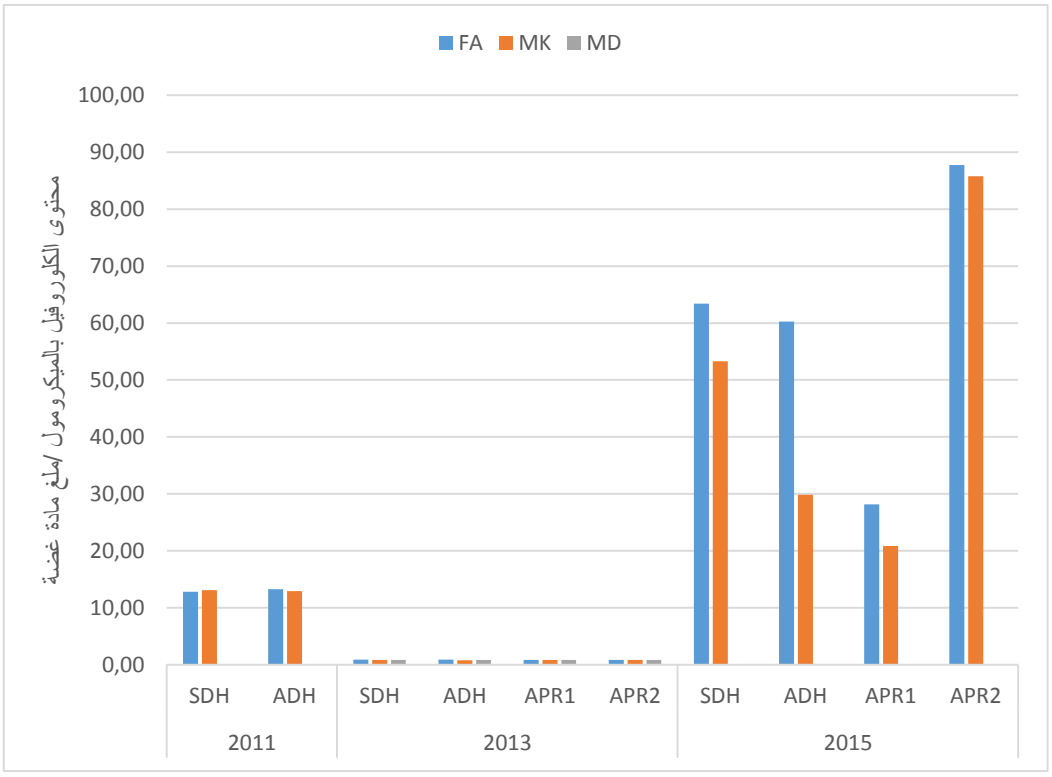
❖ **مرحلة الصعود**

في سنة 2011 سجل الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة بين 12.83±0.86 عند الصنف FA و13.07±0.13 عند الصنف MK، أما النباتات المجهدة فسجلت 13.28±0.31 عند FA و12.92±0.09 عند MK. كانت قيمة التضاعف عند الصنف FA 1مرة بينما سجل الصنف MK انخفاض طفيف في محتواه.

في سنة 2013 تقاربت كميات الكلوروفيل الكلي عند جميع الأصناف للقمح اللين وفي المعاملات المائية الأربعة (الشاهدة، المجهدة، بعد السقي الأول وبعد السقي الثاني)، حيث سجلت أدنى قيمة عند MK 0.796±0.031 ميلي مول /ملغ مادة جافة عند النباتات المجهدة وأعلى قيمة عند FA بـ 0.875±0.330 عند النباتات الشاهدة.

في سنة 2015 تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي بالنسبة للقمح اللين عند النباتات الشاهدة من 53.28±1.38 و63.40±6.78 ميكرو مول/ملغ مادة جافة عند MK، FA على الترتيب. بالنسبة للنباتات المجهدة انخفض محتواه عند الصنفين وسجل 60.26±1.86 و29.83±6.13 ميكرو مول/ملغ مادة جافة عند FA وMK على الترتيب.

واصل انخفاض الكلوروفيل عند الصنفين عند إعادة السقي للمرة الأولى وسجل 28.18±2.27 عند FA و20.86±5.21 عند MK. بالنسبة لإعادة السقي للمرة الثانية لوحظ ارتفاع في محتوى الكلوروفيل الكلي عند الصنفين وسجل 87.73±6.50 عند FA و85.79±0.75 عند MK. (**الشكل III35**)

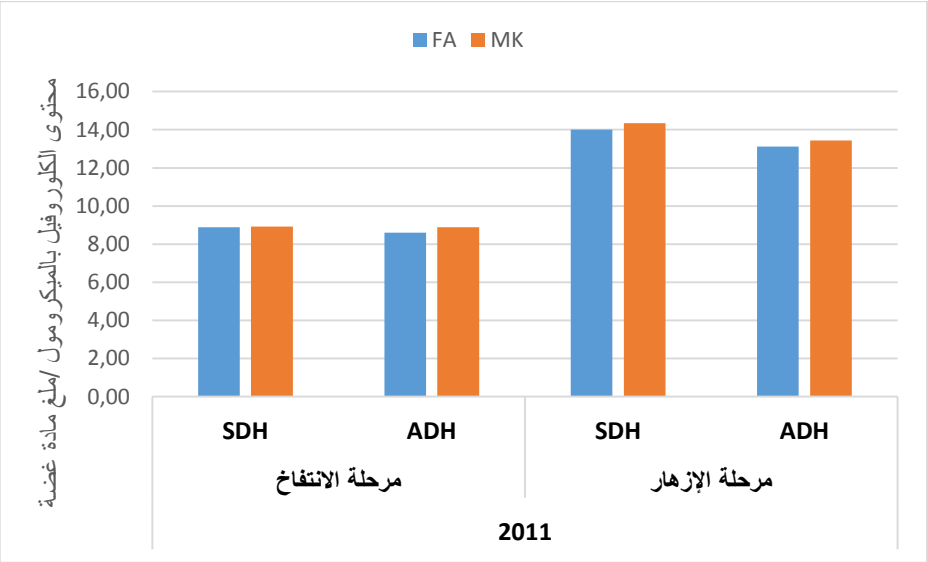


الشكل III35: محتوى الكلوروفيل عند القمح اللين لثلاثة سنوات (2011، 2013 و2015) عند إجهاد 40% من س.ح في مرحلة الصعود.

❖ **في سنة 2011 (40% من السعة الحقلية)**

مرحلة الانتفاخ سجل الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة بين 8.88±0.06 عند الصنف FA و8.93±0.05 عند الصنف MK، أما النباتات المجهدة فسجلت انخفاض طفيف مقارنة بالنباتات الشاهدة فكانت 8.60±0.04 عند FA و8.88±0.06 عندMK .

مرحلة الإزهار سجلت النباتات الشاهدة نفس القيم تقريبا من الكلوروفيل الكلي بين 14±0.66 و14.35±0.24 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند كل من FA وMK. بينما انخفض محتواه قليلا بالنسبة للنباتات المجهدة عند الصنفين حيث سجل 13.12±0.12 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند FA و13.43±0.18 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند MK. (**الشكل III**36)



الشكل III36: محتوى الكلوروفيل الكلي عند القمح اللين في مرحلتي الإزهار والانتفاخ لسنة 2011 عند إجهاد 40% من س.ح

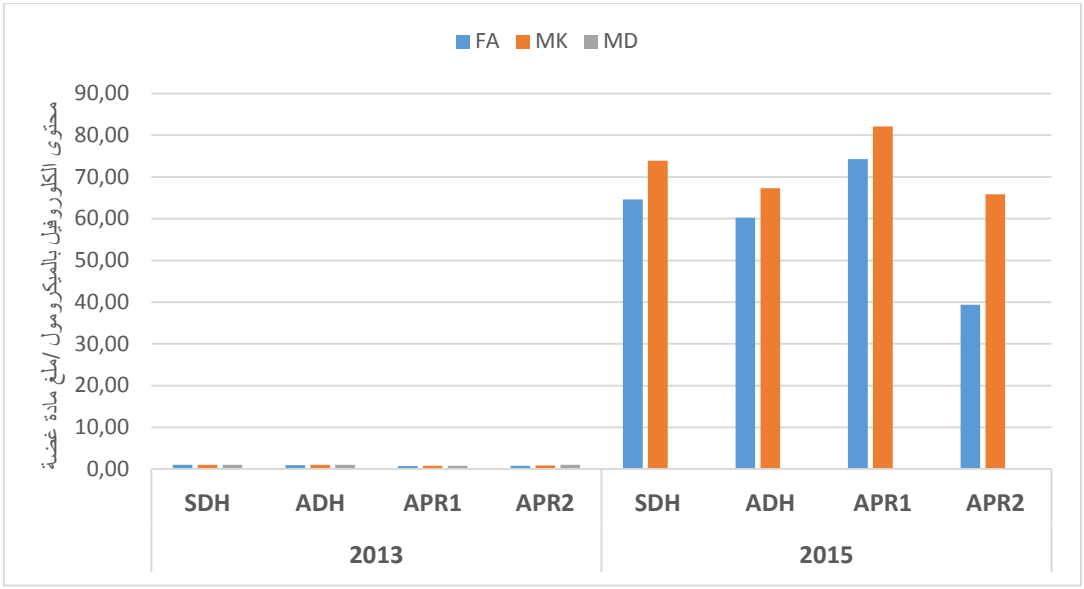
2-1-2-2-2. الإجهاد الثاني (25% من السعة الحقلية)

❖ **مرحلة الاسبال**

❖ **في سنة 2013** سجل محتوى الكلوروفيل الكلي قيما متقاربة سواء النباتات الشاهدة او المجهدة وذلك عند الصنفين MK وFA 0.985±0.005 و1.006±0.008 عند المعاملة الغير معرضة للإجهاد، و0.960±0.013 و0.98±0.007 خلال المعاملة الإجهاد. اما الصنف MD فسجل نفس القيمة في المعاملتين بـ 0.985 ميلي مول /ملغ مادة جافة. انخفض محتوى الكلوروفيل الكلي قليلا بعد إعادة السقي للمرة الأولى عند جميع الأصناف وسجل 0.704±0.128، 0.81±0.029 و0.796±0.012 عند كل من FA، MD وMK على الترتيب. ارتفع محتواه قليلا بعد إعادة السقي للمرة الثانية عند جميع الأصناف 0.812±0.002، 1.001±0.005 و0.876±0.016 ميلي مول /ملغ مادة جافة عند كل من FA، MD وMK على الترتيب.

❖ **في سنة 2015** تراوح محتوى الكلوروفيل عند النباتات الشاهدة بين 64.62 و73.90 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند FA وMK على الترتيب. أما النباتات المجهدة فسجلت انخفاض في محتوى الكلوروفيل عند الصنفين. ارتفع محتوى الكلوروفيل عند إعادة السقي للمرة الأولى عند الصنفين مسجل 74.25 و82.07 عند كل من FA وMK على الترتيب.

انخفض محتواه عند إعادة السقي للمرة الثانية وقدر بـ 39.38 و65.84 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من FA وMK على الترتيب مقارنة بإعادة السقي للمرة الأولى، النباتات الشاهدة والمجهدة. (**الشكل III**37)



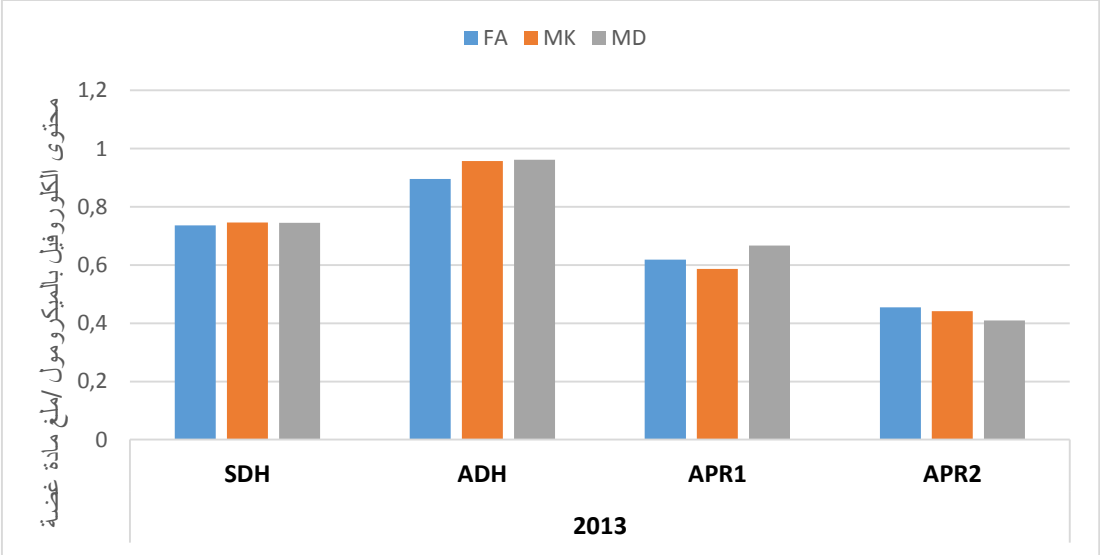
الشكل III37: محتوى الكلوروفيل الكلي عند القمح اللين في مرحلة الإسبال لسنتي 2013 و2015عند إجهاد 25 % من س.ح

2-1-2-2-3. الإجهاد الثالث (15% من السعة الحقلية)

❖ **في سنة 2013: نهاية الامتلاء -بداية النضج**

سجل الكلوروفيل الكلي قيما متقاربة عند النباتات الشاهدة بـ 0.737±0.017، 0.745±0.032 و0.746±0.005 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند FA، MD وMK على الترتيب. ارتفع محتواه عند النباتات المعرضة للإجهاد، سجلت اعلى قيمة عند MD بـ 0.961±0.021 ميلي مول/ملغ مادة غضة، وأدنى قيمة عند FA بـ 0.896±0.096 وMK بـ 0.957±0.017 ميلي مول/ملغ مادة غضة.

بعد إعادة السقي الأول انخفض محتوى الكلوروفيل وسجل أدنى قيمة عند الصنف MK 0.586±0.035 وأعلى قيمة عند MD 0.667±0.056 ميلي مول/ملغ مادة غضة. تواصل الانخفاض في محتوى الكلوروفيل بعد إعادة السقي للمرة الثانية وسجل 0.410±0.137 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند MD كأدنى قيمة وأعلى قيمة عند FA بـ 0.455±0.102 ميلي مول/ملغ مادة غضة وسجل الصنف MK قيمة وسطية بـ 0.441±0.055 ميلي مول/ملغ مادة غضة. (**الشكل III**38)



الشكل III38: محتوى الكلوروفيل عند القمح اللين في مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج عند إجهاد 15% من السعة الحقلية.

ملاحظة: بالنسبة لسنة 2015 تم تطبيق الإجهاد في 6% بدلا من 15% من السعة الحقلية فماتت جميع النباتات.

3-2-1-2 الشعير

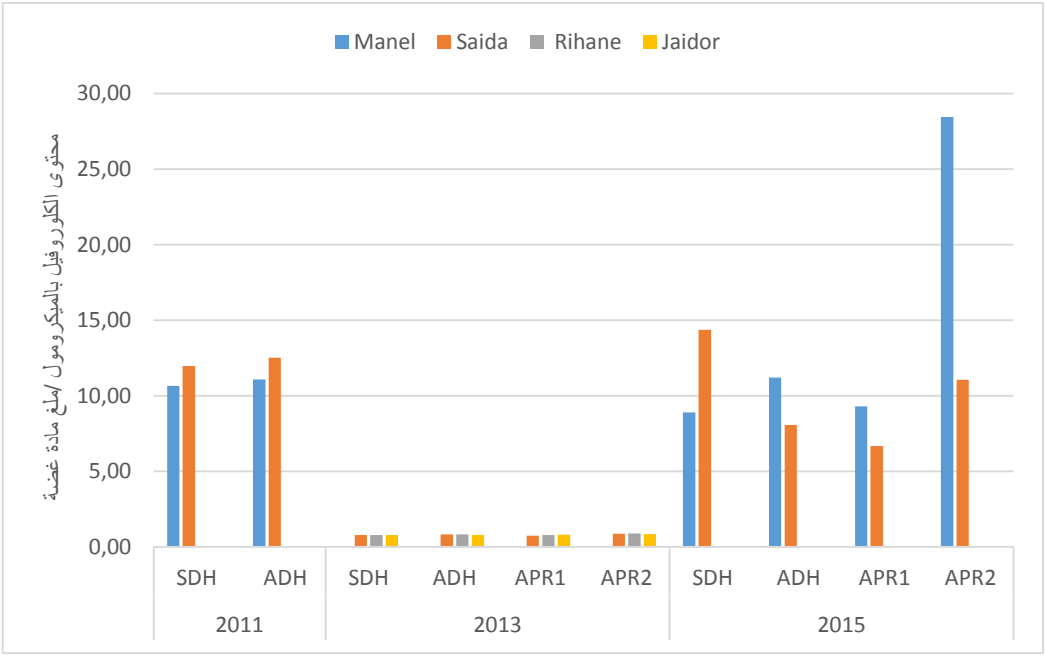
1-3-2-1-2 الإجهاد الأول (40% من السعة الحقلية)

في سنة 2011 تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة بين 10.66±0.62 و11.96±0.49 ملي مول/ملغ مادة غضة عند Manel و Saidaعلى الترتيب. ارتفع محتوى الكلوروفيل عند النباتات المجهدة قليلا وسجل 11.07±0.61 و12.52±0.19 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Manel و Saidaعلى الترتيب.

في سنة 2013 سجلت النباتات الشاهدة نفس القيم تقريبا من محتوى الكلوروفيل عند جميع الأصناف، انخفض محتواه عند الصنف Jaidor وسجل 0.783±0.071 ميلي مول/ملغ مادة غضة وارتفع عند كل من Saida وRihane بـ 0.822±0.053 و0.823±0.056 ميلي مول/ملغ مادة غضة على الترتيب.
ارتفع بعد اعادة السقي الأول عند Jaidor وسجل 0.810±0.019 ميلي مول/ملغ مادة غضة، في حين انخفض عند Saida وRihane سجل 0.747±0.008 و0.793±0.005 ميلي مول/ملغ مادة غضة على الترتيب.
بعد السقي الثاني سجلت زيادة معتبرة لمحتوى الكلوروفيل عند جميع الأصناف حيث سجلت أدنى قيمة عند الصنف Jaidor 0.853±0.004 وأعلى قيمة عند Rihane 0.889 ميلي مول/ملغ مادة غضة.

في سنة 2015 سجل محتوى الكلوروفيل الكلي 8.89±0.88 و14.37±1.39 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند كل من Manel وSaida على الترتيب. ارتفع محتواه عند الصنف Manel وانخفض عند الصنف Saida بالنسبة للنباتات المجهدة وسجل 11.20±1.05 و8.07±0.40 ميلي مول/ملغ مادة غضة.
انخفض محتوى الكلوروفيل عند إعادة السقي للمرة الأولى وسجل 9.30±1.80 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Manel و6.67±0.48 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Saida.

