مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2010) ــ المجلد (26) ــ العدد 2 ــ الصفحات: 163-177

تقييم القدرة الإنتاجية لبعض المحاصيل العلفية استجابةً لظروف الري والتسميد الآزوتي

مأمون خيتي[1]

الملخص

نُفذت تجربة حقلية في المعهد الوطني للبحوث الزراعية في فرنسة، وحدة الدراسات البيئية الفيزيولوجية للنباتات العلفية خلال الموسمين الزراعيين 2007/2006، بهدف تقييم القدرة الإنتاجية لثلاثة أنواع من المحاصيل العلفية [الإصبعية المتكتلة *Dactylis glomerata* L. (الصنف Ludac) والفستوكة القصبية *Festuca arundinacea* L. (الصنف Soni)، وحشيشة الشيلم المعمر *Lolium perenne* L. (الصنف Milca)] استجابةً لظروف الري والتسميد للوقوف على أهمية إتاحة المياه في التربة، والآزوت في منطقة انتشار الجذور في تحسين الكتلة الحية للمحاصيل العلفية المدروسة. وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة بواقع أربعة مكررات لكل معاملة من المعاملات الثلاث المدروسة. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في وزن الكتلة الحية الطازجة بين الأنواع، والسنوات، وطبيعة الزراعة (مروية، أم بعلية)، والتسميد الآزوتي والتفاعلات المتبادلة بينها. سبّب الاختلاف في متوسط معدل الهطول المطري، والحرارة خلال موسمي النمو تبايناً معنوياً في متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية، حيث كانَ متوسط الوزن الجاف للأجزاء الهوائية خلال الموسم الأوّل أكبر بنحو 57.32% مقارنة بالموسم الثاني. ولوحظ بشكلٍ عام، تفوق الفستوكة معنوياً في متوسط إنتاج الكتلة الحية (0.949 كغ/م^2)، تلاها الإصبعية المتكتلة (0.8227 كغ/م^2)، في حين كان متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى نباتات الشيلم المعمر (0.5960 كغ/م^2). وانخفض متوسط إنتاج الكتلة الحية في الزراعة البعلية بنحو 26.78% مقارنة بالزراعة المروية. وسبّب غياب التسميد الآزوتي انخفاضاً في قدرة الأنواع المدروسة الإنتاجية بنحو 84.26%، مما يشير إلى أنَّ توافر السماد الآزوتي في منطقة انتشار الجذور أكثر أهمية من الماء في تحديد معدل نمو النباتات وتطورها (الكتلة الحية)، بسبب تمكن النباتات من امتصاص المياه من طبقات التربة العميقة الرطبة الفقيرة بالآزوت. ويُعد تأمين الكميات الكافية من المياه والسماد الآزوتي من العوامل المهمة لبلوغ طاقة الأنواع المحصولية العلفية الإنتاجية الكامنة.

الكلمات المفتاحية: التسميد الآزوتي، القدرة الإنتاجية، الكتلة الحية، فعّالية استعمال الآزوت، المحاصيل العلفية.

[1] قسم محاصيل حقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

Evaluation the Production Capacity of Some Forage Grasses in Response to Irrigation and Nitrogen Fertilization Conditions

Mamoun Khaity[(1)]

ABSTRACT

A field trial was conducted at the Institute of National Agricultural Researches, Unit of Eco-physiological Studies for Forage Crops, in France, during the growing seasons 2006/07, to evaluate the production capacity of three forage crops [cocksfoot (*Dactylis glomerata* L. cv. Ludac); fesuque (*Festuca arundinacea* L. cv. Soni); and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Milea)] in response to irrigation and nitrogen fertilization conditions, in order to assess the importance of nitrogen and water availability in the rhizosphere for improving the biomass production of the investigated vegetative crops. The experiment was laid according to split-split randomized complete block design with four replications for each of the three applied treatments. Statistical analysis results revealed significant differences in the weight of dry biomass among years, species, farming system (irrigated/rainfed), fertilization and their interactions. The annual variation in precipitation and the average of maximum temperature caused a significant variation in the biomass production. The biomass fresh weight during the first growing season was higher by 57.23% compared with second one. It has been noticed that the biomass production of fesque was significantly higher (0.949 kg/m^2), followed by cocksfoot (0.8227 kg/m^2), while it was the least in perennial ryegrass (0.5960 kg/m^2). The average biomass production under rainfed conditions decreased by 26.78% compared with irrigated conditions. The absence of nitrogen fertilization caused a reduction in the production capacity of the investigated species by 84.26%, indicating that N availability in the rhizosphere is much more important than water, because water can be taken up by the deep-well branched root system from the deeper wet soil layers, which are poor in nitrogen. Maintaining of adequate amounts of water and nitrogen is an essential prerequisite for getting the potential yield of the studied forage crops.

Key wards: Nitrogen fertilization, Production capacity, Biomass, Nitrogen use efficiency, Forage crops.

[(1)] Department of Field Crops, Faculty of agriculture, University of Damascus, P.O.Box 9123, Syria.

المقدمة

اقتصر تركيز الزراعة سابقاً على الإنتاجية، في حين أصبح لها في الوقت الحاضر العديد من الأهداف، إذ باتتْ تُعنى بتأثير الأنواع المحصولية المزروعة، والنظم الزراعية في النظم البيئية. وأصبحت تهتم بنوعية المنتجات الزراعية، وتقليل -ما أمكن- من تكاليف الإنتاج الزراعي، من خلال زيادة فعّالية استعمال مدخلات الإنتاج، ولاسيّما الأسمدة الآزوتية ومياه الري.

