

دراسة تأثير التغيرات المناخية في فسيولوجيا شجرة الزيتون باستخدام تقنيتي تقدير نسبة

التميز النظيري للكربون ($\delta^{13}C$) ونسبة C/Nرزق بشير سليمان¹، تحسين سباعرة²¹ قسم الإنتاج النباتي و الوقاية، كلية الزراعة، جامعة الخليل² قسم البيئة و الزراعة المستدامة، كلية العلوم والتكنولوجيا الزراعية، جامعة فلسطين التقنية - خضوريrezqbasheer@hebron.edu¹, tsayara@yahoo.com²

الملخص

في هذا البحث تم دراسة تأثير التغيرات المناخية وخاصة قلة المياه والجفاف في فسيولوجيا أشجار الزيتون وذلك باستخدام تقنيتي تقدير نسبة التميز النظيري للكربون $\delta^{13}C$ وتقدير نسبة C/N. حيث تم إختيار أربعة أصناف من الزيتون هي الرومي، والصوري، والنبالي المحسن، والنصوحى، مزروعة في ثلاثة مواقع جغرافية ذات أنماط مطرية مختلفة شملت كلاً من منطقة يطا / الخليل (منطقة جافة وقليلة الهطول المطري، أقل من 300 ملم)، منطقة جبع / القدس (منطقة شبه جافة ومتوسطة الهطول المطري)، بالإضافة الى منطقة كفر راعي / جنين (منطقة عالية الهطول المطري، أعلى من 550 ملم). أظهرت النتائج إختلافات وفروقات بين أصناف الزيتون الأربعة. حيث سجل صنف الصوري قيمةً معنويةً عاليةً (أقل سلبيةً) لنسبة التميز النظيري للكربون ($\delta^{13}C$) وخاصةً في المنطقة الجافة. كما وتناسبت قيم $\delta^{13}C$ لهذا الصنف طردياً مع معدلات الهطول المطري (أكثر سلبيةً في المناطق الجافة "27-"، متوسطة في المناطق شبه الجافة "26-"، وأقل سلباً في المناطق عالية الامطار "25-"). على العكس تماماً فقد سلك صنف الرومي والذي أظهر قيمةً لـ $\delta^{13}C$ أقل سلبيةً في المناطق الجافة وأكثر سلبيةً في المناطق ذات الهطول المطري العالي، كما وأظهر التحليل الإحصائي لـ C/N وجود فروقات معنويةً عاليةً لصنفي الزيتون الصوري والرومي مع أعظمية واضحة للصنف الصوري مقارنةً مع صنفي النبالي المحسن والنصوحى. وبناءً عليه يمكننا القول بأن صنف الصوري قد يكون الأنسب للزراعة المستقبلية ومواجهة تغير المناخ وقلة المياه وخاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة، في حين ينصح بزراعة صنف الرومي في المناطق ذات المعدلات المطرية الاعلى.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، نسبة التميز النظيري للكربون ($\delta^{13}C$)، نسبة C/N، الزيتون.

المقدمة

يواجه العالم مشاكل وتحديات متزايدة في الإنتاج الزراعي، أبرزها ظاهرة التغير المناخي الحاد والغموض المستقبلي الذي يكتنف هذه الظاهرة التي باتت تؤثر ليس في الإنتاج الزراعي فحسب بل شملت مناخي الحياه الاخرى كافة. فعلى مستوى الوطن العربي، يشير التقرير الأخير الصادر عن المنتدى العربي للبيئة والتنمية أن تغير المناخ سوف يكون واحداً من الدوافع الرئيسية للحد من مستويات الأمن الغذائي في العالم العربي خلال العقود القليلة المقبلة من خلال الإنخفاض الحاد في الإنتاجية الزراعية بسبب زيادة درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار، بالإضافة الى زيادة معدلات انجراف التربة ونقص محتوى المادة العضوية فيها تبعاً لهذه التغيرات (AFED, 2014).

كما تشير دراسات النمذجة (model projections)، إلى أنه بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين، فإن المنطقة العربية ستواجه زيادة قدرها 0.9 إلى 4.1 درجة مئوية في درجة حرارة سطح الأرض، وستتزن هذه الزيادة بانخفاض المياه المتاحة إلى النصف (Black, 2009).

كذلك بين التقرير الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ ان التغيرات المناخية المتوقعة سوف تؤدي إلى شتاء أقصر وأكثر جفافاً، وصيف أكثر حرارة، بالإضافة إلى زيادة تواتر موجات الحرارة وحدوث المزيد من التقلبات المناخية المتطرفة (IPCC, 2014).