ارتفع محتواه عند إعادة السقي ثانية بالنسبة للصنفين وتراوح بين 11.05 و28.45 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند كل من Saida وManel على الترتيب. ارتفع 3مرات عند Manel و1.5 مرة عند Saida. (**الشكل III**[39])

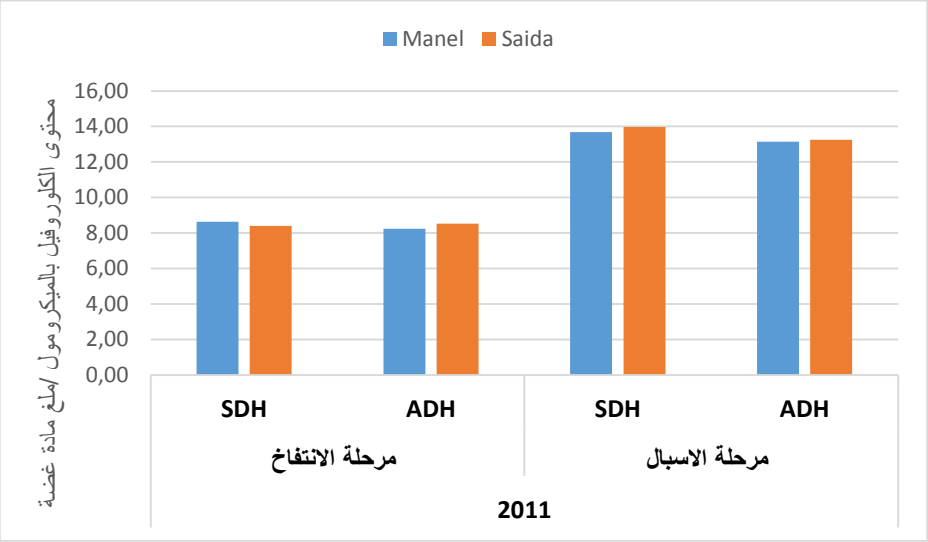


الشكل III[39]: **محتوى الكلوروفيل عند الشعير لـ 3 سنوات متتالية 2011، 2013 و2015 عند إجهاد 40% من س.ح في مرحلة الصعود**

❖ **في سنة 2011: (40% من السعة الحقلية)**

مرحلة الانتفاخ: تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة ما بين 8.63±0.10 و8.39±0.10 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Manel و Saidaعلى الترتيب. وانخفض محتواه عند النباتات المجهدة بالنسبة للصنف Manel وارتفع قليلا عند Saida، سجل 8.23±0.25 و8.53±0.17 ميلي مول /ملغ مادة غضة على الترتيب.

مرحلة الاسبال: سجل محتوى الكلوروفيل الكلي 13.68±0.13 ميلي مول/ملغ مادة غضة بالنسبة للصنف Manel و13.97±0.06 ميلي مول /ملغ مادة غضة بالنسبة للصنف Saida عند النباتات الشاهدة. وانخفض محتواه عند الصنفين 13.14±0.10 و13.25±0.10 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند النباتات المجهدة. (**الشكل III**40)



الشكل III40: محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلتي الإسبال والانتفاخ لسنة 2011 عند إجهاد 40% س.ح

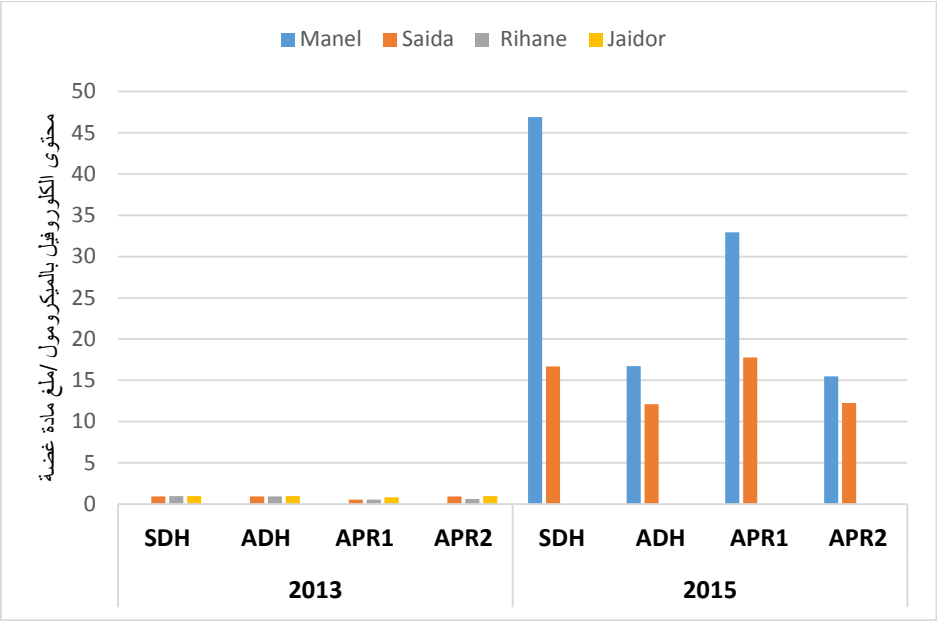
2-1-2-3-2. الإجهاد الثاني (25% من السعة الحقلية)

في سنة 2013 تراوح محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة من 0.92±0.017 و0.99±0.009 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند كل من Saida وRihane كأدنى وأعلى قيمة على الترتيب، اما عند النباتات المجهدة انخفض محتواه قليلا عند جميع الأصناف.

بعد إعادة السقي الأول واصل الانخفاض عند جميع الأصناف وسجلت أدني قيمة عند Saida وRihane بـ 0.55 و0.56 ميلي مول/ملغ مادة غضة وأعلى قيمة عند Jaidor بـ 0.779±0.045 ميلي مول/ملغ مادة غضة. عند إعادة السقي للمرة الثانية ارتفع محتواه عند جميع الأصناف وسجلت أدنى قيمة عند Rihane 0.628±0.007 ميلي مول/ملغ مادة غضة وأعلى قيمة عند Saida 0.946±0.011 ميلي مول/ملغ مادة غضة، اما Jaidor فسجل 0.761±0.050 ميلي مول/ملغ مادة غضة.

في سنة 2015: سجل الصنف Manel عند النباتات الشاهدة قيمة عظمى لمحتوى الكلوروفيل 46.91 وسجل الصنف Saida 16.68 ميلي مول/ملغ مادة غضة اما عند النباتات المجهدة فانخفض محتواه وقدر بـ 16.71 عند Manel و12.11 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Saida. ارتفع محتوى الكلوروفيل عند إعادة السقي للمرة الأولى وسجل 32.95 و17.77 ميلي مول/ملغ مادة غضة عند Manel وSaidaعلى الترتيب.

انخفض محتواه بعد إعادة السقي للمرة الثانية عند الصنفين وسجل 15.47 و12.26 عند كل من Manel وSaida على الترتيب. (**الشكل III**41)



الشكل III41: محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلة الإسبال سنتي 2013 و2015 عند إجهاد 25% من س.ح

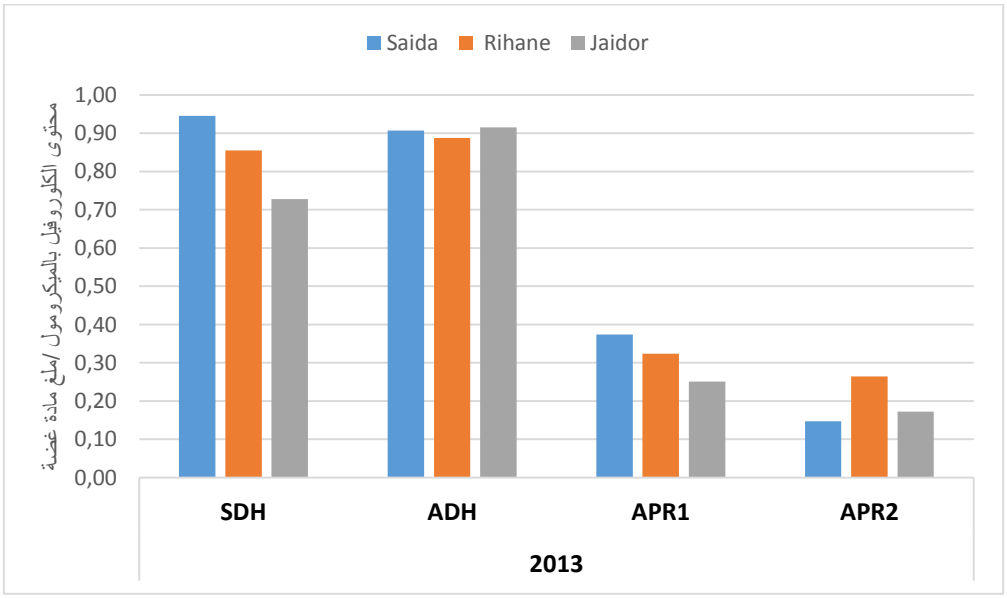
3-3-2-1-2. الإجهاد الثالث

❖ **مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج (15% من السعة الحقلية)**

في سنة 2013 سجل محتوى الكلوروفيل الكلي عند النباتات الشاهدة بين 0.73 و0.95 ميلي مول/ملغ مادة غضة كأدنى قيمة عند Jaidor وأعلى قيمة عندSaida على الترتيب. انخفض محتواه عند النباتات المجهدة بالنسبة لـ Saida بـ 0.91 ميلي مول/ملغ مادة غضة وارتفع عند Rihane وJaidor وسجل 0.89 و0.92 ميلي مول/ملغ مادة غضة على الترتيب.

عند إعادة السقي للمرة الأولى انخفض محتواه عند جميع الأصناف حيث سجلت أدنى قيمة عند Jaidor بـ 0.25 ميلي مول/ملغ مادة غضة وأعلى قيمة عند Saida بـ 0.37 ميلي مول/ملغ مادة غضة.

واصل الانخفاض لجميع الأصناف عند إعادة السقي الثاني وسجلت أدنى قيمة عند Saida بـ 0.15 وأعلى قيمة عند Rihane بـ 0.26 ميلي مول/ملغ مادة غضة. (**الشكل III**42)



الشكل III42: محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج عندا جهاد 15% من السعة الحقلية.

3-1-2 السكريات (40% من السعة الحقلية)

تمت معايرة محتوى السكريات عند القمح الصلب، القمح اللين والشعير في ثلاثة مراحل من دورة حياة النبات وذلك بتطبيق الإجهاد في 40% من السعة الحقلية.

1-3-1-2 القمح الصلب:

❖ **الإجهاد الأول: مرحلة الصعود**

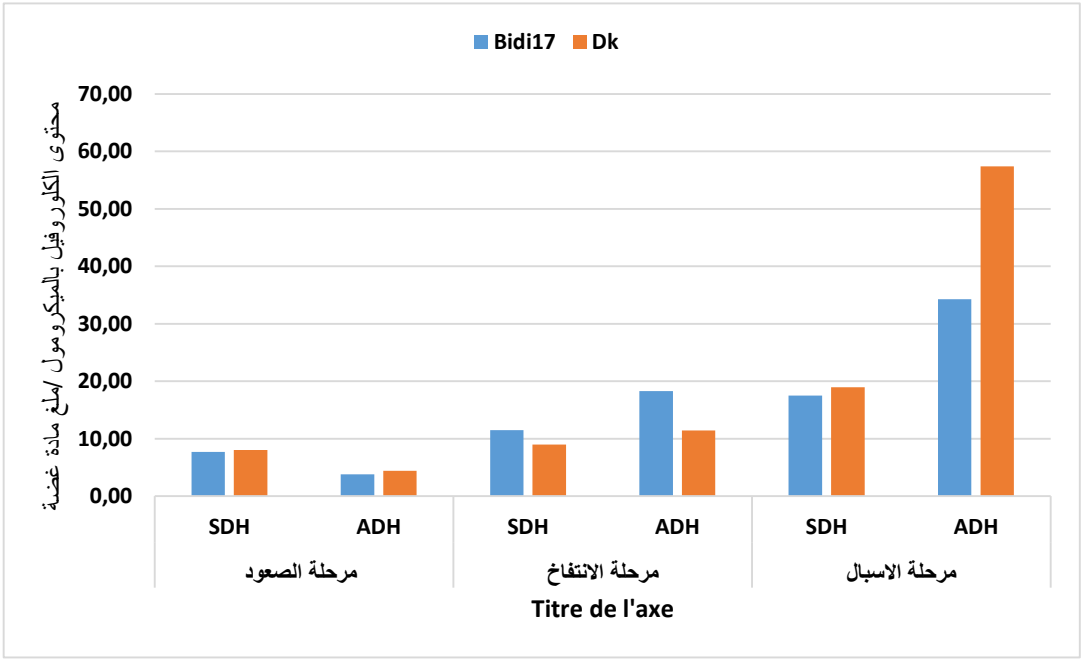
تراوح محتوى السكريات عند النباتات الشاهدة من 0.67±7.69 و0.32±8.04 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Bidi17 وDK على الترتيب. وانخفض محتوى السكريات عند النباتات المجهدة لكلا الصنفين حيث سجل 0.87±3.82 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Bidi17 و1.26±4.45 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند DK.

❖ **الاجهاد الثاني: مرحلة الانتفاخ**

تراوح محتوى السكريات عند النباتات الشاهدة بين 1.94±11.48 و1.08±8.99 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Bidi17 وDK على الترتيب. ارتفع محتواه عند النباتات المجهدة وسجل 0.19±18.27 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Bidi17 و0.45±11.47 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند DK.

❖ **الإجهاد الثالث: مرحلة الاسبال**

سجلت النباتات الشاهدة قيما متقاربة بالنسبة للصنفين فسجل 0.34±17.52 و1.57±18.96 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Bidi17 وDk على الترتيب، أما عند النباتات المجهدة فارتفع محتواه إلى 2مرات تقريبا عند Bidi17 و3مرات عند DK. تراوحت قيمته بين 1.50±34.27 و2.25±57.41 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Bidi17 وDK على الترتيب. (**الشكل III43**)



الشكل III43: محتوى السكريات عند القمح الصلب في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من س.ح.

2-3-1-2. القمح اللين

❖ **الإجهاد الأول: مرحلة الصعود**

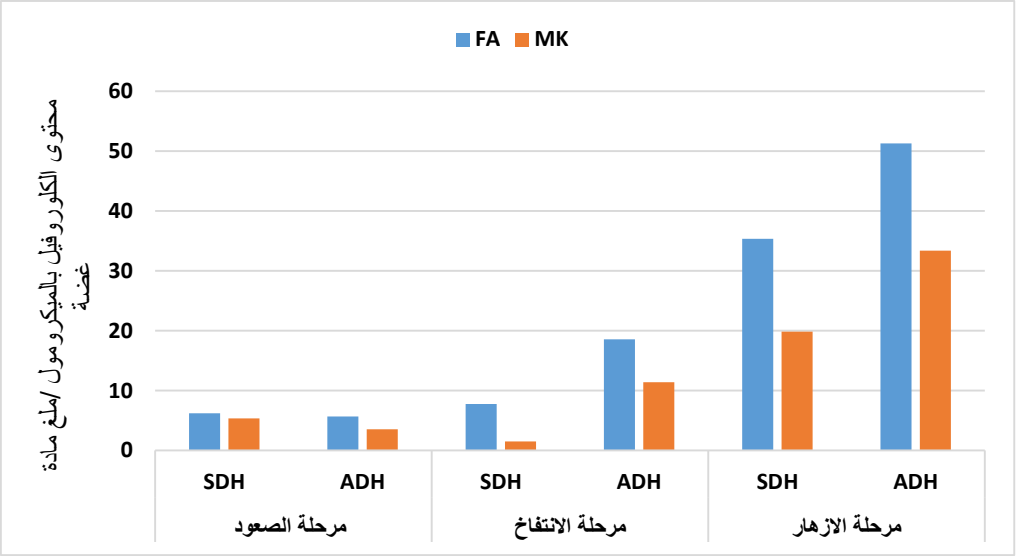
تراوح محتوى السكريات عند أصناف القمح اللين من 0.98±5.33 إلى 0.76±6.2 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من MK وFA على الترتيب بالنسبة للنباتات الشاهدة. انخفض محتواه عند النباتات المجهدة وسجل 0.70±5.69 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند FA و0.63±3.51 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند MK.

❖ **الإجهاد الثاني: مرحلة الانتفاخ**

تراوح محتوى السكريات عند النباتات الشاهدة من 0.76±7.74 إلى 0.38±1.52 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من FA وMK على الترتيب. ارتفع محتواه عند النباتات المجهدة في هذا المستوى من الإجهاد وقدرت قيمته بـ 0.63±18.58 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند FA و0.98±11.42 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند MK.

❖ **الإجهاد الثالث: مرحلة الازهار**

تراوح محتوى السكريات عند النباتات الشاهدة في هذا المستوى من النقص المائي بين 3.38±35.35 و2.08±19.86 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من FA وMK على الترتيب. بالنسبة للنباتات المجهدة ارتفع محتواه مقارنة بالنباتات الشاهدة وقدر بـ 1.13±51.30 و1.91±33.36 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من FA وMK على الترتيب. (**الشكل III44**)



الشكل III44: محتوى السكريات عند القمح اللين في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من السعة الحقلية.

3-3 الشعير:

❖ **الإجهاد الأول: مرحلة الصعود**

تراوح محتوى السكريات عند أصناف الشعير من 1.69±8.19 و0.63±10.6 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Manel وSaida بالنسبة للنباتات الشاهدة. أما عند النباتات المجهدة فارتفع قليلا وسجل 1.20±9.84 و1.79±11.94 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Manel وSaida على التوالي.

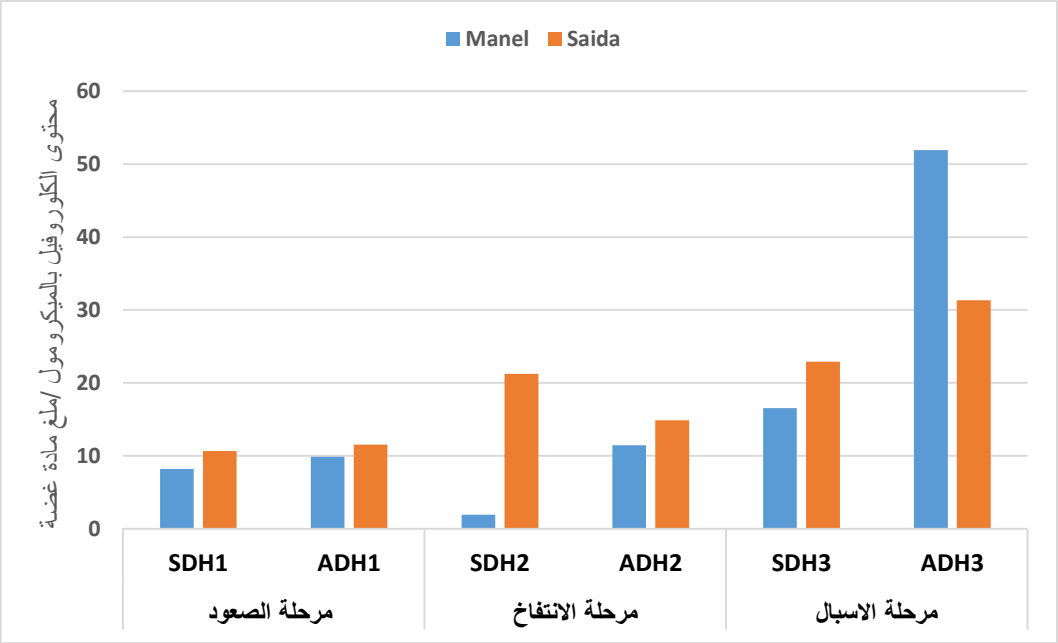
❖ **الإجهاد الثاني: مرحلة الانتفاخ**

تراوح محتوى السكريات عند النباتات الشاهدة من 0.17±1.90 و1.27±21.23 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من Manel وSaida على التوالي، أما بالنسبة للنباتات المجهدة فارتفع عند Manel وسجل

0.75±11.44 ميكرومول/ملغ مادة جافة وانخفض عند Saida وقدر بـ 1.65±14.87 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

❖ **الإجهاد الثالث: مرحلة الاسبال**

تراوح محتوى السكريات من 2.48±16.52 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Manel و0.34±22.90 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Saida بالنسبة للنباتات الشاهدة، أما النباتات المجهدة فسجلت ارتفاع في محتواه قدر بـ 1.34±51.91 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Manel و1.15±31.34 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند Saida. (**الشكل III45**)



الشكل III45: محتوى السكريات عند الشعير في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من السعة الحقلية.