تُعدُّ مسألة فهم العمليات التي تتحكم بحركة الآزوت، ولا سيما امتصاصه وتوزعه ضمن أجزاء النبات المختلفة، مهمة جداً للوقوف على التبدلات التي يمكن أنْ تطرأ على النظم البيئية الزراعية، والخصائص النوعية للمحصول المزروع. وتمثل عمليتا امتصاص الآزوت وتراكمه في النبات مكونين رئيسين من حلقة الآزوت في النظام البيئي الزراعي. ويمكن لشاردة النترات (NO_3^-) التي لا تُمتص من قبل نباتات النوع النباتي المزروع أنْ ترشح إلى المياه الجوفية وتلوثها (Gastal and Lemaire, 2001).

يتباين امتصاص الآزوت في الأنواع النباتية بشكل كبير خلال السنة الواحدة، وبين السنوات، والمواقع، والأنواع، حتى لو كان عنصر الآزوت متاحاً بكميات وافرة سواءً من التربة، أو من إضافة الأسمدة المعدنية. وعندما يُضاف السماد الآزوتي بكميات كبيرة إلى التربة فإنَّ آلية Dynamics تراكم الآزوت في النباتات، في بيئية مختلفة، وضمن أنواع نباتية مختلفة ستكون متماثلة إلى حد ما، وذلك عندما يكون محتوى الآزوت في وحدة المساحة من الأرض مرتبطاً بالكتلة الحية للنبات وليس بعامل الزمن (Greenwood *et al*., 1986; Lemaire and Salette, 1984)، مما يشير إلى حقيقة أنَّه عندما تكون كمية الآزوت المتاحة في التربة كافية، فإنَّ امتصاص الآزوت وتراكمه في النبات يتحدد بدرجة كبيرة بمعدل نمو المزروعات. عموماً، إنَّ العلاقة بين الزيادة في الكتلة الحية للنوع النباتي ومحتوى أجزائه النباتية من الآزوت ليست علاقة خطية Linear relationship، ويمكن أنْ يتراجع معدل امتصاص الآزوت وتراكمه، مع تقدم النبات بالنمو. وتعد مثل هذه الظاهرة أمراً شائعاً في الأنواع المزروعة للحصول منها على المادة الخضراء (Greenwood *et al.,* 1990; Angus and Moncur, 1985).

يتحدد معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها، ومن ثمَّ معدل نمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها بحجم المسطح الورقي الأخضر، وفعّالية الأوراق التمثيلية. ويتحدد كل من معدل نمو الأجزاء الهوائية (السوق، والأوراق)، ومعدل التمثيل الضوئي فيها بمحتوى الأوراق من الآزوت الضروري لتصنيع البروتينات المهمة في عملية التمثيل الضوئي، مثل الأنزيم Rubisco الذي يتوسط تفاعل إضافة غاز الفحم (CO_2) إلى المستقبل الأولي المركب خماسي الكربون Ribulose 1,5 biphosphate خلال تفاعلات الضوء Light

reactions، والبروتينات المعقدة الحاصدة للطاقة الضوئية Light harvesting complex proteins (Evans, 1983, 1989a; Field and Mooney, 1986). ولوحظ في العديد من الدراسات أنَّ الآزوت يعمل على زيادة معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate في الأوراق (Gastal and Saugier,1986; Mac Donald *et al.,* 1986). ويعزى ازدياد مساحة المسطح الورقي الأخضر بازدياد كمية الآزوت المتاحة في التربة، والممتصة من قبل النبات إلى دور الآزوت في زيادة معدل استطالة خلايا الأوراق، ودرجة التفرع في النبات ولا سيما الأنواع العشبية (Trapani and Hall, 1996; Vos *et al.,* 1996).

يُعدُّ الآزوت (N) من العوامل الأكثر أهمية في تحديد إنتاج الكتلة الحية Biomass production بعد شح المياه Water deficiency في النظم البيئة الطبيعية. ويتطلب عادةً الحصول على كامل طاقة المحصول المزروع الإنتاجية Potential yield، ولاسيما المحاصيل العلفية إضافة كميات من السماد الآزوتي أكبر بكثير من الحد الأدنى اللازم لتحقيق الحد الأقصى من النمو. وحقيقةً لم يكن المزارع في الماضي يبالي بذلك بسبب انخفاض أسعار السماد وضعف معرفته العلمية بالتبعات السلبية المتمخضة عن إضافة كميات زائدة من الأسمدة الكيميائية إلى النظم البيئة الزراعية. ولكن حالياً مع استفحال تدهور الأراضي الزراعية Land degradation، وتراجع حجم الموارد المائية السطحية والجوفية وتدني نوعيتها بسبب التبدلات المناخية، والارتفاع المريع والسريع لأسعار الأسمدة الكيميائية، أصبح لزاماً على المزارع أنْ يعتمد إستراتيجية تسميد جديدة تضمن تحقيق أعلى طاقة فسيولوجية للمحصول (الطاقة الإنتاجية الكامنة) بإضافة الحد الأدنى من السماد الآزوتي، مع مراعاة دور العوامل البيئية السائدة في البيئات المستهدفة، ولاسيما إتاحة المياه، واستثمار هذا التفاعل لزيادة فعّالية استعمال كلٍ من الآزوت والمياه.

عموماً، يتأثر امتصاص الآزوت في طبقات التربة السطحية بالحالة المائية للتربة إذ يؤدي جفاف طبقات التربة السطحية إلى تراجع معدل نمو العديد من الحوليات العشبية، بسبب تراجع معدل امتصاص الآزوت والعناصر المعدنية المغذية الأخرى، في حين لا يتأثر ميزان العلاقات المائية في النبات، بسبب استمرار امتصاص الماء من طبقات التربة العميقة الرطبة (Garwood and Williams, 1967 a,b). لذلك، في العجز المائي فإنَّ معدل نمو النباتات يمكن أنْ يتراجع خلال المراحل الأولى من الإجهاد المائي، بسبب نقص الآزوت المُحْدَث بتأثير الجفاف، قبل أنْ تظهر على النباتات أعراض نقص المياه (الذبول)، مما قد يكون عاملاً مضللاً في تقييم مقدار الضرر الناجم عن تراجع محتوى التربة المائي في غلة المحصول الاقتصادية.