فعلى مدى العقود القليلة الماضية التي مرت على فلسطين، فقد لوحظ انخفاض حاد في معدل هطول الأمطار وخاصةً مناطق الضفة الغربية. حيث إنّ سقوط الأمطار لم يكن موزعاً بشكل جيد خلال فصل الشتاء، بل إن الغالبية العظمى كانت تأتي خلال فترات قصيرة ومكثفة من الزمن، الأمر الذي من شأنه زيادة تفاقم مشكلة توافر المياه للإنتاج الزراعي. وشهدت هذه الفترة زيادة عدد حالات الجفاف، وخاصة في المنحدرات الجنوبية والشرقية للضفة الغربية (PCBS, 2010). كما سجل خلال السنوات القليلة الماضية تناقصاً حاداً في معدلات تغذية خزانات المياه الجوفية في المنطقة التي يتم عادةً تجميعها بشكل رئيسي من الأمطار المتساقطة على سلسلة المناطق الجبلية التي تمتد من شمال الضفة الغربية إلى جنوبها (ARIJ, 2012 and LRC, 2013).

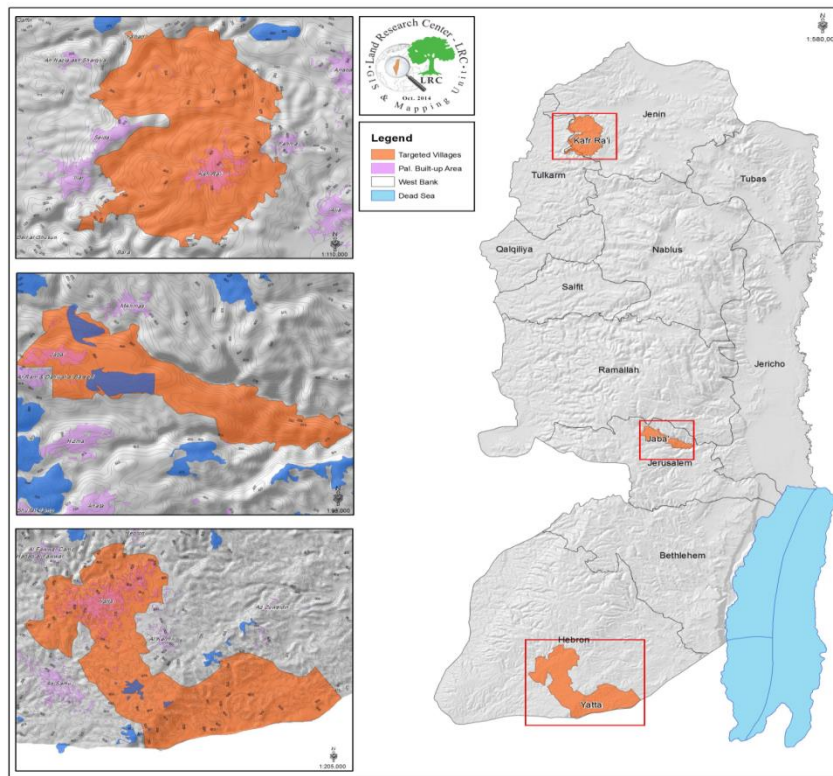
تعتمد الزراعة في فلسطين بشكل رئيسي على مياه الأمطار فقط ، ونادراً ما يكون الري التكميلي متاحاً. حيث تصل نسبة اعتماد المحاصيل الزراعية المختلفة وخاصة قطاع الفاكهة منها إلى ما يزيد عن الـ 96%. وهذا الوضع يشكل تحدياً كبيراً للمجتمع الفلسطيني الذي تُعدُّ فيه قطاع الزراعة واحداً من أهم القطاعات الإقتصادية والإجتماعية والوطنية. ووفقاً لهذا القطاع تُعدُّ الزيتون المحصول الأهم في الزراعة الفلسطينية من حيث العائد الإقتصادي والمساحة المغطاة. حيث يغطي الزيتون حوالي 100000 هكتار موزعة في جميع أنحاء الضفة الغربية، ويشكل ما يفوق النصف من مجمل المساحة المزروعة في الضفة الغربية. كما تسهم هذه الشجرة بما يزيد عن 45% من إجمالي الناتج الإجمالي لإنتاج الفاكهة (MOA, 2011). بالإضافة إلى ذلك يلعب هذا القطاع دوراً هاماً في توفير الدخل للأسر الفقيرة كما يعزز الغذاء في المنطقة. ونظراً لهذه الأهمية ومواكبة للتغيرات المناخية السريعة التي طرأت على المنطقة، فقد أعدت وزارة الزراعة الفلسطينية بالتعاون مع المؤسسات ذات العلاقة، إستراتيجيتها الوطنية لقطاع الزيتون للأعوام 2014-2019 (وزارة الزراعة الفلسطينية، 2014)، وركزت على أهمية دراسة تأثير المناخ على أشجار الزيتون بإعتباره العمود الفقري المكون للزراعة والحياه الريفية في فلسطين.