2-2 مناقشة نتائج أعمال الماستر

2-2-1- البرولين

1-1 -القمح الصلب:

1-1-1 الإجهاد الأول: 40% من السعة الحقلية

- **مرحلة الصعود:**

سجل محتوى البرولين للقمح الصلب كميات ضئيلة عند النباتات الغير معرضة للإجهاد في مرحلة الصعود عند نسبة 40% من السعة الحقلية، كما سجل ارتفاعا ملحوظا عند النباتات المعرضة للإجهاد مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد في جميع السنوات (2011، 2012، 2013 و2015)، حيث توافق ما توصل اليه (Stewart,1966) يرتبط تحفيز تراكم البرولين في الأنسجة النباتية بانخفاض أو نقصان الضغط المائي. وبإعادة عملية السقي ينخفض محتوى البرولين عند جميع الأصناف وفي جميع سنوات الدراسة باستثناء سنة 2011 التي لم تتم فيها عملية إعادة السقي، ويواصل في الانخفاض بمواصلة السقي.

- **مرحلة الانتفاخ:**

سلك البرولين نفس السلوك بالنسبة لمرحلة الصعود من حيث التراكم، حيث سجلنا كميات معتبرة لمحتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالشاهدة وقدرت قيمة التضاعف في سنة 2011 من 2-3 مرات، أما في سنة 2012 فقدرت قيمة التضاعف من 34، 89، 114 مرة.

- **مرحلة الإسبال:**

يواصل محتوى البرولين في التصاعد عند جميع الأصناف بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة وهذا في سنيتي الدراسة، وبمجرد إعادة السقي ينخفض محتوى البرولين مباشرة ويواصل في الانخفاض بمواصلة السقي.

2-1-1 الإجهاد الثاني: 25%من السعة الحقلية

عند هذا المستوى من السعة الحقلية تم اختيار مرحلة معينة في كل سنة ومحاولة مراقبة سلوك القمح الصلب ورد فعله امام الإجهاد المطبق.

سجل محتوى البرولين ارتفاعا ملحوظ عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الغير المعرضة للإجهاد وقدرت قيمة التضاعف في مرحلة الانتفاخ (سنة 2013) بين 27، 42.5 و57 مرة عند كل من Hed، Hau وGGR، أما في مرحلة الإسبال (سنة 2015) فقدرت قيمة التضاعف بـ 16 و32 مرة عند كل من GGR وHau اختلفت قيمة التضاعف من صنف لأخر ومن مرحلة إلى أخرى وهي قيم معتبرة، ومن هنا يمكن القول إن تراكم البرولين متعلق بشدة الإجهاد، بمراحل التطور والتنوع الحيوي للأصناف المستعملة. وهذا يوافق ما توصل اليه (Martinez et al.,1996) حيث اعتبر ان خاصية تراكم البرولين عند النباتات المجهدة يمكن اعتبارها غالبا مقياس لتحمل الجفاف حيث يزداد هذا التحمل مع عمر النبات كما هو الحال عند القمح. عند إعادة السقي ينخفض محتوى البرولين وبمواصلة السقي يواصل انخفاض في محتوى البرولين وهذا يتفق مع (Hanchi et al., 1982) حيث أوضح أن هذا التراكم مرتبط بالتغيرات في محتوى الماء الضروري واي نقصان في الماء يحدث تخليق متزايد للبرولين عند النباتات التي لها القدرة على تحمل الجفاف.

3-1-1 الإجهاد الثالث 15%من السعة الحقلية

- **مرحلة الإزهار:**

نفس المسار يسلكه البرولين من ناحية التراكم عند جميع الأصناف وكذلك مقارنة بالأبحاث التي سبقت. لم يتعدى محتوى البرولين عند النباتات الشاهدة 2ميكرومول/ملغ مادة جافة وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Benlaribi et Monneveux, 1980) باعتبارها قيمة قاعدية لظروف السقي العادي وكذلك يتفق مع ما سجله (Navari et al., 1990) عند نبات الذرى حيث بقي محتوى البرولين منخفضا، ونفس النتائج توصلت اليها (Chaib, 1998) و(Malki, 2002) في دراستهم على القمح.

يرتفع محتوى البرولين عند تعريض النبات إلى الإجهاد المائي في هذه المرحلة عند جميع الأصناف وتقدر قيمة التضاعف بـ 4.5، 3.5، 140.5 مرة عند GGR، Hau وHed على الترتيب، وهذا يوافق ما توصل اليه (Adda , 1996) إذ أبرز أن تأثير النقص المائي يكون شديدا في مرحلة (الصعود والإزهار). ينخفض محتوى البرولين عند إعادة السقي ويواصل الانخفاض بمواصلة السقي وها يوافق ما توصل اليه (Monneveux et Nemmar , 1986) أن التراكم لا يرتبط بمرحلة معينة إنما هو ناتج عن شدة الإجهاد.

2-1-القمح اللين

1-2-1 الإجهاد الأول: 40% من السعة الحقلية

- **مرحلة الصعود:**

سجلت النباتات الشاهدة للقمح اللين قيم ضئيلة من البرولين في السنوات (2011، 2012 و2013) بحيث لم تتعدى 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند جميع الأصناف (Benlaribi et Monneveux, 1988)، باستثناء سنة 2015 اين سجل ارتفاع في محتوى البرولين للنباتات الشاهدة مقارنة بالسنوات الأخرى وهذا يمكن ارجاعه لحالة مرضية قد يكون تعرض اليها النبات اثناء التجربة حيث أكد بعض الباحثين مثل (Hanson et al., 1977) على أنه راجع لحالة مرضية. ارتفع محتوى البرولين للقمح اللين عند النباتات المعرضة للإجهاد في جميع السنوات حيث سجلنا قيم تضاعف تراوحت من 2 مرات إلى 28.5 مرة سجلت عند الصنفينFA وMD كأدنى وأعلى قيمة للتضاعف على الترتيب.

عند إعادة السقي بالنسبة للسنوات 2012، 2013 و2015 انخفض محتوى البرولين عند جميع الأصناف للقمح اللين وبمواصلة السقي واصل محتوى البرولين في الانخفاض وهذا يوافق ما توصل اليه (Stewart, 1966) و(Belabed et al, 1999)، يرتبط تحفيز تراكم البرولين في الأنسجة النباتية بانخفاض الضغط المائي.

في هذه المرحلة وعند هذه النسبة من النقص المائي نجد أن الصنف MD رآكم كمية معتبرة من البرولين مقارنة بالأصناف الأخرى ويليه الصنف MK ثم Fa بأقل نسبة للتضاعف، حسب (Zarafa, 2006) الأنماط المتحملة تراكم أكبر نسبة للبرولين والأنماط الحساسة تراكم نسبة قليلة.

- **مرحلة الانتفاخ:**

سجلت النباتات الشاهدة في هذه المرحلة قيم مرتفعة من محتوى البرولين بالنسبة لسنة 2011 مقارنة بالنباتات الشاهدة لمرحلة الصعود، أما في سنة 2012 لوحظ انخفاض في محتوى البرولين عند الصنف FA وارتفاع طفيف عند الصنف MK بالنسبة للنباتات الشاهدة لهذه المرحلة مقارنة بالنباتات الشاهدة لمرحلة الصعود لكن لم تتعدى هذه النسب 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة (Benlaribi et Monneveux, 1998) للقمح الصلب، أما النباتات المجهدة فسجلت ارتفاع في محتوى البرولين عند جميع الأصناف مقارنة بالنباتات الشاهدة حيث سجلت قيم تضاعف بين 1مرة و43 مرة، سجلت أكبر قيمة للتضاعف عند MD وأقل قيمة عند MK.

يعمل الإجهاد المائي على رفع نسبة البرولين حيث تختلف نسبة هذا الحمض من صنف إلى أخر ومن مرحلة إلى أخرى وهذا مرتبط مع متطلبات النبات. يوجد فرق كبير بين نتائج سنة 2011 ونتائج سنة 2012 في قيمة التضاعف بالنسبة لنفس الأصناف، (نفس المرحلة ونفس السعة الحقلية).

- **مرحلة الإسبال:**

بالنسبة لهذه المرحلة سجلت النباتات الشاهدة قيم منخفضة لمحتوى البرولين لكن مقارنة بالنباتات الشاهدة للمراحل السابقة ارتفع محتوى البرولين قليلا، أما بالنسبة للنباتات المجهدة ارتفع محتواه وقدرت قيمة التضاعف من 4.5 مرة إلى 33مرة عند FA وMD.

1-2-2-الاجهاد الثاني: 25% من السعة الحقلية

مرحلة الإسبال: تم تطبيق الإجهاد في مرحلة الاسبال بالنسبة للسنتين (2013 و2015)

سجلت النباتات الشاهدة قيم ضئيلة لمحتوى البرولين في السنتين عند جميع الأصناف، ارتفع محتواه عند النباتات المجهدة خلال السنتين وسجل قيما عظمى للتضاعف تراوحت من 12.5 إلى 256 مرة عند MD وFA على التوالي، وعند إعادة السقي للمرة الأولى والثانية انخفض محتوى البرولين عند جميع الأصناف بالنسبة للسنتين.

1-2-3- الإجهاد الثالث: 15% من السعة الحقلية

مرحلة نهاية الامتلاء –بداية النضج:

في هذه المرحلة سجلت النباتات الشاهدة قيم ضئيلة من محتوى البرولين وارتفع محتواه عند النباتات المجهدة حيث قدرت قيمة التضاعف بـ: 1.5 مرة، 2 مرة و9 مرات عند كل من MD، FA وMK على الترتيب. انخفض محتوى البرولين عند إعادة السقي للمرة الأولى وواصلة الانخفاض عند مواصلة السقي. وهذا ما يتفق مع (Monneveux et Nemmar, 1986) حيث أوضح أن التراكم لا يرتبط بمرحلة معينة انما هو ناتج عن شدة الإجهاد. في هذه المرحلة الصنف MK هو الأكثر مقاومة للإجهاد المائي بتسجيله أكبر قيمة للتضاعف مقارنة بالأصناف الأخرى.

1-3-الشعير

1-3-1 الإجهاد الأول: 40% من السعة الحقلية

مرحلة الصعود:

سجلت النباتات الشاهدة قيم ضئيلة لمحتوى البرولين عند جميع الأصناف وفي جميع السنوات باستثناء الصنف Manel حيث قدرت قيمته بـ 15.22ميكرومول/ملغ مادة جافة وارتفع محتوى البرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي، تراوحت قيمة التضاعف من 2مرة إلى 52 مرة.

سجلت الأصناف Rihane، Jaidor، Saida أعلى قيمة للتضاعف في سنة 2012 وهذه النتائج تتفق مع نتائج التي تحصل عليها (Palfi et al., 1974) عند تعريض نبات الشعير للجفاف حيث بلغ تضاعف محتوى البرولين 47 مرة. ينخفض محتوى البرولين بإعادة السقي عند جميع الباحثين ثم يواصل في الانخفاض بمواصلة السقي.

بينت العديد من الدراسات أن تراكم البرولين لا يحدث الا 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 تلك النتائج توصل اليها (Bamoun, 1997) و(Adjab et Khezane, 1998) فارتفاع محتوى البرولين هو استجابة وقائية للنباتات تجاه كل العوامل التي تخفض نسبة الماء في الخلايا.

في مرحلة الإسبال ارتفع محتوى البرولين قليلا بالنسبة للنباتات الشاهدة مقارنة بمرحلة الصعود، كما سجلنا ارتفاع في محتواه بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة وسجل قيما للتضاعف قدرت بـ 38 مرة، 35 مرة و31 مرة بالنسبة لسنة 2012 عند Jaidor، Saida وRihane لكن سنة 2011 لم يسجل تضاعف كبير حيث تراوحت قيمه بين 2 مرة عند Manel ومرة عند Saida.

أما فيما يخص مرحلة بداية الإزهار فسلكت نفس السلوك بالنسبة لمرحلة الإسبال وسجلت قيم تضاعف بـ 39 مرة، 53 مرة و126 مرة عند Saida، Jaidor وRihane بالنسبة لسنة 2012 وهي قيم عظمى مقارنة بسنة 2011 اين سجلت Saida 1.5 مرة و3مرات عند Manel. عند إعادة السقي انخفض محتوى البرولين ثم واصل في الانخفاض بمواصلة السقي عند جميع الأصناف.

يعتبر الصنف Rihane في هذه المرحلة أكثر مقاومة مقارنة بالأصناف الأخرى وذلك بتسجيله أكبر قيمة للتضاعف.

1-3-2 الإجهاد الثاني: 25% من السعة الحقلية
مرحلة بداية الإسبال:

سجلت النباتات الشاهدة للأصناف الشعير قيما قليلة من محتوى البرولين في هذه المرحلة عند السنتين حيث لم تتعدى هذه القيم 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Benlaribi et Monneveux, 1988)، سجلت النباتات المتعرضة للإجهاد ارتفاعا في قيمة البرولين عند جميع الأصناف في السنتين (2013 و2015) حيث بلغت قيمة التضاعف من 24 مرة إلى 62 مرة، وأعلى قيمة للتضاعف سجلت عند Jaidor. فيما يخص إعادة السقي فلوحظ انخفاض محتوى البرولين عند جميع أصناف الشعير.

1-3-3 الإجهاد الثالث: 15% من السعة الحقلية

مرحلة نهاية الامتلاء –بداية النضج:

سجلت النباتات الشاهدة للأصناف الشعير في هذه المرحلة قيما تعدت 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة وهذا يختلف مع ما سجله (Benlaribi et Monneuveux, 1988)، ارتفع محتوى البرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد مسجلتا قيم تضاعف بـ 4 مرات بالنسبة لـ Saida و2 مرة بالنسبة لـ Rihane وJaidor، انخفض محتوى البرولين عند جميع الأصناف عند إعادة السقي وواصل في الانخفاض بمواصلة السقي.

سلكت أصناف الشعير نفس السلوك عند تعرضها للإجهاد المائي من حيث تراكم البرولين وكذلك عند إعادة السقي في جميع السنوات مع اختلاف في كمية البرولين المتراكمة (من صنف إلى أخر ومن سنة إلى سنة ومن مرحلة إلى مرحلة). حسب (Acevedo et Cecarelli,1989) تراكم البرولين عند النباتات المجهدة يعتبر عاملا محددا لتأثير الإجهاد المائي، كما أعتبر مؤشرا على التأقلم مع اجهاد معين (برودة، ملوحة او اجهاد مائي)، ذلك لأن البرولين يحافظ على ضغط حلولي خلوي مرتفع (Cheeseman, 1988)، كما أن تراكم البرولين عند القمح غير مرتبط بمرحلة معينة من النمو انما هو ناتج عن الإجهاد المائي (Monneveux et Nemmar, 1986).

سجلت أكبر كمية للبرولين في الإجهاد الثاني (مرحلة الإسبال) عند الشعير، وسجلت المرحلة الأولى والأخيرة قيم أكبر من 2 ميكرومول/ملغ مادة جافة بالنسبة للنباتات الشاهدة بسبب تعرض النباتات للفطريات في مرحلة الصعود والحرارة المرتفعة بالنسبة لمرحلة الامتلاء –بداية النضج فتعاملت معها النباتات على انها نقص مائي وبذلك كانت زيادة تراكم للبرولين وهذا يوافق مع ما توصل اليه (Chaniqui, 2002).

2-2-2 الكلوروفيل

✓ **القمح الصلب:**

سلكت النباتات الشاهدة والمجهدة نفس السلوك، حيث سجلت نفس القيم تقريبا ولم يتغير السلوك من مرحلة إلى أخرى، فقط سجل ارتفاع في محتوى الكلوروفيل من مرحلة الانتفاخ إلى مرحلة الإسبال عند نفس السعة الحقلية. بتعريض النباتات لإعادة السقي للمرة الأولى انخفض محتوى الكلوروفيل وعند مواصلة السقي سجلنا ارتفاع في محتوى الكلوروفيل.

عند 25% من السعة الحقلية سجل محتوى الكلوروفيل تقريبا نفس القيم عند جميع الأصناف المدروسة وعند جميع المعاملات لكن عند تعريضه للسقي للمرة الثانية انخفض محتواه. فيما يخص الإجهاد الثالث (15%) نفس السلوك سلكه بالنسبة للإجهاد الثاني لكن هنا انخفض محتوى الكلوروفيل عند إعادة السقي للمرة الأولى وواصل الانخفاض للمرة الثانية، فيما يخص الصنف GGR انخفض محتواه من الكلوروفيل في المعاملة بعد إعادة السقي للمرة الثانية عند السعة الحقلية 25% وسجل ارتفاع طفيف عند 15% من السعة الحقلية عند نفس المعاملة. توجد علاقة سلبية بين محتوى الكلوروفيل وشدة النقص المائي، حسب (Heller, 1998) النقص المائي يحد من نشاط التمثيل الضوئي عن طريق تخفيض محتوى الكلوروفيل، تناقص محتوى الكلوروفيل ناتج اما عن تحلل البروتينات او عن طريق منع تخليقه. وحسب (Korson and Marniville, 1994) زيادة الجفاف الشديد يؤدي إلى انخفاض محتوى تركيز الكلوروفيل في أوراق نبات القمح الصلب ويزيد نتيجة تقلص حجم خلايا الورقة تحت تأثير الإجهاد المائي الذي يؤدي إلى زيادة تركيز محتوى الكلوروفيل (Siakhène, 1984).

✓ **القمح اللين:**

سلكت النباتات الشاهدة والمجهدة في مرحلة الصعود عند نسبة (40%) نفس السلوك في السنتين (2011 و2013) أما في سنة 2015 سجلنا انخفاض في محتوى الكلوروفيل بالنسبة للنباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة وواصل الانخفاض بعد إعادة السقي الأول، أما عند إعادة السقي للمرة الثانية سجل ارتفاع في محتوى الكلوروفيل عند الصنفين.