في دراسة على نبات الفستوكة الطويلة Tall fescue لمعرفة تأثير إتاحة المياه في معدل امتصاص الآزوت ونسبته في أجزاء النبات الهوائية وإنتاج الكتلة الحية، وارتباط

ذلك بفعّالية استعمال المياه، والوقوف على حقيقة التراجع الذي يمكن أنْ يحصل في معدل نمو النبات، هل هو نتيجة التأثير المباشر للجفاف، أم نتيجة تراجع معدل امتصاص الآزوت بتأثير الجفاف؟ لوحظ أنَّ إيقاف عملية الري وتعريض النباتات للجفاف قد أثَّر سلباً في معدل امتصاص الآزوت المتركز في طبقات التربة السطحية ومن ثمَّ نسبة الآزوت في أنسجة النبات للمقارنة بالمعاملة المروية بكميات كافية من المياه. ولوحظ حدوث تراجع معنوي في فعّالية استعمال المياه في الجفاف، لأنّ النباتات أجبرت على امتصاص المياه من طبقات التربة العميقة، الأمر الذي دفع النبات لتسخير كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي باتجاه الجذور، لتشكيل جذور متعمقة ومتشعبة، على حساب معدل نمو الأجزاء الخضراء الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي(Lemaire and Denoix, 1987).

يمكن بشكل عام، أنْ يُعزى التباين في معدل التمثيل الضوئي بين الأنواع النباتية إلى التباين في الخصائص البيوكيميائية، والشكلية، والتشريحية لأوراقها (Sharkey, 1985). ولوحظ بشكل خاص، وجود علاقة ارتباط موجبة بين معّدل صافي التمثيل الضوئي Net assimilation rate (NAR) ومحتوى الأوراق من الآزوت (Evans, 1989). ويعزى ذلك إلى حقيقة أنَّ قرابة 75% من آزوت الأوراق العضوي يوجد في الصانعات الخضراء Chloroplasts، ومعظمه في الأجهزة التمثيلية ضمن الصانعات الخضراء (Evans and Seemann, 1989).

لا تستطيع نباتات الأنواع العشبية العلفية أنْ تحافظ على نموها في الإجهاد المائي الشديد الذي قد يستمر مدة زمنية طويلة أحياناً في البيئات المعتدلة من منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط. وغالباً ما يترتب عليها ضمن مثل هذه الظروف أنْ تُصارع الجفاف وتبقى حية عدة أسابيع أو أحياناً أشهراً خلال فصل الصيف، لتتمكن فيما بعد من استعادة النمو عند سقايتها بكميات كافية من المياه (Blum, 1996). وتتباين المقدرة على البقاء في الإجهاد المائي الشديد بشكل كبير بين أنواع وطرز الأنواع العشبية العلفية المعمرة، مثل الإصبعية المتكتلة، والفستوكة، وحشيشة الشيلم (Volaire,1995; Volaire and Leliéver, 1997; Volaire *et al.,* 1998). عموماً، إنَّ الانخفاض المشاهد في معدل نمو أجزاء النبات الهوائية، ومن ثمَّ الكتلة الحية يمكن ألاَّ يكون ناجماً عن تأثير الجفاف فقط، بل يمكن أن يكون نتيجة التأثير المتداخل بين الجفاف وتدني امتصاص العديد من العناصر المعدنية المغذية في التربة، ولا سيما الآزوت.

هدف البحث

تقييم التأثير المتبادل بين إتاحة المياه في التربة وكمية الآزوت الممتصة، والوقوف على آلية تأثير هذين العاملين في المقدرة الإنتاجية للأنواع العلفية المدروسة. وتحديد تأثير التباين في العوامل البيئية خلال مواسم النمو في استجابة الأنواع المدروسة لعاملي المياه، والتسميد الآزوتي، وغلة تلك الأنواع النباتية.

مواد البحث وطرائقه

قُيّم أداء ثلاثة أنواع من المحاصيل العشبية العلفية الصيفية في زراعتين مروية وبعلية، بوجود التسميد الآزوتي أوغيابه، لدراسة تأثير كل من الإجهاد المائي، ونقص التسميد الآزوتي، والتأثير المتبادل بينهما في المقدرة الإنتاجية لهذه الأنواع.

نفذت الدراسة خلال موسمي (2007/2006) في وحدة الدراسات البيئية الفيزيولوجية للنباتات العلفية، في المعهد الوطني للبحوث الزراعية في فرنسة INRA، في مدينة لوزينيان Lusignan 86600، التي تقع على خط عرض ′26 °46 شمالاً، وخط طول ′7 °0 شرقاً. يُقدَّر متوسط معدل الهطول المطري السنوي في موقع الدراسة بنحو 456.4، و346.2 مم. سنة$^{-1}$ على التوالي للموسمين. ويبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى قرابة 16.41°م و22.51°م للموسمين على التوالي. تتميز تربة موقع تنفيذ التجربة بكونها تربة حمراء كستنائية، طمييية، تميل إلى الحموضة قليلاً (pH = 6.4).