بناءً على ما تقدم، وفي ظل شح الدراسات والأبحاث المتعلقة بدراسة تأثير تغير المناخ في المحاصيل الزراعية في الوطن العربي بشكل عام وفلسطين على وجه الخصوص، تقتضي الحاجة إلى إجراء المزيد من هذه الدراسات من أجل فهم كيفية إستجابة هذه المحاصيل لهذه التغيرات، وبالتالي رسم إستراتيجيات من شأنها تقليل أضرار التغيرات المناخية وأثارها من جهة (Niles et al., 2015)، والمساعدة في أقامة النباتات والحفاظ عليها من الإنقراض من جهة أخرى.

في هذا البحث، تم دراسة تأثير تغيرات المناخ، وخاصةً الإختلافات في وفرة المياه المتاحة، في فسيولوجيا أشجار الزيتون، وذلك بإستخدام تقنية تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون $\delta^{13}C$ (Stable Carbon Isotope Techniques)، وبالتالي إمكانية تحديد أصناف الزيتون المناسبة من حيث الإنتاجية والتنافسية في البيئات المناخية المختلفة في المستقبل. حيث تم هنا إختيار شجرة الزيتون يوصفها نموذجاً للدراسة، نظراً لم تتمتع به هذه الشجرة من تاريخ وطول عمر مديد، وما زالت هذه الشجرة متواجدة ومواكبة لتغيرات مناخية عديدة وفترات جفاف مختلفة على مر هذه السنين.

المواد وطرق البحث

تم جمع عينات من ورق الزيتون (أوراق مكتملة النمو جمعت من منطقة منتصف الفروع الحديثة المعرضة لجهة الشمس)، وذلك من ثلاثة مواقع جغرافية ذات أنماط مطرية مختلفة (خارطة رقم 1) شملت كلاً من منطقة يطا / الخليل (تقع في جنوب الضفة الغربية وتمثل منطقة جافة وقليلة الهطول المطري، أقل من 300 ملم/سنة)، منطقة جبع / القدس (تقع في وسط الضفة الغربية وتمثل منطقة جغرافية شبه جافة ومتوسطة الهطول المطري، حوالي 450 ملم/سنة)، بالإضافة إلى منطقة كفر راعي / جنين (تقع في شمال الضفة الغربية وتمثل منطقة جغرافية عالية الهطول المطري، حوالي 550 ملم/سنة).



خارطة رقم (1): المناطق (المواقع) المستهدفة في الدراسة وهي: يطا/الخليل، وجبع/القدس، وكفر راعي/جنين.

هذا واشتملت الدراسة على أربعة أصناف من الزيتون هي الرومي (أشجار قديمة ترجع إلى العصر الروماني)، والصوري (يعتقد أنه أدخل إلى فلسطين من مدينة صور اللبنانية)، والنصوحى بالإضافة إلى النبالي المحسن (وهما صنفان حديثان تم تحسينهم فلسطينياً خلال الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين الميلادي)، وبواقع ثلاثة مكررات (أشجار) من كل صنف. مباشرة بعد جمع العينات فقد تم نقلها وتخزينها في مختبرات كلية الزراعة / جامعة الخليل على درجة صفر مئوي ولمدة أسبوع، ثم

تجفيفها على درجة 70 درجة مئوية لمدة ثلاثة أيام، ثم تم طحنها على شكل مسحوق (powder) بإستخدام خلاط (Mixer Keck–Paleo–Environmental and Mill, Retsch MM2000) وتعبئتها وتغليفها ومن ثم نقلها إلى مختبر Environmental Stable Isotope Laboratory (KPESIL) في جامعة كانساس في الولايات المتحدة الأمريكية. حيث تم وزن المسحوق في أكواب من الصفائح الصغيرة (0.6 الى 0.8 ملغم) لغرض تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) وذلك بإستخدام جهاز (Costech 4010) بالإضافة الى جهاز Thermo Finnigan MAT 253 IRMS Isotope Mass Spectrometer. ولاحقاً تم تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) بإستخدام المعادلة التالية:

$$\delta^{13}\text{C} = (R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}} - 1) * 1000 (\text{‰})$$