في مرحلتي الانتفاخ والازهار وعند نفس السعة الحقلية (40%) سلكت النباتات المجهدة نفس السلوك وذلك بانخفاض في محتوى الكلوروفيل مقارنة بالنباتات الشاهدة. سجل ارتفاع في محتوى الكلوروفيل في مرحلة الازهار مقارنة بمرحلة الانتفاخ.

عند نسبة 25% من السعة الحقلية وعند مرحلة الاسبال للسنتين، سجلت النباتات الشاهدة والمجهدة نفس القيم تقريبا من محتوى الكلوروفيل بالنسبة لسنة 2013 اما في سنة 2015 سجل انخفاض في محتواه عند النباتات المجهدة مقارنة بالشاهدة وهذا يوافق ما توصل اليه (Hireche, 2006) في دراسة على نبات Luzerne أنه خفض محتواه من الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد المائي، وعند إعادة السقي للمرة الأولى سجلنا انخفاض قليل في محتوى الكلوروفيل بالنسبة لسنة 2013، وارتفع محتواه في سنة 2015. عند إعادة السقي للمرة الثانية ارتفع محتواه قليلا في سنة 2013 وانخفض عند سنة 2015، السبب في انخفاض محتوى الكلوروفيل هو التقليل من عملية فتح الثغور للحد من فقد الماء عن طريق النتح فبانخفاض الكلوروفيل تتوقف عملية التمثيل الضوئي (Bousba et al., 2009). وهذا الاختلاف يمكن ارجاعه إلى الظروف (البيئية او المرضية) التي مرت بها التجربة.

عند نسبة 15% من السعة الحقلية (مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج) سجلت قيما متقاربة عند النباتات الشاهدة وارتفع محتوى الكلوروفيل عند النباتات المجهدة. نفس السلوك اتبعه عند إعادة السقي للمرة الأولى حيث انخفض محتواه وواصل في الانخفاض عند السقي للمرة الثانية.

وفي دراسة قام بها (Tahri et al., 1997) على 3 أصناف من القمح الصلب المعرضة للإجهاد المائي وجد أنه بتراكم البرولين يتناقص محتوى الكلوروفيل مع زيادة شدة النقص المائي. محتوى الكلوروفيل يمكن أن يتغير بعدة عوامل، عمر الورقة، وضعية الورقة والعوامل البيئية كالضوء والحرارة والماء المتاح، فهذه العوامل تحدد نسبة الكلوروفيل الكلي فتكون متباينة من صنف إلى أخر (Hiskosaka et al., 2008).

- ✓ **الشعير:**

عند 40% من السعة الحقلية وفي مرحلة الصعود ارتفع محتوى الكلوروفيل قليلا بالنسبة للنباتات المجهدة، قدرت قيمة التضاعف بـ 1مرة عند الصنفين بالنسبة لسنة 2011، في سنة 2013 سجلنا انخفاض عند Jaidor وارتفاع عند Saida وRihane، أما في سنة 2015 ارتفع محتواه عند Manel وانخفض عند Saida.

عند إعادة السقي للمرة الأولى ارتفع عند Jaidor وانخفض عند Manel، Saida وRihane، أما عند إعادة السقي للمرة الثانية ارتفع عند جميع الأصناف. سجل الصنف Manel أكبر قيمة لمحتوى الكلوروفيل بـ 3مرات مقارنة بمعاملة السقي للمرة الأولى والشاهد.

في مرحلة الانتفاخ عند نفس السعة الحقلية انخفض قليلا محتوى الكلوروفيل عند الصنف Manel وارتفع عند الصنف saida. اما بالنسبة لمرحلة الاسبال فانخفض محتواه عند الصنفين.

عند هذه النسبة من السعة الحقلية سجل أكبر قيمة لمحتوى الكلوروفيل عند مرحلة الاسبال ثم الصعود، وتليهم مرحلة الانتفاخ بأقل قيمة.

عند 25 % من السعة الحقلية انخفض محتواه عند النباتات المجهدة وعند إعادة السقي للمرة الأولى، بينما ارتفع عند السقي للمرة الثانية بالنسبة لسنة 2013 عند جميع الأصناف أما بالنسبة لسنة 2015 فسجل العكس مقارنة بسنة 2013.

عند نسبة 15% من السعة الحقلية انخفض محتوى الكلوروفيل عند النباتات المجهدة بالنسبة للصنف Saida وارتفع عند Jaidor وRihane، عند السقي للمرة الأولى والثانية انخفض محتواه عند جميع الأصناف. الصنف Saida عند معايرة البرولين ارتفعت قيمته عند النباتات المجهدة، بينما عند الكلوروفيل انخفض محتواه وهذا يوافق ما توصل اليه (Tahri et al., 1998)، حيث وجد أن تراكم البرولين والكلوروفيل الكلي في علاقة عكسية عند تعرض النبات للإجهاد المائي.

2-2-3-السكريات: (40% من السعة الحقلية)

سلك القمح الصلب والقمح اللين نفس مسار التراكم للسكريات حيث انخفض محتواه عند النباتات المجهدة لكلا الصنفين عند مرحلة الصعود، وارتفع محتواه في مرحلة الانتفاخ ومرحلة الاسبال بالنسبة للقمح الصلب والازهار بالنسبة للقمح اللين.

تراكم السكريات الذائبة يختلف باختلاف الأصناف والاستجابة للنقص المائي وهذا ما توصل اليه (Benlaribi et Mounneveux, 1988) حسب (Hireche, 2006) السكريات تحمي الأغشية ضد الجفاف تحت ظروف الإجهاد المائي بحيث تشارك بكمية كبيرة في تخفيض الضغط الأسموزي عند القمح. النباتات المجهدة تقاوم بزيادة

كمية السكريات داخل خلاياها، هذه الزيادة هي في الحقيقة تأكيد لنتائج الباحثين الذين اثبتوا أن النقص المائي سبب تراكمات مهمة من السكريات داخل الأوراق (Zerrad et al., 2006) وهذا يوافق النتائج المتحصل عليها هنا إذ سجلنا أن الصنف Dk عند القمح الصلب وFA عند القمح اللين سجلوا أكبر قيمة لمحتوى السكريات، إذا هم الأصناف الأكثر مقاومة.

اما فيما يخص الشعير فارتفع محتواه عند مرحلة الصعود بالنسبة للصنفين، بينما عند مرحلة الانتفاخ ارتفع عند صنف Manel وانخفض عند Saida، عند مرحلة الاسبال ارتفع محتوى السكريات من جديد. تراكم السكريات هي عملية تقوم بها النباتات لتقاوم الإجهاد، لتتأقلم مع اضطرابات الوسط (Mouellef, 2010).

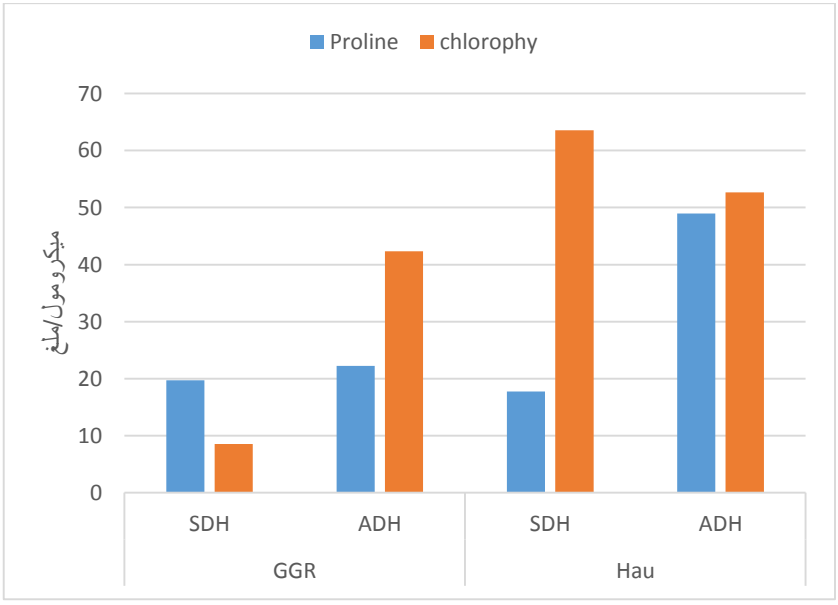
عند الشعير الصنف Manel سجل أكبر قيمة لمحتوى السكريات إذا هو الصنف الأكثر مقاومة.

حسب (Laala, 2010)، المنظمات الأسموزية المهمة التي تتراكم عند النجيليات تحت ظروف النقص المائي هم السكريات الذائبة والبرولين وهذه المنظمات تلعب دورا هاما في التنظيم الأسموزي وتأقلم النبات مع النقص المائي.

سجلت زيادة معتبرة في كل من البرولين والسكريات بمجرد تعرض النبات للنقص المائي، بينما يتناقص محتوى الكلوروفيل كلما كانت شدة الإجهاد كبيرة وعليه فإن العلاقة بين البرولين والسكريات والكلوروفيل تعتبر علاقة عكسية في ظل الإجهاد المائي.

❖ العلاقة بين البرولين والكلوروفيل

سجل الصنف GGR ارتفاع طفيف من محتوى البرولين عند النباتات المجهدة مقارنة بالنباتات الشاهدة وعلى العكس سجل نفس الصنف كمية مميزة من محتوى الكلوروفيل قدرت قيمة التضاعف بـ 5مرات مقارنة بالنباتات الشاهدة. أما الصنف Hau فقد رآكم محتوى أكبر من الكلوروفيل عند النباتات الشاهدة وانخفض محتواه عند النباتات المجهدة عكس البرولين الذي سجل ارتفاع في محتواه عند النباتات المجهدة. توجد علاقة عكسية بين البرولين والكلوروفيل عند تعرض النبات إلى الإجهاد المائي حسب (Tahri et al., 1997). (**الشكل III46**)



الشكل III46: العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل عند صنفين من القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية.

ملاحظة: وتجرى الأعمال حاليا لتحضير رسالة دكتوراه LMD مع طالبة الدكتوراه مرابطة سارة لتوضيح العلاقة بين البرولين والكلوروفيل والتفسير الإنزيمي لتراكم كل مؤشر مع تفسير العلاقة بينهما.

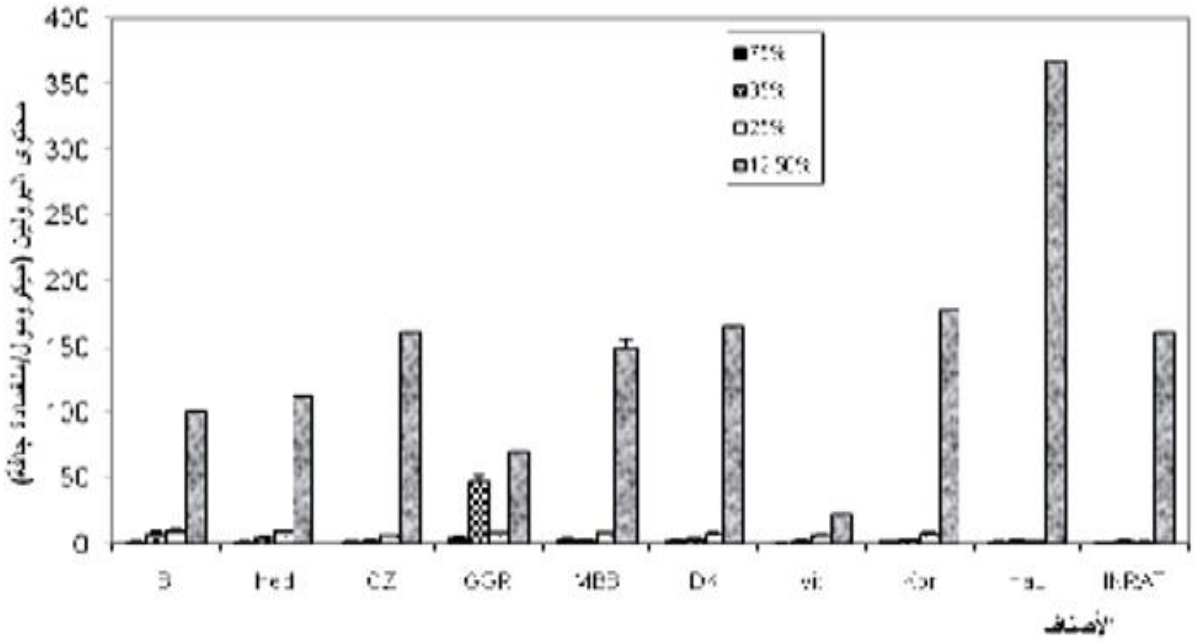
3- رسالة دكتوراه

❖ **الدراسة البيوكميائية**

3-1- تقدير محتوى البرولين عند الأباء في وقت مبكر من دورة الحياة

تم تقدير محتوى البرولين عند 10 أباء عند درجات مختلفة من النقص المائي 50%، 37,5%، 25%، 12,5% من السعة الحقلية عند وقت مبكر من حياة النبات أي عند مرحلة ورقتين إلى أربع ورقات وأمكن استنباط 3 مجموعات:

- مجموعة تراكم كميات عالية من البرولين تتمثل في الأصناف Hau, Kor, DK, OZ, INRAT و MBB
- مجموعة تراكم كميات قليلة من البرولين تمثل في الأصناف GGR, Vit.
- مجموعة وسطية تتمثل في الأصناف Hedba, Bid.(الشكلIII 47).



الشكل III 47: محتوى البرولين في الصف الورقي التالث والرابع لعشرة أصناف من القمح الصلب عند محتلف درجات نقص الماء

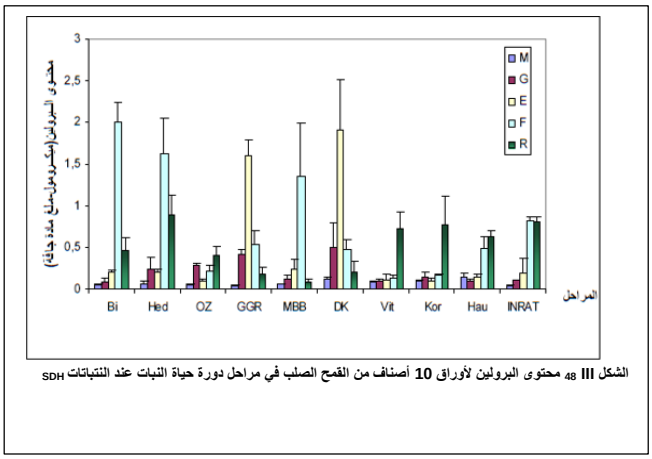
3-2 تقدير محتوى البرولين عند الأباء خلال مراحل دورة حياة النبات:

تم تقدير محتوى البرولين عند الأباء خلال مراحل دورة حياة النبات تحت مستويين من الاجهاد المائي 50% من السعة الحقلية (ADH) و25% من السعة الحقلية (SDH).

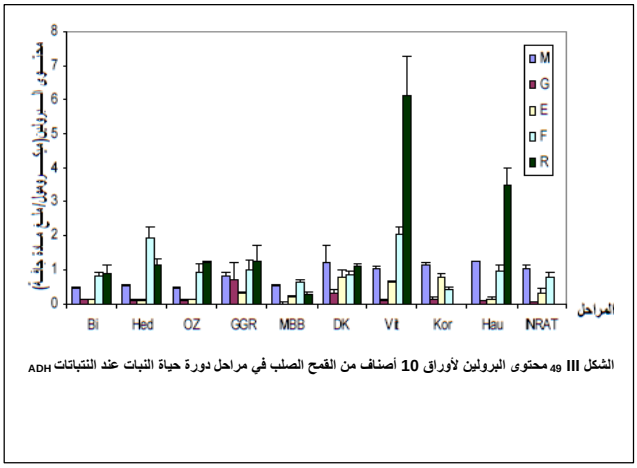
توضح النتائج المتحصل عليها على وجود تباين بين الأصناف المدروسة مما يوحي بتنوع حيوي استجابة للنقص المائي مما سمح بتقسيم الأصناف إلى ثلاثة فئات.

- فئة تراكم كميات معتبرة من البرولين: فترون.
- فئة تراكم كميات قليلة من البرولين: Bi, INRAT, OZ, MBB, Kor
- فئة وسيطة تراكم كميات متوسطة من البرولين: Dk, GGR, Hed, Hau

كون هذا التراكم مميزا جدا في مرحلتي الامتلاء والازهار، معتبرا في مرحلتي الصعود والاسبال وضعيفا في مرحلة الانتفاخ.**(الشكل III 48) و(الشكل III 49)**



الشكل III 48 محتوى البرولين لأوراق 10 أصناف من القمح الصلب في مراحل دورة حياة النبات عند النتباتات SDH



الشكل III 49 محتوى البرولين لأوراق 10 أصناف من القمح الصلب في مراحل دورة حياة النبات عند النتباتات ADH

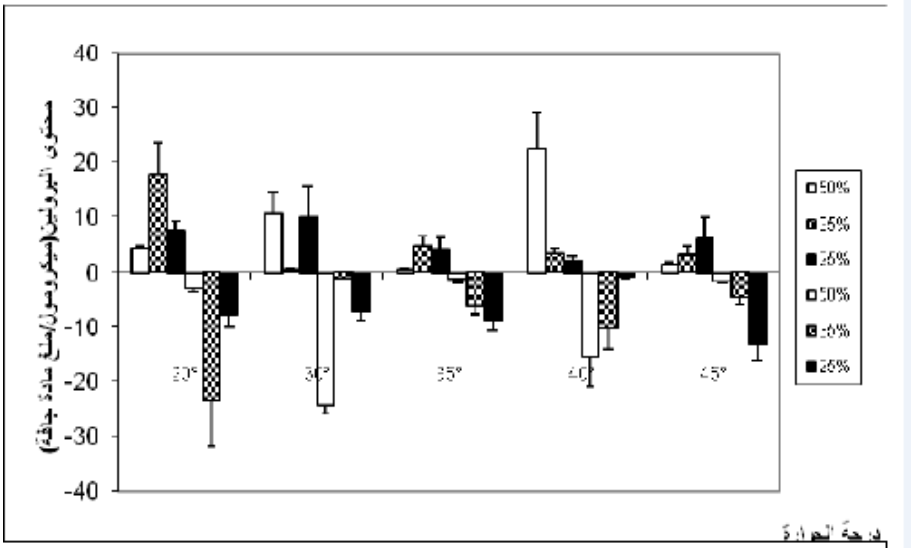
3-3- التداخل بين نقص الماء ،عامل الحرارة و الإضاءة

لتحديد شروط التراكم تم الدمج بين كل من عامل نقص الماء وعامل الحرارة والإضاءة حيث تم تقدير محتوى البرولين عند صنفين ممثلين: الصنف هدبة متذبذب بين القليل إلى متوسط التراكم والصنف واد زناتي الكثير التراكم للبرولين لمعرفة مدى تأثر كلا الصنفين تحت هذه العوامل مجتمعة معا، عند مرحلة أربع ورقات عند درجات النقص المائي 50%، 37,5%، 25%، و12,5% من السعة الحقلية.