حُضِّرت الأرض المعدة للزراعة بالطرائق التقليدية وقسِّمت الأرض إلى 36 مسكبة، بمساحة 6.5 م^2 للمسكبة الواحدة. وزرعت بذور أصناف الأنواع الثلاثة المدروسة (الفستوكة، صنف Soni، والإصبعية المتكتلة، صنف Ludac، وحشيشة الشيلم المعمرة، صنف Milca) بطريقة النثر باليد (بمعدل 38 كغ. هكتار$^{-1}$ بالنسبة إلى الفستوكة، وحشيشة الشيلم المعمر، ومعدل 23 كغ. هكتار$^{-1}$ بالنسب إلى الإصبعية المتكتلة)، بواقع أربعة مكررات لكل معاملة (زراعة مروية بوجود الآزوت، وأخرى بغيابه، وزراعة بعلية بوجود الآزوت، وأخرى بغيابه). وسمدت القطع التجريبية في البداية بما يعادل 50 وحدة N للهكتار من سماد اليوريا 46%، في حين أضيفت كمية من السماد الآزوتي (اليوريا 46%) تعادل 140 وحدة N/هكتار في الزراعة المروية و70 وحدة N/هكتار في الزراعة البعلية بعد كل حشة. وأضيفت كامل الأسمدة البوتاسية (سلفات البوتاسيوم) (150 وحدة K_2O/هـ) والفوسفاتية (السوبر فوسفات الأحادي) (150 وحدة P_2O_5/هـ) قبل الزراعة.

زُرعت الأصناف الثلاثة بتاريخ 2005/4/13 ليتم تقييم القدرة الإنتاجية في السنوات التالية. وتمت مكافحة الأعشاب يدوياً ثلاث مرات خلال موسمي النمو، الأولي بتاريخ 2005/6/21، والثانية بتاريخ 2005/9/20، والثالثة بتاريخ 2007/3/12. قُيّمَ أداء الأصناف المدروسة استجابةً للمعاملات من خلال حش النباتات يدوياً (أربع حشات)، على ارتفاع 8 – 10 سم، وتسجيل الوزن الجاف للكتلة الحية في وحدة المساحة.

نُفذت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) المنشقة، بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. وبُوّبت البيانات المتحصل عليها من كل سنة، وحللت إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي M-stat-c لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيرات المدروسة، والتفاعلات المتبادلة بينها، وقيم معامل التباين (CV.%).

النتائج والمناقشة

يُلاحظ وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في وزن الكتلة الحية خلال موسمي النمو. ويلاحظ من الجدول (1) أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية المتشكلة خلال الموسم الزراعي الأول كانت أعلى معنوياً (1.003 كغ/م^2) مقارنة بالموسم الزراعي الثاني (0.5750 كغ/م^2). ويلاحظ وجود فروق معنوية في إنتاج الكتلة الحية بين الأنواع المدروسة، حيث كان متوسط وزن الكتلة الحية بغض النظر عن موسم الزراعة، ونوع الزراعة (مروية، أم بعلية) والتسميد الآزوتي الأعلى معنوياً لدى نباتات الفستوكة (0.9491 كغ/م^2)، تلاه وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة (0.8227 كغ/م^2)، في حين كان متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمر (0.5960 كغ/م^2).

الجدول (1) متوسط إنتاجية الكتلة الحية (كغ/م^2) للأنواع العلفية الثلاثة المدروسة.

الموسم الزراعي الأوّل							
النوع	الزراعة المروية		الزراعة البعلية		المتوسط		
	مسمَّد (N)	غير مسمَّد (N)	مسمَّد (N)	غير مسمَّد (N)	مسمَّد	غير مسمَّد	كلي
الإصبعية المتكتلة	2.159	0.371	1.4303	0.2735	1.79465	0.3225	1.05857
الفستوكة	2.524	0.6048	1.4837	0.40725	2.0038	0.5060	1.2549
الشيلم المعمَّر	1.585	0.2675	0.9978	0.1395	1.2914	0.2035	0.74745
الموسم الزراعي الثاني							
النوع	الزراعة المروية		الزراعة البعلية		المتوسط		
	مسمَّد (N)	غير مسمَّد (N)	مسمَّد (N)	غير مسمَّد (N)	مسمَّد	غير مسمَّد	كلي
الإصبعية المتكتلة	1.080	0.0922	1.0753	0.1463	1.0776	0.11915	0.59837
الفستوكة	1.228	0.1470	1.1628	0.1910	1.1954	0.169	0.6822
الشيلم المعمَّر	0.8250	0.0529	0.7925	0.10925	0.80875	0.08107	0.4491

ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الأنواع مع السنوات، أنَّ متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الإصبعية المتكتلة خلال السنة الثانية (1.216 كغ/م^2)، تلاه النوع نفسه خلال السنة الأولى (1.047 كغ/م^2)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر خلال الموسم الثاني (0.4446 كغ/م^2)، تلاه وبفروق معنوية الفستوكة خلال الموسم الثاني (0.5985 كغ/م^2)، ثمَّ الشيلم المعمِّر خلال الموسم الأول (0.6821 كغ/م^2).

ويلاحظ بالنسبة إلى معاملة نوع الزراعة (مروية، أم بعلية) أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية كان الأعلى معنوياً في الزراعة المروية (0.9113 كغ/م^2). ويلاحظ أنَّ الزراعة البعلية ومخزون التربة المائي قد سببا انخفاضاً في متوسط مقدرة الأنواع النباتية