وذلك بإستخدام العلاقة المعيارية الدولية للكربون (Relative to the international standard "PDB for carbon")، حيث R_{sample} هي نسبة C^{13} إلى C^{12} ، و R_{standard} هي ثابت العلاقة المعيارية للكربون. ثم تم تحويل البيانات إلى لكل ملم" (%)، وذلك من خلال حاصل ضرب قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) المتحصل عليها في 1000. من الناحية الفسيولوجية وكما أشار (Farquhar et al., 1989)، فإن نتائج نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) المتحصل عليها تمثل نسبة ثاني أكسيد الكربون داخل الأوراق (ci) إلى نسبة ثاني أكسيد الكربون الخارجي (ca)، وتعكس أيضاً آلية فتح وإغلاق الثغور (stomata conductance) بالإضافة إلى عملية التمثيل الكلوروفيلي (leaf photosynthetic capacity) كما يلي:

$$ci/ca \text{ (inter-cellular } \text{CO}_2 \text{ / atmospheric } \text{CO}_2 \text{) ratios}$$

بالإضافة لذلك فقد تم - أيضاً - تقدير نسبة الكربون % (C%)، والنيتروجين % (N%)، وحساب نسبة الكربون إلى النيتروجين (C/N) لجميع العينات. وتم التحليل الإحصائي للبيانات باستعمال الإصدار 16 من البرنامج الإحصائي MINITAB، حيث خضعت لاختبار تحليل التباين ANOVA لبيان معنوية الفروق، واستعمل إختبار (Tukey's pairwise comparisons) لفصل متوسطات المعاملات المدروسة عند مستوى ثقة 95%.

النتائج

أظهرت النتائج إختلافات وفروقات في قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) بين أصناف الزيتون الأربعة التي تم دراستها سواءً على مستوى الضفة الغربية بشكل عام (باعتبار المناطق الثلاثة موقعاً واحداً) أو على مستوى المنطقة الجغرافية الواحدة. فعلى مستوى الضفة الغربية، يظهر الجدول (1) قيماً عالية، ولكنها ليست معنوية لنسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) في صنفَي الصوري والرومي على التوالي، مقارنة بصنفي النبالي المحسن والنصوحى.

أما فيما يتعلق بنسبة الكربون إلى النيتروجين، فقد أظهر التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية عالية لصنفي الزيتون الصوري والرومي مع أعظمية واضحة للسنف الصوري مقارنةً بصنفي النبالي المحسن والنصوحى. (جدول 1).

جدول 1. متوسط قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$, VPDB)، ونسبة الكربون إلى النيتروجين (C/N) لأربعة أصناف من الزيتون المزروعة في الضفة الغربية (على أساس أنها موقع واحد).

السنف	المتوسطات + قيم الإنحراف المعياري لـ $\delta^{13}\text{C}$	المتوسطات + قيم الإنحراف المعياري لـ C/N	عدد المكررات
صوري	-26.444 ± 1.017	$39.344^a \pm 6.699$	9
رومي	-26.389 ± 0.992	$36.178^a \pm 2.679$	9
نبالي محسن	-25.486 ± 1.341	$28.557^b \pm 4.994$	7
نصوحى	-25.922 ± 1.003	$27.656^b \pm 1.462$	9
P-value	0.275 NS	0.000	-

* تشير الأحرف المختلفة داخل العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات على مستوى المعنوية 0,05.

أما على مستوى الموقع الجغرافي الواحد، فبين جدول (2) المتعلق بموقع يطا/الخليل، وجود إختلاف في قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) للأصناف الأربعة المدروسة يتراوح من -24 إلى -27، مع تفوق معنوي لمصلحة سنف الصوري، الذي أظهر قيماً معنوية عالية (أقل سلبية) لنسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$). في المقابل كانت قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) لسنف النبالي المحسن الأقل سلبية. كما تشير نتائج التحليل الإحصائي لنسبة الكربون إلى

النيتروجين - أيضاً - إلى وجود فروقات معنوية عالية لصفة الصوري مقارنةً بصنفي النبالي المحسن والنصوحى. (جدول 2).

جدول 2. متوسط قيم نسبة التمييز النظيرى للكربون ($\delta^{13}\text{C}$, VPDB)، ونسبة الكربون الى النيتروجين (C/N) لأربعة أصناف من الزيتون المزروعة في موقع يطا / الخليل.

الصفة	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ $\delta^{13}\text{C}$	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ C/N	عدد المكررات
صوري	$-27.067^a \pm 0.929$	$43.433^a \pm 4.648$	3
رومي	$-25.200^b \pm 0.458$	$34.100^{ab} \pm 3.219$	3
نبالي محسن	$-24.233^b \pm 0.404$	$26.100^b \pm 4.845$	3
نصوحى	$-25.300^b \pm 0.100$	$27.700^b \pm 1.682$	3
P-value	0.002	0.002	

*تشير الأحرف المختلفة داخل العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات على مستوى المعنوية 0,05.