3-3-1- المعاملة الحرارية

بعد تحديد درجة نقص الماء تتم المعاملة الحرارية بوضع الأصص المخصصة للمعايرة لكل مستوى من مستويات النقص المائي داخل الحاضنة لمدة 4 ساعات تحت درجات الحرارة المختلفة 30°، 35°، 40° و45°

في حين تكون درجة حرارة النباتات الشاهدة تمثل درجة حرارة غرفة الزراعة (20±2°).(الشكل III 50)

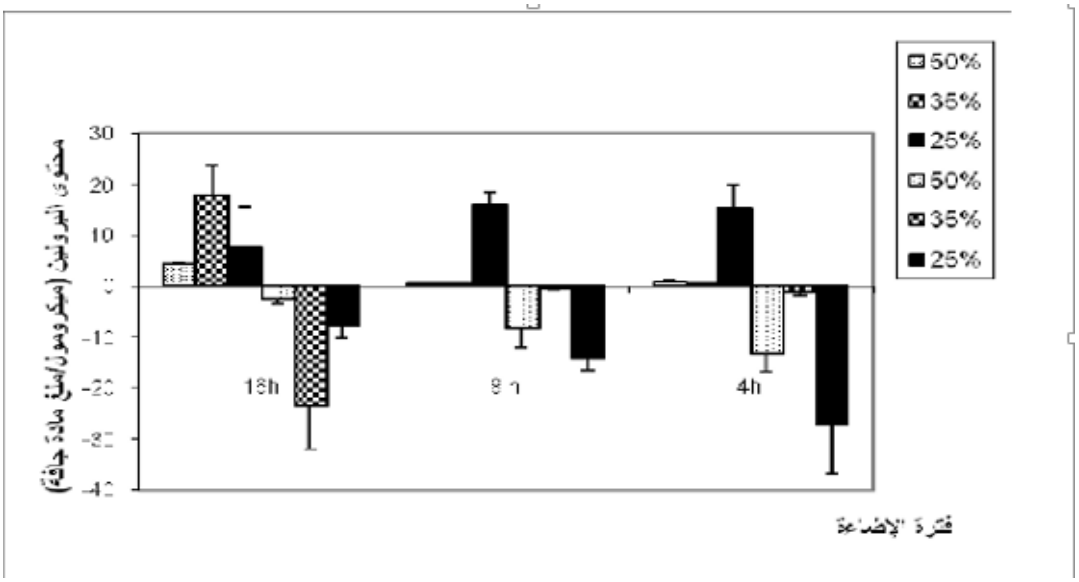


الشكلIII 50 محتوى البرولين عند مختلف درجات النقص المائي تحت مختلف درجات الحرارة عند أوراق القمح الصلب.

2-3-3- المعاملة بفترات الإضاءة

عند الوصول للسعة الحقلية المحددة لدرجة نقص الماء، نضع الأصص في مكان مظلم مغطى ببلاستيك اسود لمدة 16 ساعة و20 ساعة في حين تكون مدة ظلام النباتات الشاهدة 8 ساعات.مما يعادل فترة إضاءة تقدر بـ 4 سا، 8 سا و16 سا.

من خلال الدراسة الإحصائية لا يبدو اختلافا كبيرا في سلوك الصنفين حياز نقص الماء في وسط النمو ، خلال دمج العوامل مجتمعة نقص الماء و الحرارة إلا انه عندما نأخذ كل درجة حرارة على حدى يمكننا ملاحظة تأثير نقص الماء على تراكم البرولين عند كلا الصنفين حيث كلما نقص الماء في وسط النمو زادت كمية البرولين داخل النبات.(الشكل III 51)



الشكلIII 51 : محتوى البرولين عند مختلف درجات النقص المائي مع المعاملة بفترات الإضاءة عند أوراق القمح الصلب

رتبت مراحل نقص الماء كالآتي: 50%< 25% < 35% و لدرجات الحرارة تأثير على تراكم البرولين عند صنفي هدبة و واد الزناتي حيث تدمج درجة الحرارة 20°م ، 40°م و 30°م في مجموعة واحدة و درجتي 35°م و 45°م في مجموعة ثانية.

في حين لا يلاحظ اختلاف بين درجات نقص الماء المختلفة أي كلا الصنفين يسلكان نفس السلوك في اى مرحلة من مراحل نقص الماء، لكن يلاحظ تداخلا شديدا بين السعات الحقلية الثلاث ودرجات الحرارة المختلفة كما يلاحظ تداخل معنوي كبير بين العوامل الثلاث : الصنف ، السعة الحقلية ، درجة الحرارة المختلفة.

أما بالنسبة لتأثير الظلام وجود فرق معنوي لتأثير نوع الصنف وفرق معنوي جدا لتأثير درجة الحرارة و كذلك التداخل بين نقص الماء و درجة الحرارة، التداخل بين الصنف ودرجة الحرارة ثم فرق معنوي لتداخل العوامل الثلاث.

وعلى هذا الأساس واعتمادا على مقارنة المتوسطات وفقا لأصغر مدى معنوي، يوجد اختلاف في سلوك الصنفين تحت نقص الماء مع التدرج في فترات الإضاءة.

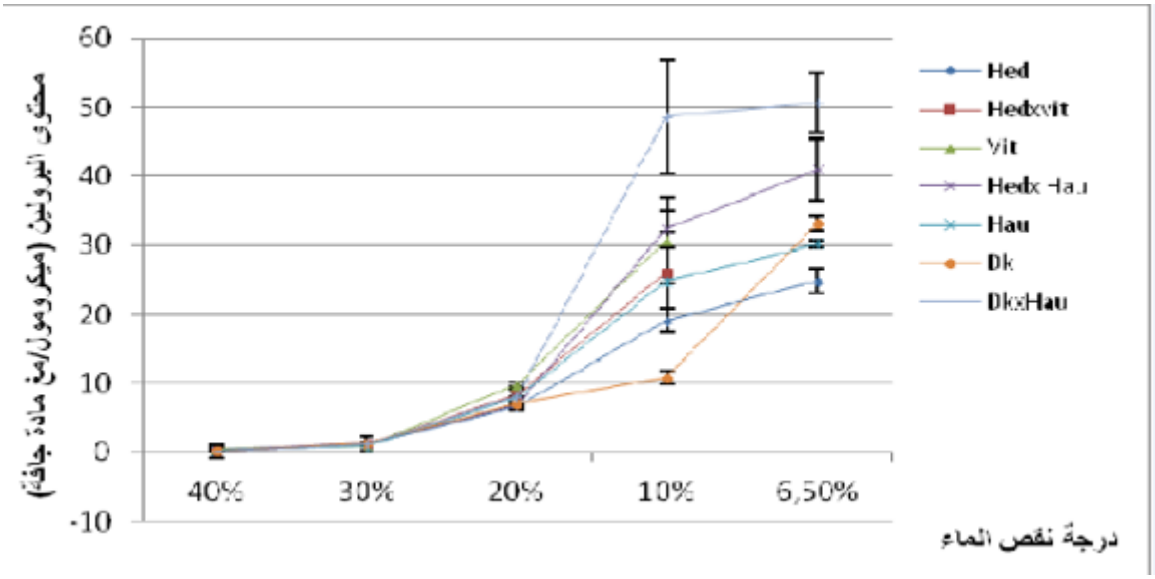
3-4- تراكم البرولين عند الجيل الأول

بهدف معرفة تأثير نقص الماء و مدى انتقال صفة التراكم إلى الأجيال، تمت الدراسة على مجموعة الهجن التى أعطت بذور كافية مع أبائها (أباء و أفراد الجيل الأول) معرضة لظروف نصف مراقبة تحت مختلف درجات نقص الماء 40%، 30 ، 20%، 10% و 6.5% من السعة الحقلية عند مرحلة أربعة أوراق.

القياسات المتبعة هي معايرة البرولين و قياس المقاومة الثغرية مع حساب درجة الهجين. توضح النتائج وجود علاقة ارتباط ايجابية بين المقاومة الثغرية، تراكم البرولين و مختلف درجات نقص الماء.

ترواح محتوى البرولين تحت الشدة العالية من الجفاف6.5 % من 96 إلى 246 مرة القيمة الأساسية عند 40% من السعة الحقلية. بلغ محتوى التراكم 723 مرة عند الهجين Dk x Hau . سجلت نسب البرولين الأكثر اعتبارا عند هجن الجيل الأول في حين سجل الآباء قيما وسطية.

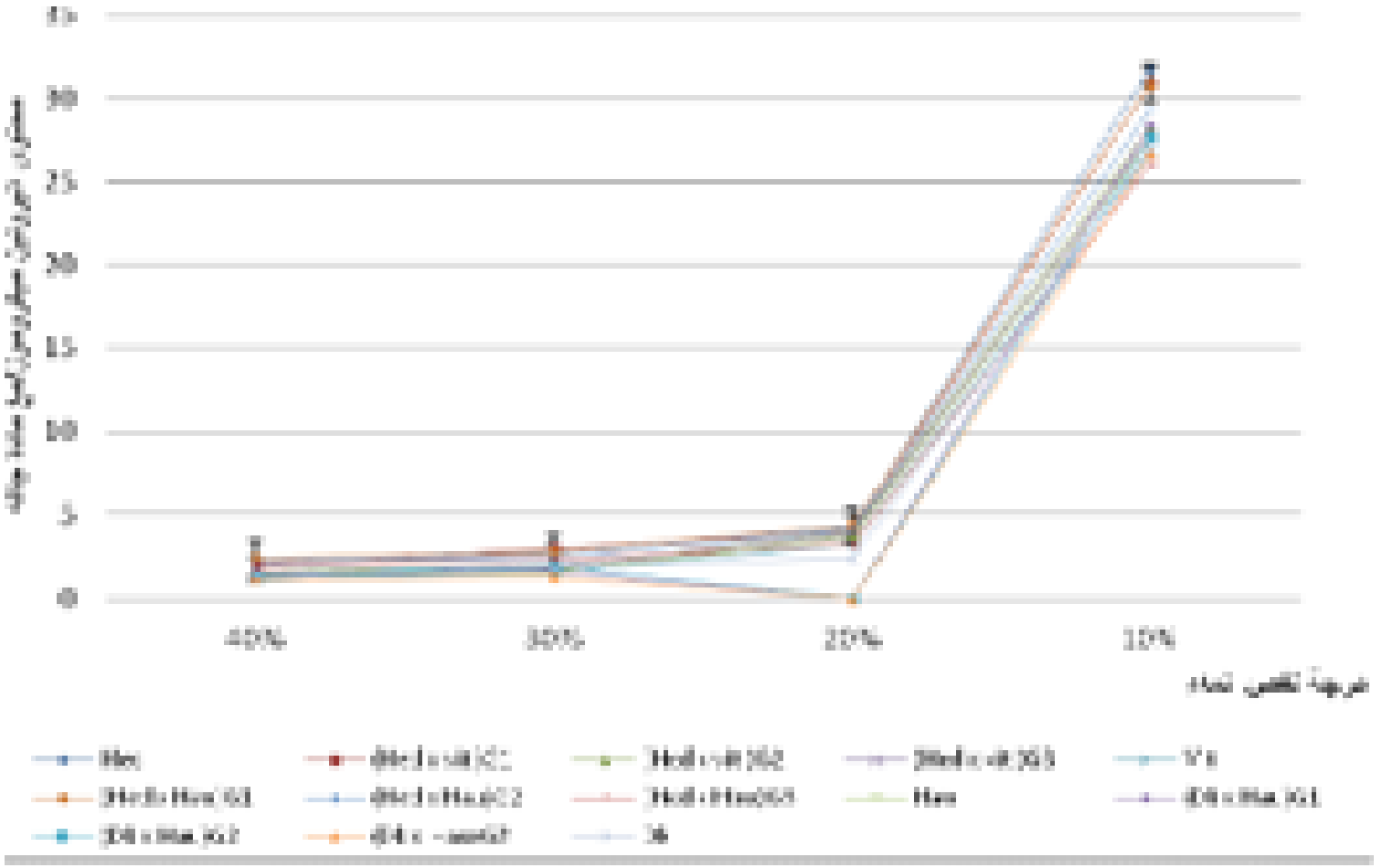
تتجلى درجة التراكم بوضوح عند أفراد الجيل الأول. ويبدو أن سلوك الأصناف لا يرتبط بسلوك فيزيولوجي معين معزول عن الصنف لكنه يرتبط بإستراتجية تشمل العديد من آليات التحمل أو التجنب للمشكل المائي.(الشكل III 52)



الشكل III52 : تطور محتوى البرولين في أوراق سبعة أصناف من القمح الصلب (أباء وهجن F_1) عند مختلف المعاملات المائية

3-5- تراكم البرولين عند الجيل الثاني

تم كذلك دراسة التراكم عند الأباء وأفراد الجيل الثاني عند 3هجن بنفس شروط التجربة السابقة (2.4) وأعطت الدراسة نتائج جد معنوية بين مختلف الأصناف أباء و هجن الجيل الثاني ولوحظ أن درجة الهجين تتناقص عند الجيل الثاني مقارنة بالجيل الأول بالنسبة لعامل التراكم كما تنص عليه قوانين الوراثة و تكون متضاربة بين الأباء و أفراد الجيل الثاني. (الشكل III 53)



الشكل III53 :تطور محتوى البرولين في أوراق 13 صنف من القمح الصلب (أباء وأفراد F_2) عند مختلف المعاملات

4. ملاحظة عامة (إيضاح)

ملاحظة: لم نتطرق لأعمال الدراسات العليا واعمال مهندس دولة في حوصلة تجميع المعلومات حول موضوع المنظمات الأسموزية لأن معظم النتائج الواردة فيها هي دعامة لكل من رسائل الماجستير والدكتوراه لأن العمل كان متكاملا بين أعضاء مخبر تطوير وتثمين الموارد الوراثية النباتية والمجموعة الثانية القواعد البيولوجية للإنتاج النباتي. وقد جمعت مجملها في الجدول رقم III1

جدول III1: قائمة مجمل رسائل الدراسات العليا، مهندس دولة، ماستر، ماجستير ودكتوراه المستعملة في الدراسة.

دراسات عليا (D.E.S)			
اسم الباحث	**السنة**	**اسم المشرف**	**عنوان البحث**
أنسة	1991	بن لعريبي مصطفى	Accumulation de la proline chez deux variétés de blé dur sous stress hydrique
نجار شافية	1993	بن لعريبي مصطفى	دراسة مقارنة لتراكم البرولين في بذرة ونبتة القمح
رويني ربيحة	2004	بن لعريبي مصطفى	تراكم البرولين كمؤشر للتنوعية عند القمح اللين
تفرانت فاطمة	1995	بن لعريبي مصطفى	تأثير نسبة الماء في التربة على تراكم البرولين
بكوش سهام زرافة شافية	1995	بن لعريبي مصطفى	تراكم البرولين عند الأنسجة النباتية تحت نقص الماء
عبيد شارف دنيا	1998	بن لعريبي مصطفى	دراسة مقارنة لمحتويات البرولين عند الأصناف الطويلة والقصيرة للقمح الصلب *(Triticum durum Desf)* وحبوب *الفول.*
جرادي جمال	2001	شايب غنية	تقدير محتوى البرولين والسكريات الذائبة عند 10 أصناف من القمح الصلب تحت نقص الماء
منغور سماح زلاقي زينب بوستة أمال	2006	شايب غنية	تأثير نقص الماء على الخصائص المرفوفينولوجية ومنظمات الأسموز خلال مراحل دورة الحياة عند 10 أصناف من القمح الصلب
مهندس دولة (Ingénieur d'état)			
بن خوخة عبد العالي	2007	شايب غنية	L'effet d'un stress hydrique sur l'accumulation des osmoticums et la résistance stomatique chez deux générations de blé dur *(Triticum durum Desf.)*
بليلة فطيمة فردي احلام	2008	شايب غنية	Etude de quelques paramètres physiologiques et biochimiques chez quatre variétés de blé dur *(Triticum durum Desf.)* sous stress hydrique.

Master ماستر			
مرابطة سارة	2011	شايب غنية	Marqueurs de stress hydrique chez les céréales à paille *(Triticum et Hordeum)* à différents stades phénologiques.
شنيقي ايمان	2012	شايب غنية	تطور محتوى البرولين داخل أنسجة الحبوب تحت نقص الماء: القمح اللين والشعير.
دغدغ عائشة	2012	شايب غنية	تطور محتوى البرولين داخل أنسجة الحبوب تحت نقص الماء: القمح الصلب
قندوزي رقية فوغالي زهرة	2013	شايب غنية	دراسة مقارنة لمحتوى البرولين والكلوروفيل داخل أنسجة الحبوب تحت نقص الماء عند القمح الصلب(*Triticum durum* Desf.)
محسن مريم بوعبدالله لطيفة	2013	شايب غنية	دراسة مقارنة لمحتوى البرولين والكلوروفيل داخل أنسجة الحبوب تحت نقص الماء عند القمح اللين (*Triticum aestivum*) والشعير (*Hordum vulgare*)
بشيري نور إ لعور حنيفة	2015	شايب غنية	تأثير نقص الماء على منظمات الأسموز (البرولين والكلوروفيل) عند النجيليات: القمح والشعير ***Triticum et Hordeum***
Magister ماجستير			
شايب غنية	1998	بن لعريبي م	محتوى البرولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء
مالكي سميرة	2002	بن لعريبي م	مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح (*Triticum sp.*) بواسطة اختبار البرولين.
رجايمية ليليا	2006	بن لعريبي م	تراكم البرولين باعتباره مؤشر جزئي للتنوع الحيوي والتأقلم مع الجفاف عند الحبوب (القمح الصلب *Triticum durum Desf*
زرافة شافية	2006	بن لعريبي م	L'accumulation de la proline en tant que test précoce d'adaptation au déficit hydrique et indicateur moléculaire de diversité chez *Triticum aestivum* L. (Blé tendre).
Doctorat دكتوراه			
شايب غنية	2012	بن لعريبي مصطفى	شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء: انتقال صفة التراكم إلى الأجيال

5- تثمين الأعمال السابقة

وقد اسفرت نتائج فريق المجموعة الثانية لمخبر تطوير وتثمين المصادر الوراثية النباتية عن استغلال أغلبية النتائج في المشاركة في مداخلات ومقالات بحث علمية وطنية وعالمية. (الجدول رقم 2 والجدول رقم 3).