الإنتاجية مقداره 36.78%. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل السنوات مع نوع الزراعة، أنَّ متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً في الزراعة المروية خلال السنة الأولى (1.252 كغ/م^2)، تلاه وبفروق معنوية الزراعة المروية خلال السنة الثانية (0.7550 كغ/م^2)، في حين كان متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً في الزراعة البعلية وخلال الموسمين من دون فروق معنوية بينهما (0.5708، 0.5793 كغ/م^2 على التوالي). أما في تفاعل الأنواع النباتية المدروسة مع نوع الزراعة فإن متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الفستوكة في الزراعة المروية (1.126 كغ/م^2)، تلاه وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة في الزراعة المروية (0.9256 كغ/م^2)، ثمَّ الفستوكة في الزراعة البعلية (0.7724 كغ/م^2)، في حين كان متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر في الزراعة البعلية (0.5094 كغ/م^2)، تلاه الشيلم المعمِّر، والإصبعية المتكتلة في الزراعة البعلية ودون فروق معنوية بينهما (0.6826، 0.7197 كغ/م^2 على التوالي). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل السنوات مع الأنواع مع نوع الزراعة أنَّ متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الإصبعية المتكتلة في الزراعة المروية خلال السنة الثانية (1.564 كغ/م^2)، تلاه وبفروق معنوية النوع النباتي نفسه في الزراعة المروية خلال الموسم الزراعي الأوَّل (1.265 كغ/م^2)، في حين كان متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر في الزراعتين المروية والبعلية خلال الموسم الثاني ودون فروق معنوية بينهما (0.4389، 0.4602 كغ/م^2 على التوالي). وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى باقي التفاعلات بما ينسجم مع الترتيب الملاحظ من النتائج السابقة.

وفي معاملة التسميد (وجود السماد الآزوتي، أو غيابه)، يلاحظ أنَّ متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات الموجودة في القطع التجريبية المسَّمدة بكميات كافية من السماد الآزوتي (1.364 كغ/م^2) مقارنة بالقطع التجريبية غير المسَّمدة (0.2146 كغ/م^2). ويلاحظ أنَّ عدم إضافة السماد الآزوتي قد أدى إلى انخفاض مقدرة النباتات (كقيمة متوسطة للأنواع جميعها) في تشكيل الكتلة الحية بنحو 84.26% مقارنة بإضافة السماد، الأمر الذي يشير إلى أهمية توافر السماد الآزوتي بكميات كافية لزيادة معدل نمو المزروعات، وزيادة وزن الكتلة الحية. أما تفاعل الأنواع مع المعاملة السمادية (وجود الآزوت، أو غيابه)، فإن متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الفستوكة المسَّمدة بكميات كافية (1.606 كغ/م^2)، تلاها وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة المسَّمدة (1.436 كغ/م^2)، في حين كان متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر غير المسَّمد (0.1423 كغ/م^2)، تلاها وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة غير المسَّمدة (0.2092 كغ/م^2). تشير هذه النتائج إلى أنَّ الإصبعية المتكتلة حساسة جداً لنقص المياه والسماد الآزوتي، وتستجيب بشكل كبير للري، ولمعدلات التسميد الآزوتي العالية. أما تفاعل السنوات مع الأنواع ومعاملة التسميد فتوجد فروق معنوية في متوسط إنتاج الكتلة

الحية. إذ يلاحظ أنّ متوسط إنتاج الكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الإصبعية المتكتلة المسمّدة خلال الموسم الثاني (2.016 كغ/م^2)، تلاها وبفروق معنوية النوع نفسه المسَّمد خلال الموسم الأوّل (1.795 كغ/م^2)، ثمَّ الفستوكة المسَّمدة خلال الموسم الأول (1.291 كغ/ م^2) ثمَّ وبفروقات معنوية نباتات الشيلم المعمِّر المسَّمدة خلال الموسم الأوّل (1.195 كغ/م^2)، في حين كانَ متوسط إنتاج الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر غير المسَّمد خلال الموسم الثاني، والفستوكة غير المسَّمدة خلال الموسم الثاني، والشيلم المعمِّر غير المسَّمد خلال الموسم الأول ودون فروق معنوية بينهما (0.08100، 0.1194، 0.1690 كغ/م^2 على التوالي). ومن تفاعل طبيعة الزراعة مع معاملة التسميد يلاحظ أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية خلال كامل موسم النمو وكقيمة متوسطة لكلا الموسمين كانت الأعلى معنوياً لدى النباتات المسَّمدة بكميات كافية من الآزوت في الزراعة المروية (1.567 كغ/م^2)، تلاها وبفروق معنوية النباتات المسَّمدة في الزراعة البعلية (1.161 كغ/م^2)، ثمَّ النباتات غير المسَّمدة في الزراعة المروية (0.2559 كغ/م^2)، في حين كان متوسط وزن الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى النباتات غير المسمّدة في الزراعة البعلية (0.1733 كغ/م^2).

يُلاحظ من خلال هذه النتائج أنَّ إتاحة كل من المياه والسماد الآزوتي في التربة تؤديان دوراً مهماً في تحديد معدل نمو الأجزاء الهوائية وتطورها (الكتلة الحية)، ولكن يُلاحظ أنَّ عنصر الآزوت أكثر أهمية من الماء في زيادة معدل نمو النباتات، إذ يلاحظ أنَّ نسبة الانخفاض في الوزن الجاف للكتلة الحية في النباتات المسَّمدة بالآزوت في الزراعة البعلية كانت فقط 25.91%، في حين وصلت إلى نحو 83.67% لدى النباتات غير المسَّمدة بالآزوت والمزروعة بشكلٍ مروي مقارنة بوزن الكتلة الحية في النباتات المسَّمدة والمروية معاً.

ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل السنوات مع طبيعة الزراعة ومعاملة التسميد، أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية والمسَّمدة بالآزوت خلال السنة الأولى (2.089 كغ/م^2)، تلاها وبفروق معنوية النباتات المسَّمدة في الزراعة البعلية (1.312 كغ/^{2})، ثمَّ النباتات المسَّمدة المروية خلال الموسم الثاني (1.044 كغ/م^2)، ثمَّ ودون فروق معنوية مع الأخيرة النباتات المسَّمدة في الزراعة البعلية خلال الموسم الثاني (1.010 كغ/م^2)، في حين كان متوسط وزن الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى النباتات غير المسَّمدة المروية خلال الموسم الثاني، والنباتات غير المسمّدة في الزراعة البعلية خلال الموسم الثاني، والنباتات غير المسمّدة في الزراعة البعلية خلال الموسم الأول ودون فروق معنوية بينها (0.09742، 0.1488، 0.1978 كغ/م^2 على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الأنواع مع طبيعة الزراعة مع التسميد أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الفستوكة المسَّمدة المروية (1.876 كغ/م^2)،

تلاها وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة المسَّمدة المروية (1.620 كغ/م^2)، ثمَّ الفستوكة المسَّمدة في الزراعة البعلية (1.336 كغ/م^2)، تلاها ودون فروق معنوية الإصبعية المتكتلة المسَّمدة في الزراعة البعلية (1.253 كغ/م^2)، في حين كان متوسط وزن الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر غير المسَّمد في الزراعة البعلية، ونباتات النوع نفسه غير المسَّمدة في الزراعة المروية، والإصبعية المتكتلة غير المسَّمدة في الزراعة البعلية، ونباتات الفستوكة غير المسَّمدة في الزراعة البعلية، والإصبعية المتكتلة غير المسَّمدة في الزراعة المروية ودون فروق معنوية بينها (0.1244، 0.1601، 0.1866، 0.2090، 0.2317 كغ/م^2 على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المتغيرات المدروسة معاً، أنَّ متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية كان الأعلى معنوياً لدى الفستوكة المسَّمدة والمروية خلال الموسم الأوَّل (2.524 كغ/م2)، تلاه وبفروق معنوية الإصبعية المتكتلة المسَّمدة والمروية خلال الموسم الأوَّل (2.155 كغ/م^2)، ثمَّ الشيلم المعمِّر المسَّمد والمروي خلال الموسم الأوَّل (1.585 كغ/م^2)، تلاه ودون فروق معنوية الفستوكة المسَّمدة في الزراعة البعلية خلال الموسم الأول (1.509 كغ/م^2)، ثمَّ الإصبعية المتكتلة المسَّمدة في الزراعة البعلية خلال الموسم الأول (1.430 كغ/م^2)، في حين كان متوسط وزن الكتلة الحية الأدنى معنوياً لدى الشيلم المعمِّر في غياب التسميد والري خلال الموسم الأول (0.05275 كغ/م^2)، ثمَّ الشيلم المعمِّر غير المسَّمد في الزراعة البعلية خلال الموسم الثاني (0.1093 كغ/م^2). وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى باقي التفاعلات مقارنة بالنتائج الأولية السابقة.

يُعزى التباين المعنوي في متوسط الوزن الجاف للكتلة الحية بين موسمي الدراسة في الزراعتين المروية والبعلية إلى التباين في معَّدل الهطول المطري، ودرجات الحرارة العظمى السائدة خلال الموسم. إذ كان متوسط معَّدل الهطول المطري خلال الموسم الأول 2006 قرابة 456.4 مم. سنة$^{-1}$، في حين لم يتجاوز خلال الموسم الزراعي الثاني 346.2 مم. سنة$^{-1}$، فضلاً عن أنَّ متوسط درجة الحرارة العظمى كان أعلى بنحو 6 درجات (22.51 ْم) خلال الموسم الثاني، مقارنة بالموسم الأوَّل (16.41 ْم). يُلاحظ مما تقدم أنَّ محتوى التربة المائي في الزراعتين المروية والبعلية، وكمية المياه المتاحة للنبات كانت أكبر خلال الموسم الأوَّل مقارنة بالموسم الثاني، بسبب هطول كمية من الأمطار أكبر بنحو 110 مم. سنة$^{-1}$، وانخفاض متوسط درجة الحرارة العظمى، إذ يؤدي ارتفاع متوسط درجة الحرارة خلال النهار إلى زيادة معدل فقد الماء بالتبخر بشكلٍ مباشر من سطح التربة، والنتح عن طريق مسامات الأوراق، الأمر الذي يؤثر سلباً في محتوى التربة المائي، وفعالية استعمال المياه. ويؤكد التباين في متوسط وزن الكتلة الحية بين ظروف الزراعة المروية والبعلية أهمية توافر المياه لزيادة معدل نمو الأجزاء الهوائية، وتطورها. ولوحظ بشكلٍ عام أنَّ متوسط وزن الكتلة الحية قد انخفض بنحو 26.78% في