كما يبين الجدول (3) الخاص بموقع جبع / القدس، عدم وجود فروقات معنوية لقيم نسبة التمييز النظيرى للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) بين الأصناف. كما أظهر صنف الصوري فروقات معنوية عالية لقيم نسبة الكربون إلى النيتروجين مقارنةً بالأصناف الأخرى، في حين كانت قيم صنف النصوحى هي الأقل معنويةً.

جدول (3): متوسط قيم نسبة التمييز النظيرى للكربون ($\delta^{13}\text{C}$, VPDB)، ونسبة الكربون الى النيتروجين (C/N) لأربعة أصناف من الزيتون المزروعة في موقع جبع / القدس.

الصفة	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ $\delta^{13}\text{C}$	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ C/N	عدد المكررات
صوري	-26.933 ± 0.651	$43.367^a \pm 2.914$	3
رومي	-26.767 ± 0.115	$37.767^b \pm 1.401$	3
نبالي محسن	-27.000 ± 0.000	$31.800^{bc} \pm 0.000$	1

3	26.667 ^c ±0.862	-26.300± 1.217	نصوحى
	0.000	0.765 NS	P-value

*تشير الأحرف المختلفة داخل العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات على مستوى المعنوية 0,05.

أما الجدول (4) المتعلق بموقع كفر راعي / جنين، فيظهر - أيضاً - عدم وجود فروق معنوية لقيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) بين الأصناف. كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى زيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين لصنف الرومي على الأصناف الأخرى في هذا الموقع.

جدول (4): متوسط قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$, VPDB)، ونسبة الكربون إلى النيتروجين (C/N) لأربعة أصناف من الزيتون المزروعة في منطقة كفر راعي / جنين.

الصف	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ $\delta^{13}\text{C}$	المتوسطات + قيم الانحراف المعياري لـ C/N	عدد المكررات
صوري	-25.333 ± 0.252	31.233 ^{ab} ± 1.172	3
رومي	-27.200 ± 0.624	36.667 ^a ± 2.401	3
نبالي محسن	-26.233 ± 0.945	29.933 ^{ab} ± 5.848	3
نصوحى	-26.167 ± 1.286	28.600 ^b ± 1.473	3
	0.151 NS	0.075	
			P-value

*تشير الأحرف المختلفة داخل العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات على مستوى المعنوية 0,05.

وبشكل عام، فقد بينت نتائج التحليل الإحصائي لقيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) أن صنف الزيتون السوري تتناسب طردياً مع معدلات الهطول المطري (أكثر سلباً في المناطق الجافة -"27"، متوسطة في المناطق شبه الجافة -"26"، وأقل سلباً في المناطق العالية الامطار -"25"). وعلى العكس تماماً، فقد سلك صنف الرومي الذي أظهر قيماً لـ $\delta^{13}\text{C}$ أقل سلباً في المناطق الجافة وأكثر سلباً في المناطق ذات الهطول المطري العالي (جدول 2+3+4).

المناقشة

- الاختلافات في قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$)

تتزايد القناعات والإهتمامات العالمية بشأن الأخطار المستقبلية للتغيرات المناخية على قطاع الزراعة، تحتم ضرورة التدخل البشري العاجل من أجل الحد من هذه الآثار من خلال مساعدة النباتات على التكيف والأقلمة (Niles et al. 2015). ومن بين هذه الطرق الواعدة (Basheer-Salimia, 2014) هي استخدام التقنيات النووية (مثل أشعة جاما) في تحسين المحاصيل الحقلية المختلفة كالقمح (Melki and Dahmani, 2009)، وإنتاج البذور المحسنة وراثياً وخاصةً المتحملة للجفاف والمبكرة الإزهار والإنتاج (Aprile et al., 2009)، وكذلك تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) لتحديد مدى إستجابة الأنواع والأصناف النباتية لتوفر المياه وبالتالي تمكيننا من اختيار المصادر الوراثية الأكثر ملاءمة في مواجهة تغير المناخ.