جدول 2: قائمة مقالات الوطنية والدولية

Publications internationales	
Chaib G. and Benlaribi M**.(2006).** Proline accumulation in durum wheat ((*Triticum durumDesf*.).under water deficit .**Arab Univ J.Agric.Sci.**, Ain Shams Univ., **1110-2675. www.Geocities.com/Journalaaru.** Cairo,14(1),235-247. **ISSN:**	**2006**
Impact de stress hydrique sur le test proline **Chaib G.,** Hazmoune T. et Benlaribi M. **(2008)**. autant qu'indicateur à la biodiversité de blé dur (*Triticum durum Desf*.). **Annales de l'INRGREF,** Actes des Journées Scientifiques de l'INRGREF, « La biodiversité dans les aires Protégées » Hammamet, Tunisie, 11-13 Novembre 2008.Numéro Spécial (12) ,2008.732- 746. **ISSN : 1737-0515.**	**2008**
Chaib G., Bouchibi –Baaziz N., Hazmoune T et Benlaribi M. (2010).Indicateurs de tolérante au stress hydrique chez le blé dur *(Tritium durum Desf.).*Le troisième Meeting International sur l'Aridoulture et les Cultures Oasiennes : Gestion et Valorisation des Ressources et Applications Biotechnologiques dans les agrosystèmes Arides et Sahariens. Djerba, 15-17 Décembre 2009.Tunisie. Revue des Régions arides. Numéro spécial 24(2/2010) ; 634-638.ISSN :0330-7956.	**2010**
Accumulation d'osmoticums chez le blé **Chaib G.,** Benlaribi M., et Hazmoune T. (2015)**.** dur *(Triticum durum desf.)* sous stress hydrique. Vol 11 N° 24 Août 2015 p : 378- 39. European Scientific Journal August 2015 edition **ISSN: 1857 – 7881(Print) e - ISSN 1857- 7431.** WWW://eujournal.org	**2015**
Etude phytochimique de **Chaib Ghania**, Bouchelaleg Amira, Talbi Romeissa(2015). quelques variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) et d'orge (*Hordeum vulgare*) et leurs activités biologiques. Vol 11 N° 30 October 2015 p : 166- 188. European Scientific Journal October 2015 edition **ISSN: 1857 – 7881(Print) e - ISSN 1857- 7431.** WWW://eujournal.org	2015

جدول 3 : قائمة المداخلات الوطنية والدولية	
Communications internationales	
Intitulé	**Année**
Chaib G., Benlaribi M.(2000). Utilisation de la proline comme indicateur de la sélection précoce des variétés de blé dur *(Triticum durum DESF*). VII journées scientifiques » des modèles biologiques à l'amélioration des plantes. du 3 au 5 Juillet 2000 Montpellier- France.	**2000**
Chaib G., Benlaribi M.(2002). Proline accumulation and the response of durum wheat *(Triticum durum DESF*) to water stress. The eighth conference of the agricultural development researches, 20-22 November 2000, Faculty agricultural, Ain Shams University Cairo, Egypt:.	**2002**
Malki S., Benlaribi M **et Chaib G., (2002).** Contribution à l'étude de la Biodiversité du blé (*Tritucum ssp)* par le test de la proline. séminaire International Biologie et Environnements, 20,21 et 22 Octobre 2002. Université Mentouri Constantine, faculté des sciences, Départements des sciences de la nature et de la vie, laboratoire de Biologie et Environnements.	**2002**
Benlaribi M., Zarafa C. et Merghem R., (2005) peut-on considerer l'occumulation de la proline comme un signe tolérence deficit hydriqye. Seminaire international sur l'amélioration des productions végitales I.N.A El Harach Alger, Algerie.	**2005**
بلعربيي م.، زرافة ش.، مرغم ر.: (2006) تراكم البرولين في الأنسجة النباتية خطة تحمل نقص الماء عند النباتات حالة القمح Triticum *sp*. آفاق البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في الوطن العربي، دمشق.	**2006**
Chaib G., Benlaribi M., Benkhoukha A., Kanouni M.(2008). Effet d'un stress hydrique sur l'accumulation de la proline et la résistance stomatique chez le blé dur. Premier séminaire International sur la Valorisation des Ressources Naturelles des zones semi arides. 3-4 Novembre 2008, Université Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi.	**2008**
Chaib G., Hazmoune T. et Benlaribi M. **(2008)**.Impact de stress hydrique sur le test proline autant qu'indicateur à la biodiversité de blé dur (*Triticum durum Desf.*). Journées Scientifiques de l'INRGREF, « La biodiversité dans les aires Protégées » Hammamet, Tunisie, 11-13 Novembre 2008.	**2008**
Chaib G., Benlaribi et Abdelsalam A.Z.E**.** Influence des Facteurs climatiques sur la teneur en proline chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) Séminaire International : Biologie végétale et Ecologie.22-25 Novembre 2010.Université Mentouri Constantine, Algérie.	**2010**
(2010). Un métabolisme primaire de Benlaribi M., Zarafa C., **Chaib G.** et Merghem R**.** contrainte du milieu : La proline. Séminaire International : Biologie végétale et Ecologie.22-25 Novembre 2010.Université Mentouri Constantine, Algérie.	**2010**
Merabta S., **Chaib G**., Benlaribi M., Laraba M.**(2011)**. Etude comparée de l'accumulation de la proline chez les céréales (*Triticum* et *Hordeum*) à différents stades phénologiques. 1er congrès international 'aide à l'agriculture Algérienne. Agribone . Annaba 22 au 24 Laboratoire d'Amélioration Novembre 2011. Université Badj Mokter .Faculté des Sciences. Génétiques des Plantes.	**2011**
Laraba M., Benlaribi M., **Chaib G**., Merabta S. **(2011).** Suivi des caractères de l'U.P.O.V. chez sept génotypes de blé dur. 1er congrès international 'aide à l'agriculture Algérienne.	**2011**

Agribone . Annaba 22 au 24 Novembre 2011 .Université Badj Mokter .Faculté des Sciences. Laboratoire d'Amélioration Génétiques des Plantes.	
Chaib G., Merabta S. et Benlaribi M., **(2017).** Marqueurs de stress hydrique chez les céréales. Conférence présenté au séjour du 18 au 30 Mars 2017 au département de Biologie, Université Abdelmalek Essaadi Tétouan Maroc.	**2017**
Communications nationales	
1. Chaib G., Benlaribi M**.(1999)** Réponses aux conditions de déficit hydrique du blé dur *(Triticum durum DESF*) par l'accumulation de la proline (1999). Séminaire National sur l'a adaptation des organismes aux milieux Steppique et Saharien'' du 24 au 25 Novembre 1999 à L'USTHB Alger – Algérie.	**1999**
2. Chaib G., Benlaribi M. et Malki S (**2002**). L'accumulation de la proline dans les différents organes de blé dur *(Triticum durum Desf*) sous manque d'eau . III^{emes} journées scientifiques sur le blé du 11 au 13 février 2002 .Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences, Département des sciences de la nature et de la vie, Laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies Végétales.	**2002**
3. Malki S., Benlaribi M **et Chaib G., (2002).** Contribution à l'étude de la Biodiversité du blé (*Tritucum ssp)* par le test de la proline. séminaire International Biologie et Environnements, 20,21 et 22 Octobre 2002. Université Mentouri Constantine, faculté des sciences, Départements des sciences de la nature et de la vie, laboratoire de Biologie et Environnements.	**2002**
4. Chaib G .et Benlaribi M.(2006) .Accumulation de la proline et des sucres solubles chez le blé dur sous stress hydrique X^{èmes} journées scientifiques du réseau biotechnologies végétales. AUF, 8-11 Mai 2006, Constantine.	**2006**

الخاتمة:

يعتبر الإجهاد المائي عاملا أساسيا في تحديد المردود ولاختيار الأصناف ذات التأقلم الجيد مع الظروف المناخية أجريت العديد من الدراسات في هذا المجال لمحاولة معرفة الأصناف ذات التأقلم الواسع مع هذا العائق المحدد للإنتاجية، بحيث المردود الجيد مرتبط بمعدل تساقط الأمطار، والمعروف أن بلادنا تشهد تذبذبا في تساقط الأمطار. من أجل هذا السبب تطرقنا في هذه الدراسة لمحاولة معرفة مدى تأثير تراكم محتوى البرولين ومنظمات اسموزية أخرى عند النجيليات منها محلية وأخرى مستوردة.

أجريت هذه الدراسات على مستوى مخبر تثمين وتطوير المصادر الوراثية النباتية بشعبة الرصاص تمت كلها حول النجيليات لاختيار الأصناف المتأقلمة مع الجفاف من خلال تجميع وتثمين الأعمال التي تمت خلال السنوات 1991 – 2015 وركزنا أكثر على سنوات 1998-2015 ماستر واطروحات ماجستير.

تمت المقارنة بين محتوى البرولين، السكريات والكلوروفيل في ظل الإجهاد المائي (بتطبيق مستويات مختلفة من السعة الحقلية (75% إلى 6.25%) وعلى مراحل مختلفة من دورة حياة النبات) بالنسبة لأعمال الماستر، أما فيما يخص اعمال الماجستير فكانت مجملها حول عنصر البرولين لمدى أهميته في النبات واختلاف اراء الباحثين حول تفسير وظيفته الأساسية.

فيما يخص رسالة الدكتوراه فتمحورت حول دراسة تراكم البرولين عند أفراد **F1** و**F2** في ظل نقص الماء مع تداخلات الإضاءة والحرارة.

سجل تراكم البرولين والسكريات بكميات معتبرة في أوراق النبات والتي تبتث في أكثر من دراسة مساهمتها الفعالة في ظاهرة التعديل الحلولي، وكان التراكم واضح أكثر مع زيادة شدة الاجهاد عند نسبة 8.33% و6.25%.

تراكم البرولين بالنسبة للحبوب الجافة، بذور الانتاش والجدور كان متقاربا، الا عند الصنف انرات 69 الذي سجل أعلى قيمة بالنسبة للجدور 8.52 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

بالنسبة للصف الورقي الثاني والثالث، تعتبر النسب (75%، 50%، 42.5%) عادية للسقي حيث لم يتحسس النبات للنقص المائي فسجل تراكم ضئيل للبرولين، ثم تباينت كميات البرولين ابتداء من النسبة 37.5% من السعة الحقلية، ووصل التراكم إلى قيم عظمى عند نسبة 6.25% بتسجيل قيم للتضاعف 48 مرة (شايب، 1998)، 76 مرة (مالكي، 2002)، 567 مرة (زرافة، 2006) و250 مرة (رجايمية، 2006) مقارنة بالشاهد.

قمنا بالمقارنة بين متوسط القمح فوجدنا أن تراكم البرولين يبدأ من نسبة 37.5% ليصل إلى قيمة أعظمية عند نسبة 12.5% حيث سجلنا 90.20، 86.33 و19.64 ميكرومول/ملغ مادة جافة عند كل من (مالكي، 2002)، (شايب، 1998) و (رجايمية، 2006) على الترتيب وأكدت (رجايمية، 2006) هذا بتعريض النبات لنسبة 6.25% حيث ازدادت قيمة التراكم وقدرت بـ 37.14 ميكروكول/ملغ مادة جافة، ونفس السلوك سلكه القمح اللين حيث سجل 59.75 و18.72 عند نسبة 12.5% (مالكي، 2002) و(زرافة، 2006)، وتعدت (زرافة، 2006) هذه النسبة إلى 8.33% وسجلت 54.43 ميكرومول/ملغ مادة جافة.

استخلصنا في ظل هذه الدراسة أن تراكم البرولين والسكريات يزداد بزيادة شدة الإجهاد المائي وتختلف كيفية سلوكه من صنف إلى أخر (توجد أصناف تراكم البرولين بسرعة في بداية الإجهاد ولكن بكميات قليلة والعكس)، كما يتناقص محتوى البرولين عند النباتات المجهدة بمجرد إعادة السقي (هذا تأكده تجربة المقارنة لمحتوى

البرولين بين صنفين فترون وجناح الخطايفة وكذلك Florence Aurore8193 (FA) وG8 بتعريضهما للنقص المائي مدة 15 و20 يوم وإعادة السقي بعد ذلك، فوجد أن البرولين يتراكم فعلا بزيادة شدة الاجهاد وينخفض مباشرة بعد إعادة السقي.
الأصناف التي تراكم البرولين أكثر هي الأصناف الأكثر مقاومة للإجهاد المائي ومن هنا قسمت النباتات إلى 3 مجموعات:

- مجموعة تراكم كميات عالية من البرولين مثل Hau, Kor, DK, OZ, INRAT و MBB
- مجموعة تراكم كميات قليلة من البرولين مثل GGR, Vit.
- مجموعة وسطية مثل Hedba, Bid.

توجد علاقة عكسية بين تراكم البرولين، السكريات والكلوروفيل، تناقص الكلوروفيل يكون مصحوبا بتراكم معتبر البرولين حيث يزداد تراكمه بزيادة شدة الإجهاد.

أبدت الأصناف تباينات مختلفة فيما بينها ويوجد تنوع حيوي بيولوجي بين هذه الأنماط يمكن العمل عليها لتحسين المردود مستقبلا وذلك باختيار الأصناف الأكثر تراكم للبرولن والمزاوجة بينهم.

بالإضافة إلى عامل نقص الماء يلعب عاملي الحرارة والإضاءة دورا فعالا في التأثير على التراكم. كما يمكن أن يراكم أفراد **F1** كميات معتبرة من البرولين سندا لأبويهما الأصلين وفقا لي نظرية درجة الهجين ثم يتناقص البرولين عند أفراد **F2**، من هذا المنطلق جاء التفسير الوراثي للتراكم الذي يتبع لاحقا بالتفسير الأنزيمي والجيني لتراكم البرولين.

تراكم البرولين يتزايد بزيادة شدة الاجهاد هذا ما أكده الكثير من الباحثين مع اختلاف في كميته من صنف إلى أخر وهذا يدل على التنوع الحيوي بين هذه الأنماط الوراثية الذي يمكن استغلاله في التحسين الوراثي للنجيليات بالتفسير الأنزيمي والجيني لتراكم البرولين مستقبلا.

الملخص

تتمخض الدراسة حول تجميع وتثمين الدراسات والأبحاث السابقة التي تمت على مستوى معهد النحل سابقا ومخبر تطوير وتثمين المصادر الوراثية النباتية لفرقة البحث الثانية القواعد البيولوجية للإنتاج النباتي بين سنوات 1991 و2015 بجامعة الإخوة منتوري قسنطينة1. تمت الدراسة بتجميع أبحاث الماستر، الماجستير والدكتوراه المجراة على النجيليات ذات الاستهلاك البشري (القمح والشعير) بحوصلة نتائج معايرة وقياس المؤشرات البيوكميائية (البرولين والسكريات) والفيزيولوجية (الكلوروفيل) تحت ظروف الإجهاد المائي وبعد إعادة السقي العادي.

اختيرت مستويات مختلفة من السعة الحقلية تراوحت بين 75 % و6.5 % وطبق الإجهاد على مراحل مختلفة من الدورة البيولوجية لحياة النبات. ثم تليها المقارنة بين النتائج المتحصل عليها وتثمينها لاستخلاص المؤشرات الأسموزية المتدخلة في قابلية النبات لمقاومة العجز المائي. تسلك جميع أصناف النجيليات نفس السلوك في تراكم البرولين والسكريات حيث تكون العلاقة طرية بين تراكم المعيار البيوكميائي وشدة الإجهاد المائي، مع الاختلاف في ديناميكية التراكم كما وكيفا بين الأصناف وفقا لتباينها الوراثي. فبعض الأصناف تراكم البرولين بسرعة بمجرد بداية الإجهاد ولكن بكميات قليلة والبعض الأخر يتحسس الإجهاد متأخرا ويراكم البرولين بكميات عالية جدا. تعتبر الأصناف التي تراكم البرولين بكميات معتبرة هي الأصناف الأكثر مقاومة للإجهاد المائي.

أبدت الأصناف تباينات مختلفة فيما بينها مما يتبين تنوعا بيولوجيا ووراثيا بين هذه الأنماط ويمكن فرزها وفقا لدرجة تحملها لنقص الماء. تستغل هذه النتائج مستقبلا بالاتجاه إلى التفسير الإنزيمي والجيني لتراكم البرولين

سجلت زيادة معتبرة في كل من البرولين والسكريات بمجرد تعرض النبات للنقص المائي، بينما يتناقص محتوى الكلوروفيل كلما كانت شدة الإجهاد كبيرة وعليه فإن العلاقة بين البرولين والسكريات والكلوروفيل تعتبر علاقة عكسية في ظل الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية :القمح، الشعير، الإجهاد المائي، البرولين، الكلوروفيل، التحمل، المؤشر الاسموزي، المقاومة.

Résumé :

Cette étude porte sur l'évaluation des résultats des études et des recherches antérieures qui ont été effectuées entre les années 1991 et 2015 au niveau de l'ancien Institut de biopole et du laboratoire de développement et de valorisation des ressources phytogénétiques de l'université Mentouri Constantine 1. En effet, l'étude a compilé les résultats des recherches de Master, Magister et doctorat portant sur la consommation humaine des céréales (blé et orge) en synthétisant les résultats de l'étalonnage et de mesure des indicateurs biochimiques (proline et sucres) et physiologiques (chlorophylle) après arrosage et dans des conditions de stress hydrique.

Différents niveaux de capacité au champ qui variaient entre 75% et 6,5% ont été choisis en appliquant le stress à différents stades du cycle de vie biologique de la plante. Suivi par la comparaison entre les résultats obtenus pour établir des indicateurs osmotiques qui interfèrent avec la sensibilité des plantes à résister au stress hydrique. Par conséquent, toutes les variétés de céréales présentent le même comportement dans l'accumulation de la proline et des sucres, d'où une relation proportionnelle entre le critère d'accumulation de l'indicateur biochimique et l'intensité du stress hydrique, avec une différence dans la dynamique de l'accumulation de la quantité et de la qualité entre les variétés en fonction de la variation génétique. Ainsi, certaines variétés accumulent la proline rapidement dès le début du stress, mais en petites quantités tandis que d'autres l'accumulent tardivement en très grandes quantités. D'ailleurs, les espèces qui accumulent la proline en quantités considérables sont considérées comme étant les plus résistantes au stress hydrique.

Une différence remarquable a été enregistrée entre les différentes variétés, montrant une diversité biologique et génétique entre ces modèles qui peuvent être triés en fonction du degré de tolérance de manque d'eau. Ces résultats seront exploités dans l'interprétation enzymatique et génétique de l'accumulation de la proline.

Les résultats ont également révélé une augmentation significative de la proline et des sucres dès que la plante a été soumise au stress hydrique avec une diminution de la teneur en chlorophylle quand le stress est important. Par conséquent, une relation inverse est enregistrée entre la proline, les sucres et la chlorophylle sous le stress hydrique.

Mots clés :

Blé, orge, stress hydrique, proline, chlorophylle, endurance, l'indice osmotique, résistance.

Abstract :

This study concerns the evaluation of the results of previous studies and research carried out between 1991 and 2015 at the Institute of Biopole and the laboratory for the development and valorization of plant genetic resources at Mentouri University Constantine 1. The study compiled the results of the Master, Magister and Ph.D. studies on human consumption of cereals (wheat and barley) by synthesizing the results of calibration and measurement of biochemical indicators (proline and Sugars) and physiological (chlorophyll) after irrigation and under water stress conditions**.**

Different levels of field capacity ranging between 75% and 6.5% were selected by applying stress at different stages of the plant life cycle. Followed by the comparison between the results obtained to establish osmotic indicators that interfere with the plant's ability to resist water deficit. Consequently, all cereal varieties behave the same way in the accumulation of proline and sugars, hence a proportional relationship between the accumulation criterion of the biochemical indicator and the intensity of water stress with a difference in the accumulation dynamics as well as the quality of varieties according to their genetic variation. Thus, some varieties accumulate proline rapidly from the onset of stress, but in small amounts while others accumulate it late in very high quantities. Moreover, species that accumulate proline in considerable quantities are considered to be the most resistant to water stress.

The varieties showed different variations among them, showing a biological and genetic diversity between these models which can be sorted according to the degree of tolerance of water shortage. These results will be exploited in the interpretation of the enzymatic and genetic of proline accumulation.

The results revealed a significant increase in both proline and sugars as soon as the plant was exposed to water stress with a decrease in chlorophyll content as the stress was high. Therefore, an inverse relationship is recorded between proline, sugars and chlorophyll under water stress.