الزراعة البعلية مقارنة بالزراعة المروية. عموماً، تساعد إتاحة المياه في زيادة مقدرة النباتات الإنتاجية، من خلال ضمان استمرار انفتاح المسامات (زيادة الناقلية المسامية)، ومن ثمَّ زيادة معدل انتشار غاز الكربون (CO_2) في أثناء عملية التبادل الغازي عبر المسامات، مما يؤدي إلى زيادة كمية غاز الكربون المتاح ضمن مراكز التثبيت في الصانعات الخضراء، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة معدل تثبيت الكربون، وتصنيع المادة الجافة وتراكمها. ويمكن أن يساعد توافر المياه في تقليل معدل نمو الأجزاء الأرضية (الجذور)، مما يقلل من كمية المادة الجافة المسخَّرة لنمو الجذور وتطورها، ومن ثمَّ زيادة كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة لنمو الأجزاء الهوائية (السوق، والأوراق)، الأمر الذي يُحسِّن من فعالية توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين الأجزاء النباتية المختلفة بما يضمن زيادة نسبة الأجزاء الاقتصادية (الكتلة الحية) المتشكلة. ويرتبط أيضاً معدل توسع خلايا الأوراق بقيمة جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق (Durand *et al.,* 1994). ويتحدد الأخير بكمية الماء الحرَّ المتاح في منطقة انتشار الجذور، إذ يزيد محتوى التربة المائي من فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة والنبات، الأمر الذي يزيد من معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل جذور النباتات بكمية كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح، مما يساعد في المحافظة على اتزان العلاقات المائية، وجهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، الذي يُعدُّ بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Cossegrove, 1989). ويؤدي استمرار انفتاح المسامات وفقد الماء بالنتح عند إتاحة المياه (الزراعة المروية) إلى تأخير شيخوخة الأوراق واستدامة اخضرارها وفعَّاليتها في عملية التمثيل الضوئي، بسبب استمرار التأثير المبرد لعملية فقد الماء بالنتح، مما يساعد في منع حدوث الشيخوخة المبكرة للأوراق، إذ يؤدي الجفاف وعدم كفاية المياه المتاحة في التربة لتلبية احتياجات النباتات النتحية إلى دفع النباتات للمحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي إلى تقليل الناقلية المسامية إلى حدَّ الانغلاق أحياناً وذلك حسب شدة الإجهاد المائي، وطبيعة استجابة النوع النباتي للإجهاد المائي، ويؤدي انغلاق المسامات إلى تعطيل التأثير المبرد لعملية النتح، وحدوث التحميل الحراري الزائد الأمر الذي يؤدي إلى احتراق الأوراق، مما يؤثر سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي، ومن ثمَّ فعالية النبات التمثيلية، نتيجة تقليل كمية الطاقة الضوئية الممتصة (Evans, 1993a).

ويُعزى أيضاً تراجع المقدرة الإنتاجية للأنواع المدروسة في الزراعة البعلية مقارنة بالزراعة المروية إلى تراجع معدل امتصاص الآزوت والعناصر المعدنية الأخرى المتركزة في طبقات التربة السطحية، مما يؤثر سلباً في معدل نمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها، ويمكن ألاَّ تظهر على النباتات أعراض الجفاف خلال المراحل الأولى من الإجهاد المائي بسبب تغلل الجذور، ووصولها إلى طبقات التربة العميقة الرطبة

(Fitter, 1991). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثان Lemaire and (1987) Denoix في نباتات الفستوكة الطويلة.

ويُعزى التباين في الوزن الجاف للكتلة الحية في القطع التجريبية المسَّمدة بكميات كافية من الآزوت مقارنة بالقطع غير المسَّمدة، إلى أهمية المركبات الآزوتية في تصنيعً البروتينات البنائية، ومن ثمَّ زيادة عدد الخلايا النباتية المتشكلة (النمو). ولمّا كانت الأنزيمات كلّها بروتينات، لذلك تؤدي زيادة كمية الآزوت المتاحة في التربة، والممتصة من قبل النبات إلى تشكيل كمية أكبر من الأنزيمات، وخاصةً تلك المهمّة في حلقة اختزال الكربون الثلاثية، مثل الأنزيم Rubisco، لذلك توجد علاقة ارتباط خطية بين تركيز الآزوت في الأوراق ومعدل صافي التمثيل الضوئي (Evans, 1989; Field and Mooney, 1986)، ومن ثمَّ كمية المادة الجافة المصنعَّة والمتاحة لنمو أجزاء النبات المختلفة. يشكل الآزوت العضوي نحو 75% من بروتينات الصانعة الخضراء، لذلك ترتبط فعّالية النبات التمثيلية، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المصنّعة بكمية الآزوت المتاحة في التربة، والممتصة من جذور النبات (Gastal and Nelson, 1994).

عموماً، يمكن أنْ يُعزى التباين في المقدرة الإنتاجية للأنواع المدروسة إلى التباين في فعاليتها في استعمال المياه، والآزوت، فضلاً عن التباين في فعاليتها التمثيلية (كمية نواتج التمثيل المصنعَّة)، والتباين في فعالية نقل وتوزيع نواتج التمثيل بين أجزاء النباتات المختلفة، بما يضمن تشكيل أكبر كمية ممكنة من النموات الخضرية.

الجدول (2) نتائج التحليل الإحصائي

المتغير	أقل فرق معنوي (LSD < 0.05)	معامل التباين (CV%)
السنوات	0.02575	8.07
الأنواع	0.03154	
السنوات × الأنواع	0.04461	
نوع الزراعة (مروية، بعلية)	0.02575	
السنوات×نوع الزراعة	0.03642	
الأنواع×نوع الزراعة	0.04461	
السنوات×الأنواع×نوع الزراعة	0.06309	
التسميد	0.02575	
السنوات×التسميد	0.04461	
الأنواع×التسميد	0.06309	
السنوات×الأنواع×التسميد	0.03642	
نوع الزراعة×التسميد	0.05151	
السنوات×نوع الزراعة×التسميد	0.1262	
السنوات×الأنواع×نوع الزراعة×التسميد	0.08922	

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثان Gastal and Bélanger (1993) في أنَّ معدَّل التمثيل الضوئي، ومن ثمَّ مقدرة الفستوكة الطويلة الإنتاجية تتحدد بالعوامل البيئية (الحرارة، ومعدل الهطول المطري) السائدة خلال موسم الزراعة، ومحتوى التربة من السماد الآزوتي.