في هذا البحث تم إختيار شجرة الزيتون كأنموذج للدراسة من أجل تقدير نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) بين أكثر الأصناف إنتشاراً في فلسطين، كونها تعيش آلاف السنين وبالتالي من الضروري فهم طرائق تكيفها وأقلمتها. وبشكل عام، لوحظ تفوق معنوي لمصلحة صنف الصوري، الذي أظهر قيمةً معنوية عالية (أقل سلبية) لنسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) في موقع يطا/الخليل الذي يتسم بالجفاف وقلة الأمطار. وهذا التفوق يعكس في الواقع درجة كبيرة وكفاءة عالية في استخدام المياه مقارنةً بأصناف الزيتون الأخرى، وبالتالي القدرة العالية على تحمل الجفاف. هذه النتيجة تتفق تماماً مع ما ذكره Warren وآخرون (2001) وكذلك (Ghosh and Brand, 2003) من أن نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) المعمولة على الأوراق أو الأنسجة النباتية المختلفة تُعدُّ أحد أهم المؤشرات لقياس وفرة المياه وقدرة النبات على تحمل الجفاف، حيث تعطي قيم نسبة التمييز النظيري ($\delta^{13}\text{C}$) في نباتات المجموعة C3 مثل نبات الزيتون قياساً شاملاً لتمثيل الكربون خلال موسم النمو، وتعكس هذه القيمة التغيرات التي تطرأ على نسبة غاز CO_2 داخل الخلية إلى خارجها، المترافقة بنفاذية المسام وعملية الكربكسلة (Carboxylation) بأنزيم روبيسكو (Rubisco) (O'Leary, 1988; Scholze et al., 2003). وجدير بالذكر أن أي عامل يؤثر في عمل الثغور التنفسية وعملية الكربكسلة يؤثر في كمية C^{13} في الأنسجة النباتية. فالجفاف يخفض من قيمة $\delta^{13}\text{C}$ من خلال تأثيرها في عمل المسام (Farquhar et al., 1989).

وتعكس القيم الأكثر سلباً لـ $\delta^{13}\text{C}$ ارتفاعاً في قيم نسبة التمييز النظيري $\delta^{13}\text{C}$ ، ففي حال عدم تعرض النبات إلى أي إجهاد مائي، فإن المسام تكون أكثر انفتاحاً والتمييز النظيري يكون مرتفعاً، أما في حال تعرض النباتات إلى إجهاد، فالمسام سوف تتغلق جزئياً، مما يخفض من قيم نسبة التمييز النظيري $\delta^{13}\text{C}$ (حسين وآخرون 2012).

ومن الجدير ذكره أن قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}\text{C}$) لـ صنف الزيتون السوري تناسبت طردياً مع معدلات الهطول المطري. فكانت أكثر سلباً (-27) في المناطق الجافة "جدول 2، يطا/الخليل"، وأقل سلباً (-25) في المناطق عالية الأمطار "جدول 4، كفر راعي/جنين". وبالتالي، يمكننا القول إن هذا الصنف هو من أفضل الأصناف مقارنةً بأصناف الزيتون الأخرى التي يمكن أن تتكيف مع التغيرات المناخية المرتقبة، وخاصةً قدرتها على تحمل ظروف الجفاف وقلة الأمطار. والحقيقة أن قدرة الأصناف على تحمل الجفاف هي عملية معقدة تحكمها عوامل وراثية عديدة بالإضافة إلى عوامل إدارة النبات زراعياً (Cushman and Bohnert, 2000; Ingram and Bartels, 1996).

كما تشير الدراسات السابقة - أيضاً - إلى أن هناك العديد من التكيفات والآليات الشكلية والتركيبية والفسولوجية التي تلجأ إليها أشجار الزيتون لمقاومة الجفاف وزيادة كفاءة إمتصاص المياه وإستخدامها وتقليل فقدانها. حيث إن هذه التغيرات هي التي تؤدي إلى التباين في إستجابة الأصناف النباتية المختلفة للإجهاد المائي، وبناءً على إستجابتها تقسم إلى أصناف متحملة أو غير متحملة للجفاف. ومن بين هذه الآليات: (1) تطور المجموع الجذري وانتشاره (Conner, 2005). (2) صغر حجم أوراق الزيتون وقلة مساحتها. (3) زيادة سماكة الأوراق التي تمكنها من وجود نسبة أعلى لوجود المياه وتخزينها (Chartzoulakis et al., 1999). (4) زيادة الفراغات البينية في الأوراق، وهذا بالطبع، يؤدي إلى زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي و فاعليته في أشجار الزيتون حتى ضمن الظروف الصعبة. (Patakas et al 2003; and Basheer-Salimia 2005). (5) زيادة سماكة طبقتي الإبيدريم في الورقة التي تمكنها من زيادة التحكم في فقد الماء (Bosabalidis and Kofidis, 2002)، وبالتالي زيادة فاعلية استخدام المياه في العمليات الحيوية الأخرى، مثل التحكم في درجة حرارة الورقة الداخلية وكذلك في عملية التمثيل الضوئي. (6) وجود طبقة مكثفة مكونة من 3-5 طبقات من البلاستيدات الخضراء في الورقة مقارنة بـ 3 طبقات على الأكثر في مثيلتها من نباتات الفاكهة، مما يزيد - أيضاً - كفاءتها في عملية التمثيل الضوئي (Basheer-Salimia, 2005). (7) وجود طبقة من الشعيرات الكثيفة على السطح السفلي لأوراق الزيتون، التي تعمل على