Keywords:

Wheat, barley, water stress, proline, chlorophyll, endurance, osmotic index, resistance.

قائمة المراجع

المراجع بالعربية:

- **ارحيم ع. (2002)**، زراعة المحاصيل الحقلية، ISBN: 8-0916-03-977 ،الأسكندرية، 306 ص
- **بشيري.ن إ ولواعر. ح (2015)**، تأثير نقص الماء على منظمات الأسموز (البرولين والكلوروفيل) عند النجليات، القمح والشعير (*Triticum* et *Hordeum*) . ماستر، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة.
- **بلحيس. إ (2014)**، دراسة مرفوفزيولوجية وبيوكميائية لنبات القمح الصلبالمزروع في الجزائر (*Triticum durum Desf.*) صنف melanopus، ماجستير، جامعة منتوري قسنطينة.
- **بوزيتون وعمروش (2013)**، عن بشيري نور الإليمان، لعور حنيفة. تأثير نقص الماء على منظمات الألسموز (البرولين والكلوروفيل) عند النجيليات: رسالة ماستر. جامعة منتوري. قسنطينة.ص 10.
- **حساني .و، كعوش. ا (2008)**، السلوكيات الحيوية لمجموعة من موارد القمح الصلب . بحث لنيل شهادة الدراسات العليا في فسيولوجيا النبات جامعة قسنطينة 1.
- **دغدغ عاشئة (2012)**، تطور محتوى البرولين داخل انسجة الحبوب تحت نقص الماء عند القمح الصلب (*Triticum durum Defs.*). ماستر، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة.
- **رجايمية ليليا (2006)**، تراكم البرولين باعتباره مؤشر جزئي للتنوع الحيوي والتأقلم مع الجفاف عند الحبوب (القمح الصلب *Triticum durum Desf*)، ماجستير، جامعة منتوري قسنطينة
- **شايب غنية (1998)**، محتوى البر ولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء (*Triticum Durum Desf.*)، ماجستير، معهد علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة 84 ص.
- **شنيقي ايمان (2012)**، تطور محتوى الرولين داخل انسجة الحبوب تحت نقص الماء عند القمح اللين (*Triticum aestivum*) *والشعير (Hordeum vulgare)*. ماستر، كلية علوم الطبيعة والحياة. جامعة الأخوة منتوري قسنطينة.
- **غروشة ح (2003)**، تأثير بعض منظمات النمو على نمو وإنتاج نباتات القمح النامية تحت ظروف الري في المياه المالحة .رسالة دكتوراه دولة .جامعة قسنطينة، 117 ص.
- **قندوزي. ر وفوغالي. ز (2013)**، دراسة مقارنة لمحتوى البرولين والكلوروفيل عند النجيليات تحت نقص الماء عند القمح الصلب (*Triticum durum Defs.*)، ماستر، كلية علوم الطبيعة والحياة. جامعة الأخوة منتوري قسنطينة.
- **مالكي سميرة (2002)**، مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح (*Triticum sp.*) بواسطة اختبار البرولين، ماحستير، جامعة منتوري قسنطسنة.
- **محب طه صقر (2011)**، تأثير الإجهاد المائي على العمليات الفيزيولوجية لنبات – جامعة المنصورة القاهرة.
- **محسن. م وبوعبد الله. ل (2013)**، دراسة مقارنة لمحتوى البرولين والكلوروفيل عند النجيليات عند القمح اللين (*Triticum aestivum*) *والشعير (Hordeum vulgare)* تحت النقص الماء. ماستر، كلية علوم الطبيعة والحياة. جامعة الأخوة منتوري قسنطينة.
- **محمد محمد كذلك (2000)**، زارعة القمح .منشأة المعارف بالإسكندرية جلال حزي و شركائه272

المراجع بالأجنبية:

- **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 Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96, pp: 71- 87.
- **Acevedo E,** et **Ceccarelli S**., **(1989).** Role of a physiologistbreeded in a breeding program for drought resistance conditions. In drought resistance in cereals, F.W.G. Baker (Ed), walling ford, U.K, 117-119.
- **Ackerson R, C., (1981)**. osmoregulation in response to water stress .II. Leaf carbohydrate statu in relation to osmotic ajustement. Plant physiol.
- **Adjab M, (2002).** Recherche des traits morphologiques, physiologiques et biochimiques d'adaptation au déficit hydrique chez différents génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magistère. Faculté des sciences, Univer. Annaba : 84 p.
- **Adjab M,** et **Khezane S., (1998)**. Etude de l'héritabilité de la proline chez un croisement de blé dur (*Triticum durum* Desf). DES. Univ. Annaba. 32p.
- **Adjabi A, (2011)**. Etude de la tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf) aux stresses abiotiques sous climat méditerranéen. Thèse de Doctorat des Sciences Agronomiques. ENSA, El-Harrach, Alger, 130 pages
- **Aguirrezabal LAN, and Tardieu F, (1996).** An architectural analysis of the elongation of fieldgrown sunflower root systems. Elements for modelling the effect of temperature and intercepted radiation. Journal of Experimental Botany, **47** ; 411–420.
- **Akbar S.M and Murray W.N ., (1991).**Induced in vitro variability for droughttolerance in wheat. Pakistan J.Agri.Res.Vol 12 N°2.P87-94
- **Amokrane A ., (2001).** Evaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (*TriticumdurumDesf.).* Thèse de magister. Institut d'agronomie. Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna. 80 p.
- **Annicchiarico P., Abdellaoui Z., Kelkouli M., Zerargui H ., (2005).** Grain yield, strawyield and economic value of tall and semi-dwarfdurumwheat cultivars in Algeria. J. Afrsci, 143: 5764.
- **Annicchiarico P., Chiari T., Bazzani F., Bellah F., (2002).**Reponse of durumwheat cultivars to Algerian environments. 2. adaptative traits J.Afric. Environ. Intern. Develop, 96: 261-27.
- **APG III 2009**, Référentiel des trachéophytes de France métropolitaine, Benoît Bock & al. version 4.01 du « 15 mars 2017 ».
- **Azzouz F, (2009).** Les réponses morpho physiologiques et Biochimiques chez le haricot (*Phaseolus vulgaris)* soumis à un stress hydrique. Magister, université d'Oran Essenia.
- **Baldy C. (1992).** Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale. Dans : Tolérance à la Sécheresse des Céréales en Zone Méditerranéenne. Diversité Génétique et Amélioration Variétale, Montpellier 1992. Les Colloques de l'INRA, 64, pp: 83-100.

- **Baldy G ., (1974)**. Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières. Document du Projet céréale, 170p.
- **Bamoun A. (1997)**. Contribution à l'étude de quelque caractère morpho physiologiques biochimique et moléculaires chez des variétés de blé dur (Triticumtirgidum esp durum), pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'ouest algérien. Thèse de magistère, p :1-33 .
- **Bates L. S ., Waldren R . P. et Teare I. D. (1973). – plant ans soil ., 39 , 205P**
- **Bellinger y ., Bensaoud A. and Laher F. 1991.** Physiological significance of proline accumulation, a trait of use to breeding for stress tolerance p. 449 – 458. In : Acevedo E. Conesa A. P., Monneveux ph. And Srivasta J. P. (Eds). Physiology- Breeding of winter cereals for Stressed Mediterranean Environnements. Montpellier, France, 3– 6 July 1989. Colloques INRA N° 55.
- **Benkharbeche, (2001). In : Bechiri Nour Imane et Lawer Hanifa**
- تأثير نقص الماء على منظمات الأسموز (البرولين والكلوروفيل) عند النجليات ماستر، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة. ص.**09**
- **Beok Eckhard et al .,(1999)** In : Bechiri Nour Imane et Lawer Hanifa .P10.
- **Boufenar-Zaghouane F.et Zaghouane O. (2006).** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé Tendre, orge et avoine) .ITGC d'Alger, 1ére Ed, 152p.
- **Bousba R., Ykhlef N. & Djekoun A. 2009.** Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in response to water deficit of durum wheat (*Trticum durum Desf*).*World Journal of Agricultural Sciences* 5. **5**: 609 -616
- **Bouzerzour H., Benmahammed A., (1994).** Environment alfactor slimiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. Rachis, 12: 11-.41 .
- **Chaves M.M., Pereira J.S ., Maroco J., Rodrigues M.L., Ricardo C.P .P., Osório M.L., Carvalho I., Faria T. and P inheiro C., (2009).** How plants copewith water stress in the field. Photosynthesis and gro wth. Annals of Botany : 89.07-619.
- **Cheeseman J., (1988).** Mechanisms of salinity tolerance in plants. plant physiol. **87**: 547-550.

  Chellali B. (2007). Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. Http://www.lemaghrebdz.com/admin/folder01/une.pdf. (31.05.2008)
- **Clément J.M ., (1981).** Dictionnaire Larousse Agricole. Librairie Laro usse. ISBN 2-03-
- **Croston RP, and Williams JT, (1981)**. A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin, **80**: 59-37.
- **Djekoun A., Ykhlef N., (1997).** Déficit hydrique, effets stomatiques et non- stomatiques et activité photosynthétique chez quelques génotypes de blé tétraploïdes. Dans : 3ème Réunion du Réseau SEWAN A, de Blé Dur, IAV Hassan II, 6-7 décembre 1996.
- **Dubois M., Gilles K.A., Hamilton P.A., Ruberg A. & Smith F.(1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 28.3:350-356p.
- **Drier. , (1988):** possibilité d'une élaboration d'un test de présélection de variétés de plante ayant une haut résistance au s el sur la base de la relation entre la teneur en proline de tissus végétaux et a résistance.

- **Elias EM, (1995).** Durum wheat products. In Fonzo, N., di (ed.), Kaan, F., (ed.), Nachit, M., (ed.). Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 23-31 : 1 ill. ; 4 tables ; 26 ref. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 22).
- **Fattahi Neisiani F.,Modarr esSanavy, S. A. M., Ghanati F and Dolatabadian A ., (2009)**.Effect of foliar application of pyridoxine on antioxidant enzyme activity, proline accumulation and lipidperoxid ation of MaizeZeamays L.), under water deficit. Nat. Bot. Hort. Agrobot Cluj., 37(1): 116-121
- **Fisher R.A., Maurer R., (1978)**. Drought resistance in spring resistance wheat cultivars .I-Grain yield response. Aust.J.Agri.Res., 29. p 897-912.
- **Geslin et Rivals, (1965).** contribution à l'étude de Triticum Durum. Ref., 41.43.
- **Gravet A., (2007).** Réponse aux stress chez les végétaux. UMR6026 ICM
- **Harlan JR. (1975).** Our vanishing genetics resources. Science, 188: 618-621.
- **HarlanJ.R., (1966)**.Crops and man, eds John wileyan d son .NY.350P.
- **Heller R, (1982).**physiologie végétal. Tome 2.Développement.Ed.Masson, paris.215p.
- **Henchi B., Boukhris J. et Vieira Da Silva., (1982)-** Effet de la sècheresse sur le comportement metabolique de plantago albicans. L.Acta Uecol Plant., 3, 59-660
- **Hikosaka K., Ishikawa K., Borjigidai A., Muller O. & Onoda Y. 2006.** Température acclimation of photosynthesis: mechanisms involved in the changes in température dépendance of photosynthetic rate. *J. Exp. Bot*. **57 :** 291-302 p.
- **Hireche, (2006).** Réponse de la luzene au stress hydrique et la profondeur du semis.these de magistere.université de elhadj lakhdar batnaP83
- **Joyce P.A., Aspinall D., Plaeg L.G., (1992).** Photosynthesis and the accumulation of proline in réponse of water déficit. aust. J.plant physiol. 19, 249-261.
- **Kara, Y., (2001).** Etude de caractères morphologique d'adaptation à la sécheresse du blé et de quelques espèces apparentées. Intérêt potentiel de ces espèces pour l'amélioration de ces caractères. Thèse de doctorat.Constantine.5-16.
- **Khan, (1993).** In : Bechiri Nour Imane et Lawer Hanifa.
- تأثير نقص الماء على منظمات الأسموز(البرولين والكلوروفيل)عند النجيليات، ماستر، جامعة الإخوة منتوري قسنطينة .ص1
- **Kilani Ben Rejeb et al (2012) ;** la proline, une acide amine multifonctionnel implique dans l'adaptation des plantes aux contraintes environnementales.
- **Kiyos T., Yoshiba Y., Shinozaki K.Y. and Shinozaki K., (1996)-** Anuclear gene encoding mitochondrial proline deshydrogenase, an enzyme involved in proline metabolisme, is upergulated by proline nut down regulated by deshydratation in Arabidopsis. The plant cell, 8, 1323-1335
- **Laala Z, (2010)**. Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides. Mémoire magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abass Sétif (UFAS), 96 pages.
- **Ledily F., Billard J. P., Lesaos J. et HvaultC ., (1993)**.Effects of NaCl and gabaculine on chlorophyll and proline levelsduringgrouth of radishcotyledons. Plant. PhysiolBiochemi., 31(3), 303-310.
- **Lehninger A L., (1972)**. Principe de bio chimie et flammaarionn stress Acad. press New York.

- **Levitt J. (1972).** Response of Plants to Environmental Stresses. P.336. Academic Press. New York, San Francisco. London.
- **Madleine M., Turner C.,(1980)** .Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in reponse to water deficits.Plant Physiol.,7, 181-192
- **Martinez C.A., Maestri M. et Lani E.G., (1996)-** In vitro salt tolerance and proline accumulation in Andcan potato (solanum spp.) difficing in forst tolerance.Plant Science,116,177-184
- **Mekhlouf A., (1998).** Etude de la transmission héréditaire des caractères associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (TriticumdurumDesf.). Thèse de magister, INA, El harrache, 67 pages.
- **Merabta S (2011),** Marquers de stress hydrique chez les céréales à paille (*Triticum* et *Hordeum)* à différents stades phénologiques, Master, Université Mentouri Constantine.
- **Monneuveux et Benlaribi .M,. Ph., (1988).** Etude comparée du comportement de deux situations de déficit hydrique de deux variétés algériennes de blé dure (Triticum durum desf.) adapté à la sécheresse. P. R. Acade Ric. fr .73-83
- **Monneveux P., (1995).** In Chaib (2012).
- **Monneveux P., Belhassen, E., (1996).** The diversity of drought adaptation in the wide. Plant GrowthRegul. 20 : 85-.29.
- **Mouellef A.2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*T. durum*Desf.) au stress hydrique. Mémoire magister Université Constantine 82 pages.
- **Nakashima K., Satoh R., Kiyosue T., Kazuko Y.S.et Shinozaki K., (1998)-** Agence encoding proline dehydrogenase is not only induced by proline and hypo osmolarity, butisalso.
- **Navari-Izzo F., Quartracci M. F. et Izzo R., 1990. Water stress induced changes in protein and free amino acids in field grown maïze and sunflower. Plant Biochem., 28, 531-537.**
- **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.
- **Nemmar M., (1983)**. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L). Evaluation des teneurs en proline au cours du cycle de développement. Thèse de doctorat. Montpellier. p : 108.
- **Palfi G., Kaves E. and Nehez R., (1974).** Main types of aminoacidregulation in cultivars with deficient water supply and theirpraticalapplication in agriculture. Noventermeles, 23, 219.
- **Paquin R et Vezina L.,** (**1982**)**.** Effet des basses températures sur la distribution de la proline libre dans les plantes de Luzerne. Media presse. Physiol vege; 20(1),101-109
- **Paquin R., (1977).** Effets des basses températures sur la résistance au gel de la luzerne (Medicago media Pers.) et son contenu en proline libre.Physiol veg.,15(4), 657-665.
- **Paquin R., (1986).**Effet de l'humidité du sol sur la teneur en proline libre et des sucres de la Luzerne endurcie au froid et à la sécheresse. can.J. plant., p:66,95-101.

- **Rawson, H.M. (1988).** Effect of high temperatures on the development and yield of wheat and practices to reduce deleterious effects. p. 44- 62. In : A.R. Klatt (ed.). Wheat Production Constraints in Tropical Environments. Mexico, D.F.: CIMMYT
- **Richard., (2006).**diagnosis and improvement of solin and alkali soils. Agr. Handbook. No 60.U.S.Dept.of Agr.
- **Royapati P. J. and Stewart C.R., (1991)-** Solubilization of à proline dehydrogenase from maize (Zea mays 1) Mitochondria. Plant Physiol., 95, 787-791.
- **Siakhène N. (1984).** Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle. Mémoire ing Agr. INA. El Harrach : 90 p.
- **Singh T.N., Aspinall D and Paleg L.G., (1973).** Stress metabolism I-Nitrogenmetabolism and grough in the barley plant during the water stress. Aust.J. Biol.Sci ; 26,65-76.
- **Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M. & Zid E.D. (2005).** Les céréales en Tunisie : production,effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Inrat). Univ. Elmanar. Tunisie. **(**http://www.john-libbeyeurotext.fr/fr/revues/agro-biotech/sec/e-docs/00/04/11/2E/ telecharger.md).
- **Soltner D, (1980).** Les grandes productions végétales. Collection des sciences et des techniques culturales, 15-50
- **Soltner D. (1988)**. Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, 16éme éditions 464P.
- **Stewart C.R., Boggers S.F., Aspinall D., Paleg L.G., (1977).** Inhibition of proline oxidation in by water stress. *Plant. Physiol* .59, 930-.239.
- **Stewart, C.R., Lee, J.A. (1966).** The role of proline accumulation in halophytes. Planta, 120 : 279-289.
- **Stroyer L. (1992).** La Biochimie de lubert stryer. Ed. Medecine Science flammarion : Paris, 1088p.
- **Szabados, L. and. Savouré A, (2010).** Proline : à multifunctional amino acid. Trends Plant Sci., 15: 89–9
- **Tahri E., Belabed A Sadkik., (1997).** Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline. de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variété de blé dur (*Triticum durum*) ; n^0 21, pp.81-87- 89**.**
- **Tan, J.; Zhao, H.; Hang, J.; Han, Y .; Li, H. and Zhao, W. (2008).** Effects of exogenous nitricoxide on photosynthesis, antioxidant capacity and praline accumulation in subjected to osmotic stress. World J. Agric. Sci., 4(3) : 307-313.
- **Taylor C.B., (1996).** Proline and water deficit. UPS, Douns. Ins, and Outs. The plant cell, 8, 1226 – 1224
- **Troll W and Lindsley J., (1955) .**A photometric method for ditermination of prolinne, J.Biol.Chem.215 :655-.056
- **Turner N.C., (1979).**Droughtresistance and adaptation to water deficits in crops plants. Dans :StressPhysiology in Crop Plants, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). WileyIntersciences, New York, pp. 303- 37.
- **Turner N.C., (1986)-** Adaptation to water deficit. A changing
- **Vieira Da Silva J., (1968)**- Influence of osmotic potentiel of the nutrient solution on the soluble carbohydrate and starch content of tree species of Gossypium. C.R.A. Acad.Sci.Paris, 267 ; 1289-1292

- **Yekhlef N., (2001)**- Photosynthèse activité photo chimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.).Thèse d'état .Fac des science.DSN.Universite Constantine, 146 pages
- **Zarafa chafia, (2006) :** L'accumulation de la proline en tant que test précoce d'adaptation au déficit hydrique et indicateur moléculaire de diversité chez ***Triticum aestivum*** L. (Blé tendre).Magister, université Mentouri Constantine.
- **Zerrad W., Hillali S., Mataoui B., El Antri S. & Hmyene A. (2006).** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. Biochimie, Substances naturelles et environnement. *Congrès international de biochimie.Agadir.*

تشكرات

أحمد الله العلي القدير الذي أعانني وفقني على إنجاز هذا العمل الذي أرجو أن يكون قيما وهادفا، وأصلي وأسلم على خاتم أنبيائه ورسله .خير خلق الله وأحب عباده إليه .صلاة وسلام يليقان بمقامه الكريم وصلاة وسلام على سائر إخوانه من النبيين والمرسلين وصلاة وسلام على أله وأصحابه والتابعين وصلاة وسلام على كل من دعا بدعوته إلى يوم الدين وبعد:

أتوجه بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى الأستاذة الدكتورة **شايب غنية** التي تفضلت بالإشراف على هذا البحث، والتي لم تأل جهدا في تقديم يد العون بما أسدته من نصائح وتوجيهات ومساعدات، ما وفر عليا كثيرا من الجهد.