الاستنتاجات

1) يوجد تباين وراثي في مقدرة الأنواع المحصولية العلفية المدروسة الإنتاجية في الزراعتين المروية والبعلية.
2) تتحدد المقدرة الإنتاجية للأنواع المدروسة بكمية المياه والسماد الآزوتي المتاحة في منطقة انتشار الجذور. ويُعدُّ السماد الآزوتي أكثر أهمية في تحسين مقدرة الأنواع المدروسة الإنتاجية مقارنة بالمياه.
3) يؤثر تراجع محتوى التربة المائي سلباً في معدَّل امتصاص الآزوت، ومن ثمَّ غلة المحصول البيولوجية.
4) تتحدد فعالية نباتات الأنواع المدروسة التمثيلية بمقدرتها على المحافظة على جهد الامتلاء، وتركيز مرتفع من الآزوت ضمن خلايا الأوراق.
5) تتأثر نباتات الإصبعية المتكتلة تأثراً كبيراً بنقص المياه والآزوت في التربة. وتُعدُّ الإصبعية المتكتلة من الأنواع العشبية العلفية عالية الاستجابة للري والتسميد.
6) يُنصح بالتوسع بزراعة الفستوكة والإصبعية المتكتلة دون الشيلم المعمِّر كمحاصيل علفية بديلة لأنها تتسم بمقدرة إنتاجية أعلى ضمن مدى واسع من العوامل الجوية والتربية.

REFERENCES المراجع

Angus JF, Moncur MW 1995. Models of growth and development of wheat in relation to plant nitrogen. ***Australian Journal of Agricultural Research*** **36, 537-544.**

Cossgrove, DJ 1989. Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. ***Planta*****, (177):121.**

Durand JL, Onillon B, Gastal F. 1994. Turgor in the growth zone of tall fescue leaves at low water and nitrogen availability: driving or driven force? Colloque inter dis-ciplinaires du CNRS. ***Biome´canique des V e´g e´taux, Framce*** **94, 57-58.**

Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C_3 plants. ***Oecologia*** **(Berlin) 78: 9-19.**

Evans, JR 1993b. Photosynthetic acclimation and nitrogen partitioning within a Lucerne canopy. I. Canopy characteristics. ***Australian Journal of plant physiology*** **20, 55-67.**

Evans, JR and Seemann, JR 1989. The allocation of protein nitrogen in the photosynthetic apparatus: costs, consequences, and control. In: Briggs, W.R., ed. ***Photosynthesis*****. New York, USA: Alan, R. Liss, 183-205.**

Field, C and Mooney HA 1986. The photosynthesis-nitrogen relationship in wild plants. In: Givnish TJ, ed. ***On the economy of plant form*****. Cambridge: University Press, 25-53.**

Fitter, AH 1991. The ecological significance of root system architecture: an economic approach. In: Atkinson D, ed. ***Plant root growth. An ecological perspective*****. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 229-242.**

Gastal, F and Bélanger, G 1993. The effects of nitrogen fertilization and the growing season on photosynthesis of field-grown tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) canopies. ***Annals of Botany*** **72, 401-408.**

Gastal, F and Lemaire, G 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. ***Journal of Experimental Batany*****, vol. 53, No. 370, pp.789-799.**

Gastal, F and Nelson, CJ 1994. Nitrogen use within the growing leaf plade of tall fescue. ***Plant Physiology*** **105, 191-197.**

Gastal, F and Saugier, B 1986. Alimentation azotée et croissance de la fétuque élevée. I. Assimilation du carbone et répartition entre organs. ***Agronomie*** **6, 157-166**

Garwood, EA and Williams, TE 1967a. Soil water use and growth of a grass sward. ***J. Agric. Sci.*** **Comb. 68:281-292.**

Garwood, EA and Williams, TE 1967b. Growth water use and nutrient uptake from sub soil by grass sward. ***J. Agric. Sci.*** **Camb. 69:125-130.**

Greenwood, DJ; Neeteson JJ, Draycott, A 1986. Quantitative relationships for the dependence of growth rate of arable crops on their nitrogen content, dry weight and aerial environment. ***Plant and Soil*** **91, 281-301.**

Greenwood, DJ; Lemaire, G; Gosse, G; Cruz, P; Draycott, A and Neeteson, JJ 1990. Decline in percentage N of C_3 and C_4 crops with increasing plant mass. ***Annals of Botany*** **66, 425-436.**

Lemaire, G and Salette, J 1984. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d azote pour un peuplement de graminées fourragères. I Etude de l effet du milieu. ***Agronomie*** **4, 423-430.**

Lemaire, G and Denoix, A 1987. Croissance estivale en matie´re se´ehe de peuplement de fctupue e´leve´e (*Festuca aundianceae* Schreb.) etde cactyle (*Dactylis glomerata* L.) dans pouest de la France. Agronomie, 4:423-430.

MacDonald, AJS; Lohammar, T and Ericsson, A 1986. Growth response to step-decrease in nutrient availability in small birch (*Betula pendula* Roth). ***Plant, Cell and Environment*** **9, 427-432.**

Sharkey, T.D. (1988). ***Photosynthesis*** **in intact leaves of C_3 plants: physics, physiology and rate limitations.** ***Botanical Review*** **5:53-105.**

Trapani, N and Hall, AJ 1996. Effects of leaf position and nitrogen supply on the expansion of leaves of field-grown sunflower (*Helianthus armuus* L.). ***Plant and Soil*** **184, 331-340.**

Volaire, F 1995. Growth, carbohydrate reserves and drought survival strategies of contrasting *Dactylis glomerata* populations in a Mediterranean environment. ***J. of Applied Ecology*** **52, 56-66.**

Volaire, F and Leliévre, F 1997. Production persistence and water soluble carbohydrates accumulation in 21 contrasting populations of *Dactylis glomerata* L. subjected to severs drought in the south of France. ***Australians J. of Agricultural Research*** **48:933-944.**

Volaire, F; Thowas, H and Leliévre, F 1998. Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought. I. Growth, in herbage and stubble. ***New Physiologist*** **140, 439-449.**

Vos, J; Biemond, H and Struik, PC 1996. Dynamics of change of leaf attributes of *Brussels sprouts* in response to switches between high and low supply of nitrogen. ***Netherlands Journal of Agricultural Science*** **44, 31-42.**

Received	**2009/04/26**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2009/06/10**	**قبول البحث للنشر**