تقليل سرعة فقد المياه (Nobel 1983)، وكذلك عكس الأشعة ، مما يقلل من درجة حرارة الورقة، وبالتالي تقليل التبخر عن طريق الثغور ((Klich et al., 1997 and Karabourniotis et al., 1998). (8) صغر حجم الثغور وزيادة عددها، مما يتيح زيادة سرعة دخول غاز ثاني أكسيد الكربون، مما يقلل من فرصة فقد المياه (زيادة في التحكم)، (Bosabalidis and Kofidis 2002, Basheer-Salimia, 2005). (9) وجود شبكة معقدة ومكثفة من خلايا الـ Sclereids تنتشر داخل أوراق الزيتون، التي تعمل على تدعيم أنسجة الورقة وتقويتها (Rao and Das, 1979)، وزيادة مقدرتها على تخزين المياه ونقل المياه إلى طبقة الإبيدريم والبلاستيدات كوسيلة مساعدة لنقل المياه عن طريق العروق (Heide-Jorgensen, 1990). (10) احتواء أوراق الزيتون على نسبة عالية من مركبات الفينولات التي تستخدمها النباتات للحماية من الكائنات الممرضة والأشعة الضارة. (Karabourniotis et al., 1992; Skaltsa et al., 1994; Robards and Antolovich, 1997). (11) تصنيع أنزيمات معينة تعرف بالأنزيمات المقاومة للجفاف وإفرازها (Drought tolerant enzymes)، وخاصة أنزيم الـ Peroxidase الذي ينشط في ظل درجات الحرارة العالية كإحدى الوسائل التي تساعد الشجرة على الأقامة في حالة ظروف زيادة درجة الحرارة والجفاف (Basheer-Salimia, 2004).

من ناحية أخرى، فإن إظهار صنف النبالي المحسن لأقل قيم (الأقل سلباً) لنسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}C$) مقارنةً بالاصناف المستخدمة الأخرى، وخاصةً في موقع يطا الجاف (جدول 2)، ليعكس بالتالي أقل كفاءة وقدرة على استخدام المياه وتحمل الجفاف. وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن هذا الصنف هو صنف محسن وعمره في تاريخ الزراعة الفلسطينية لا يزيد عن 50 إلى 60 عاماً فقط، مقارنةً بأعمار أصناف الزيتون الأخرى التي تصل إلى آلاف السنين. وبالتالي فهو صنف غير متكيف مع ظروف الجفاف القاسية، ويحتاج إلى كميات كبيرة من المياه (أظهر قيماً عالية لـ $\delta^{13}C$ أكثر سلباً في المناطق المطرية الأخرى. والجدير نكره أن هذا الصنف هو من أشد أصناف الزيتون الفلسطينية حساسية للآفات والأمراض وقلة المياه (الجابي فارس، 2007).

أما بالنسبة للمناطق التي ترتفع فيها كمية الأمطار أكثر من 550 ملم، فقد لوحظ تفوق معنوي لصنف الرومي في قيم نسبة التمييز النظيري للكربون ($\delta^{13}C$) مقارنةً بالاصناف الأخرى المستخدمة في هذا البحث (جدول 4)، وبالتالي يمكننا القول إن صنف الرومي هو الأفضل لمثل هذه المناطق.

- الإختلافات في نسبة الكربون إلى النيتروجين C/N

تتحكم نسبة الكربون إلى النيتروجين في النبات بتشكيل البراعم الزهرية، إلا أن المتحكم الأساسي في نسبة C/N هو توفر المياه (Cetin and Bilgel, 2000). ففي حالة قلة المياه (الإجهاد المائي)، يقوم النبات بتوجيه الزيادة في التغذية بالكربون نتيجة تراجع نموه الخضري، إلى الأجزاء الثمرية، وبالتالي يؤدي إلى زيادة الإنتاج الكلي (Lovatt et al., 1988). وحيث إنه قد تم جمع عينات الزيتون المختلفة في السنة الشلتونية (off-year)، وإن صنف الزيتون السوري والرومي قد أظهر فروقات معنوية على الصنفين الآخرين، في قيم نسبة الكربون إلى النيتروجين، فإن ذلك قد يفسر قدرة هذه الأصناف على الإنتاج السنوي والتغلب الجزئي على ظاهرة المعاومة التي تعاني منها أشجار الزيتون.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن تفوق صنف السوري في قيم نسبة (C/N) في منطقتي يطا / الخليل وجبع / القدس (جدول 2+3) اللتين تتسمان بظروف جافه وشبه جافه (يقبل معدل الهطول المطري في المنطقة الأولى عن 300 ملم، ولا يزيد في المنطقة الثانية عن 450 ملم)، لهو دليل على أقلية هذا الصنف ومقدرته على الإنتاج تحت ظروف قلة المياه والجفاف. هذه النتائج تتفق مع دراسات سابقة بينت أن الإجهاد المائي (الجفاف) يؤدي إلى زيادة في نسبة C/N (Chuchird, 2004).