أتقدّم بالشّكر إلى الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة، الذين تفضلوا وقبلوا مناقشة وإثراء هذا البحث:

شوقي سعيدة أستاذة التعليم العالي جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

بوشارب راضية أستـــاذ مساعـد أ جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

كما أتقدّم بالشّكر الجزيل إلى الأستاذة والصّديقة **بن حليلو كريمـــة** حرم بودماغ على كل المجهودات التي بدلتها وتبدلها لمساعدتي ولم تبخل عليا بشيء

ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ **كـــاظم**.

إلى كل من أمدّ لي يد العون لإنجاز هذا العمل المتواضع من قريب أو من بعيد وأخص بالذكر عاملات المكتبة لهم كل الشكر والتقدير.

فهرس المحتويات

الصفحة

قائمة الأشكال
قائمة الجداول
المقدمة 1
I. استعراض المراجع
1- النموذج النباتي 2
1-1- الأصل الجغرافي للنبات 2
1-1-1 القمح 2
1-1-2 الشعير 2
1-2- تصنيف النبات 3
1-3- دورة حياة النبات 3
1-3-1- دورة حياة القمح 3
1-3-2 دورة حياة الشعير 4
1-4- العوامل المؤثرة على زراعة القمح 5
1.4.1.الحرارة 5
1.4.2. الإضاءة 5
1.4.3.الرطوبة 5
1.5 عوائق إنتاج القمح في الجزائر 5
2- الإجهاد 6
2-1- الاجهاد المائي 6
2-2- تأثير نقص الماء على النبات 6
2-3- ميكانيزمات (آليات) التأقلم مع الجفاف 7
1.3.2. تعريف الجفاف 7
2.3.3.تعريف التأقلم 7
3- التعديل الأسموزي 8
1.3.العوامل التي تسمح بالتنظيم الأسموزي 8
1.1.3.البرولين 8
2.1.3.تراكم البرولين 8
❖ مراحل تخليق البرولين 9
❖ مراحل هدم البرولين 9
3.1.3.عوامل تراكم البرولين 10
4.1.3.دور البرولين في النبات الواقع تحت الجفاف 11
2.3.الإجهاد المائي والكلوروفيل 11
1.2.3. الكلوروفيل 11
2.2.3. مراحل تخليق الكلوروفيل 11
3.2.3.هدم الكلوروفيل 12
3.3.تراكم السكريات 12
4.3.العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل في الإجهاد 12

II. طرق ووسائل العمل
1- المادة النباتية 13
2- سير التجربة 13
3- تطبيق الإجهاد 14
4- المعايير المقاسة 16
1-4 البرولين 16
2-4 معايرة الكلوروفيل 16
3-4 معايرة السكريات 16
5- التحليل الإحصائي 16
III. تحليل وتثمين النتائج
1- أعمال الماجستير
1-1 تحليل النتائج 17
❖ الباحثة شايب (1998): محتوى البرولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء 17
❖ الباحثة مالكي 2002: مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح (*Triticum sp.*) بواسطة اختبار البرولين. 22
❖ الباحثة رجايمية (2006): تراكم البرولين باعتباره مؤشر جزئي للتنوع الحيوي والتأقلم مع الجفاف عند الحبوب (القمح الصلب *Triticum durum Desf*) 24
❖ الباحثة زرافة شافية L'accumulation de la proline en tant que test précoce d'adaptation au déficit hydrique et indicateur moléculaire de diversité chez (Blé tendre). *Triticum aestivum* L. 28
1-2- متوسط الأصناف 31
- بالنسبة للباحثة شايب (1998) 31
- بالنسبة للباحثة مالكي (2002) 32
- بالنسبة للباحثة رجايميا (2006) 33
- بالنسبة للباحثة زرافة (2006) 34
❖ المقارنة بين أعمال الباحثين فيما يخص تراكم البرولين: 35
1-3- مناقشة نتائج الماجستير 36
2- رسائل الماستر 38
1-2 تحليل النتائج 38
1-1-2 البرولين 38
1-1-1-2 القمح الصلب 38
1.1.1.1-2 .الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 38
1.1.1.2-2 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 41
1.1.1.3-2 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 42
1-2-1-2 القمح اللين 43
1.1.1.4-2 .الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 43
1.1.1.5-2 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 46
1.1.1.6-2 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 47
1-3-1-2 الشعير 48

2-1.1.1.7 الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 48
2-1.1.1.8 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 51
2-1.1.1.9 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 52
2-1-2 الكلوروفيل 53
2-1-2-1 القمح الصلب. 53
2-1-2-1-1 الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 53
2-1-2-1-2 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 55
2-1-2-1-3 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 56
2-1-2-2 القمح اللين 57
2-1-2-2-1 الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 57
2-1-2-2-2 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 58
2-1-2-2-3 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 59
2-1-2-3 الشعير 60
2-1-2-3-1 الإجهاد الأول 40% من السعة الحقلية 60
2-1-2-3-2 الإجهاد الثاني: (25% من السعة الحقلية) 61
2-1-2-3-3 الإجهاد الثالث: (15% من السعة الحقلية) 62
2-1-3 السكريات 63
2-1-3-1 القمح الصلب 64
2-1-3-2 القمح اللين 64
2-1-3-3 الشعير 65
2-2 مناقشة نتائج أعمال الماستر 65
2-2-1- البرولين 70
2-2-2 الكلوروفيل 71
2-2-3 السكريات 72
❖ العلاقة بين البرولين والكلوروفيل 73
3- رسالة دكتوراه 73
3-1 تقدير محتوى البرولين عند الأباء في وقت مبكر من دورة الحياة 73
3-2 تقدير محتوى البرولين عند الأباء خلال مراحل دورة حياة النبات 74
3-3 التداخل بين نقص الماء، عامل الحرارة والاضاءة 74
3-3-1 المعاملة الحرارية 75
3-3-2 المعاملة بفترات الاضاءة 76
3-4 تراكم البرولين عند الجيل الأول 76
3-5 تراكم البرولين عند الجيل الثاني 78
4- ملاحظة عامة (إيضاح) 80
5- تثمين الأعمال السابقة 83
الخاتمة
الملخص
قائمة المراجع

قائمة الأشكال:

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
	استعراض المراجع	
شكل I1	بلدان الهلال الخصيب	3
شكل I2	الهلال الخصيب	3
شكل I3	مراحل تطور القمح	5
شكل I4	مراحل تطور الشعير	5
شكل I5	تصنيف الاجهاد	7
شكل I6	الشكل العام للبرولين	10
شكل I7	مراحل تخليق البرولين	10
شكل I8	تحويل البرولين إلى glutamique	11
	تحليل وتثمين النتائج	
الشكل III1	محتوى البرولين لـ 14 صنف من القمح الصلب عند الحبوب الجافة، الحبوب المنتشة والجذور (شايب، 1998)	18
الشكل III2	محتوى البرولين لـ 14 صنف من القمح الصلب عند 6 مستويات من السعة الحقلية. (شايب 1988)	21
الشكل III3	محتوى البرولين لـ 28 صنف من القمح الصلب والقمح اللين عند 4 مستويات من السعة الحقلية، (مالكي، 2002)	23
الشكل III4	محتوى البرولين لـ 25 صنف من القمح الصلب عند 5 مستويات من السعة الحقلية (رجايمية ليليا 2006)	25
الشكل III5	مقارنة بين محتوى البرولين لصنفين فترون وجناح الخطايفة عند تعريضهما للإجهاد مدة 15 يوم وإعادة السقي من جديد (رجايمية 2006)	27
الشكل III6	محتوى البرولين لـ 17 صنف من القمح اللين عند 6 مستويات من السعة الحقلية (زرافة 2006)	29
الشكل III7	مقارنة بين محتوى البرولين لصنفين FAو G8عند تعريضهما للإجهاد مدة 20 يوم وإعادة السقي من جديد (زرافة 2006)	30
الشكل III8	متوسط الأصناف للقمح الصلب عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (شايب 1998)	31
الشكل III9	متوسط محتوى البرولين لأصناف للقمح عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية، (مالكي، 2002)	32
الشكل III10	متوسط محتوى البرولين الأصناف للقمح الصلب من عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية، -(مالكي 2002)-	32
الشكل III11	متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح اللين عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (مالكي 2002)	33
الشكل III12	متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (رجايمية 2006)	34
الشكل III13	متوسط محتوى البرولين لأصناف القمح اللين عند مستويات مختلفة من السعة الحقلية (زرافة 2006)	34
الشكل III14	محتوى البرولين عند القمح الصلب في مستويات مختلفة من السعة الحقلية في ثلاث تجارب متابينة	35

الشكل III15	محتوى البرولين عند القمح اللين في مستويات متباينة من السعة الحقلية في تجربتين مختلفتين	36
الشكل III16	محتوى البرولين عند القمح الصلب لأربع سنوات متتالية (2011-2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود.	39
الشكل III17	محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية – مرحلة الانتفاخ.	40
الشكل III18	محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية – مرحلة الاسبال.	41
الشكل III19	محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 25% من السعة الحقلية في مرحلة الاسبال والانتفاخ.	42
الشكل III20	محتوى البرولين عند القمح الصلب عند إجهاد 15% من السعة الحقلية في مرحلة الازهار.	43
الشكل III21	محتوى البرولين عند القمح اللين عند إجهاد 40% من السعة الحقلية – مرحلة الصعود.	44
الشكل III22	محتوى البرولين عند القمح اللين لسنوات متتالية عند إجهاد 40% من السعة الحقلية – مرحلة الانتفاخ	45
الشكل III23	محتوى البرولين عند القمح اللين لسنة (2011-2012) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية – مرحلة الاسبال.	46
الشكل III24	محتوى البرولين عند القمح اللين لسنتي (2013-2015) عند إجهاد 25% – مرحلة الإسبال.	47
الشكل III25	محتوى البرولين عند القمح اللين لسنة (2013) عند إجهاد 15% س. ح في مرجلة الامتلاء-بداية النضج-	47
الشكل III26	محتوى البرولين عند الشعير لأربعة سنوات متتالية (2011-2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الصعود	49
الشكل III27	محتوى البرولين عند الشعير لسنتي (2011-2012) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الاسبال	50
الشكل III28	محتوى البروين عند الشعير لسنتين متتاليتين 2011و2012 عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرحلة الازهار	51
الشكل III29	محتوى البروين عند الشعير لسنتين متتاليتين 2013 و2015 عند إجهاد 25% من السعة الحقلية في مرحلة بداية الاسبال.	52
الشكل III30	محتوى البروين عند الشعير لسنة 2013 عند إجهاد 15% من السعة الحقلية في مرحلة نهاية الامتلاء -بداية النضج.	52
الشكل III31	محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب لثلاثة سنوات متتالية (2011، 2013 و2015) عند إجهاد 40% من السعة الحقلية في مرجلة الصعود.	54
الشكل III32	محتوى الكلوروفيل لصنفين من القمح الصلب في مرحلتي الانتفاخ والإسبال لسنة 2011 عند إجهاد 40% من س.ح	55
الشكل III33	محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب في مرحلتي الإسبال والانتفاخ لسنتي 2011 - 2015 عند إجهاد 25% من س.ح.	56
الشكل III34	محتوى الكلوروفيل عند القمح الصلب في مرحلة الإزهار عند إجهاد 15% من السعة الحقلية.	56
الشكل III35	محتوى الكلوروفيل عند القمح اللين لثلاثة سنوات (2011، 2013 و2015) عند إجهاد 40% من س.ح في مرجلة الصعود.	57

الشكل III36 محتوى الكلوروفيل الكلي عند القمح اللين في مرحلتي الإزهار والانتفاخ لسنة 2011 عند إجهاد 40% من س.ح 58
الشكل III37 محتوى الكلوروفيل الكلي عند القمح اللين في مرحلة الإسبال لسنتي 2013 و2015عند إجهاد 25 % من س.ح 59
الشكل III38 محتوى الكلوروفيل عند القمح اللين في مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج عند إجهاد 15% من السعة الحقلية. 59
الشكل III39 محتوى الكلوروفيل عند الشعير لـ 3 سنوات متتالية 2011، 2013 و2015 عند إجهاد 40% من س.ح في مرجلة الصعود 60
الشكل III40 محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلتي الإسبال والانتفاخ لسنة 2011 عند إجهاد 40% س.ح 61
الشكل III41 محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلة الإسبال سنتي 2013 و2015 عند إجهاد 25% من س.ح 62
الشكل III42 محتوى الكلوروفيل عند الشعير في مرحلة نهاية الامتلاء-بداية النضج عندا جهاد 15% من السعة الحقلية. 62
الشكل III43 محتوى السكريات عند القمح الصلب في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من س.ح. 63
الشكل III44 محتوى السكريات عند القمح اللين في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من السعة الحقلية. 64
الشكل III45 محتوى السكريات عند الشعير في ثلاث مراحل مختلفة من دورة حياة النبات عند إجهاد 40% من السعة الحقلية. 65
الشكل III46 العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل عند صنفين من القمح الصلب عند إجهاد 40% من السعة الحقلية. 72
الشكل III47 محتوى البرولين في الصف الورقي الثالث والرابع لعشرة أصناف من القمح الصلب عند محتلف درجات نقص الماء 73
الشكل III48 محتوى البرولين لأوراق 10 أصناف من القمح الصلب في مراحل دورة حياة النبات عند النتباتات SDH 74
الشكل III49 محتوى البرولين لأوراق 10 أصناف من القمح الصلب في مراحل دورة حياة النبات عند النتباتات ADH 74
الشكل III50 محتوى البرولين عند مختلف درجات النقص المائي تحت مختلف درجات الحرارة عند أوراق القمح الصلب. 74
الشكل III51 محتوى البرولين عند مختلف درجات النقص المائي مع المعاملة بفترات الإضاءة عند أوراق القمح الصلب 75
الشكل III52 تطور محتوى البرولين في أوراق سعة أصناف من القمح الصلب (أباء وهجن F_1) عند مختلف المعاملات المائية 76
الشكل III53 تطور محتوى البرولين في أوراق 13 صنف من القمح الصلب (أباء وأفراد F_2) عند مختلف المعاملات 77

قائمة الجداول

جدول رقم I$_1$ تصنيف القمح والشعير 3
جدول رقم II$_1$ أسماء الأصناف المستعملة أصلها الجغرافي، وخصائصها الزراعية. 13
جدول رقم II$_2$ مراحل تطبيق الإجهاد 15
جدول رقم III$_1$ قائمة مجمل رسائل الدراسات العليا، مهندس دولة، ماستر، ماجستير ودكتوراه 78
جدول رقم III $_2$ قائمة مقالات الوطنية والدولية 80
جدول رقم III $_3$ قائمة المداخلات الوطنية والدولية 81

اللقب : بن حصير الإسم : سهيلــة

مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر
ميدان : علوم الطبيعة و الحياة
الفرع : علوم البيولوجيا
التخصص : بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات
القواعد الحيوية للإنتاج النباتي

العنوان:

تثمين وتجميع الدّراسات البيوكيميائية (البرولين ومنظّمات اسموزية أخرى) المجراة على النّجيليات – دراسة نظرية تحليلية -

الملخص: تتمخض الدراسة حول تجميع وتثمين الدراسات والأبحاث السابقة التي تمت على مستوى معهد النحل سابقا ومخبر تطوير وتثمين المصادر الوراثية النباتية لفرقة البحث الثانية القواعد البيولوجية للإنتاج النباتي بين سنوات 1991 و2015 بجامعة الإخوة منتوري قسنطينة1. تمت الدراسة بتجميع أبحاث الماستر، الماجستير والدكتوراه المجراة على النجيليات ذات الاستهلاك البشري (القمح والشعير) بحوصلة نتائج معايرة وقياس المؤشرات البيوكميائية (البرولين والسكريات) والفيزيولوجية (الكلوروفيل) تحت ظروف الإجهاد المائي وبعد إعادة السقي العادي.

اختيرت مستويات مختلفة من السعة الحقلية تراوحت بين 75 % و6.5 % وطبق الإجهاد على مراحل مختلفة من الدورة البيولوجية لحياة النبات. ثم تليها المقارنة بين النتائج المتحصل عليها وتثمينها لاستخلاص المؤشرات الأسموزية المتدخلة في قابلية النبات لمقاومة العجز المائي. تسلك جميع أصناف النجيليات نفس السلوك في تراكم البرولين والسكريات حيث تكون العلاقة طردية بين تراكم المعيار البيوكميائي وشدة الإجهاد المائي، مع الاختلاف في ديناميكية التراكم كما وكيفا بين الأصناف وفقا لتباينها الوراثي. فبعض الأصناف تراكم البرولين بسرعة بمجرد بداية الإجهاد ولكن بكميات قليلة والبعض الأخر يتحسس الإجهاد متأخرا ويراكم البرولين بكميات عالية جدا. تعتبر الأصناف التي تراكم البرولين بكميات معتبرة هي الأصناف الأكثر مقاومة للإجهاد المائي.

أبدت الأصناف تباينات مختلفة فيما بينها مما يتبين تنوعا بيولوجيا ووراثيا بين هذه الأنماط ويمكن فرزها وفقا لدرجة تحملها لنقص الماء. تستغل هذه النتائج مستقبلا بالاتجاه إلى التفسير الإنزيمي والجيني لتراكم البرولين

سجلت زيادة معتبرة في كل من البرولين والسكريات بمجرد تعرض النبات للنقص المائي، بينما يتناقص محتوى الكلوروفيل كلما كانت شدة الإجهاد كبيرة وعليه فإن العلاقة بين البرولين والسكريات والكلوروفيل تعتبر علاقة عكسية في ظل الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية :القمح، الشعير، الإجهاد المائي، البرولين، الكلوروفيل، التحمل، المؤشر الاسموزي، المقاومة

لجنة المناقشة:

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة : شوقي سعيدة	أستاذة التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
المشرف : شايب غنية	أستــاذ محاضر أ	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
الممتحنون : بوشارب راضية	أستـــاذ مساعـد أ	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

السنة الجامعية: 2016-2017