وفي المقابل، فإن زيادة نسبة (C/N) لصنف الرومي في منطقة كفر راعي / جنين (جدول 4) ذات المعدلات العالية في الهطول المطري (تزيد عن 550 ملم)، لهو دليل على أن هذا الصنف يوجد أكثر في ظل وفرة المياه. وحيث إن هذه الفروقات ظهرت بين الأصناف في ظل الظروف البيئية نفسها لكل موقع، فإن الإختلافات قد ترجع إلى العوامل الوراثية التي تميز وتتحكم كل صنف وتتحكم به (Bacelar et al. 2009, Basheer-Salimia et al. 2009). وبناءً عليه، يمكننا القول بأنه ينصح بزراعة صنف السوري في المناطق الجافه وشبه الجافه، وصنف الرومي في المناطق ذات المعدلات المطرية الاعلى.

شكر وتقدير

أتقدم بجزيل الشكر إلى المؤسسات الداعمة لإنجاز هذا البحث والمتمثلة بمركز أبحاث الأراضي (LRC)، معهد الأبحاث التطبيقية/أريج (ARIJ)، مؤسسة أوكسفام (OXFAM)، وكذلك إلى الدكتورة جوي وارد (Ward J.) من جامعة كانساس

الأمريكية، والتي تم إجراء التحاليل اللازمة في مختبراتها. والشكر موصول الى الدكتور عبد الجليل حمدان، والمهندس حسام ملحم، لمساعدتهما في عملية التحليل الإحصائي وجمع العينات على التوالي.

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. الجابي فارس 2007. شجرة الزيتون. زين ديزاين للخدمات المطبعية، نابلس.
2. حسين فؤاد، ويعقوب عبدالله، وجانات مصدق 2012. تأثير الإجهاد المائي في القطن في التمييز بالنظير للكربون 13 ونسبة الكربون في الأزوت. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 28، العدد 2، الصفحات 271 - 588.
3. وزارة الزراعة الفلسطينية 2014. الإستراتيجية الوطنية لقطاع الزيتون في فلسطين للأعوام 2014-2019، رام الله، فلسطين.

المراجع الأجنبية

4. AFED (2014). Arab Environment: Food Security. Annual Report of the Arab Forum for Environment and Development; A. Sadik, M. El-Solh and N. Saab (Eds.); Beirut, Lebanon. Technical Publications.
5. Aprile, A., Mastrangelo, A.M., DeLeonardis, A.M., Galiba, G., Roncaglia, E., Ferrari, F., De Bellis, L., Turchi, L., Giuliano, G., Cattivelli L. (2009). Transcriptional Profiling in Response to Terminal Drought Stress Reveals Differential Responses Along the Wheat Genome. BioMed Central Genomics, 10: 279.
6. ARIJ (2012). Database of the Applied Research Institute-Jerusalem (ARIJ). Bethlehem, West-Bank, Palestine.
7. Bacelar, E.A., Moutinho-Pereira, J.M., Gonçalves, B.C., Lopes, J.I., and Correia C.M. (2009). Physiological Responses of Different Olive Genotypes to Drought Conditions. Acta Physiologiae Plantarum, 31 (3): 611-621.

8. Basheer-Salimia, R., Awad, M., and Kalaitzis P. (2009). Genetic Fingerprinting of Palestinian Olive (*Olea europea* L.) cultivars Using SNP Markers. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 5 (3): 282-294.
9. Basheer-Salimia, R., Patakas, A., Noitsakis, V., Bosabalidis, A., and Vasilakakis M. (2005). Changes of Morphological and Physiological Markers Induced by Growth Phases in Leaves of Olive Tree (*Olea europaea* L). Journal of Biological Research, 2: 105-114.
10. Basheer-Salimia R. (2004). Morphological, Anatomical, Physiological and Biochemical Markers Describing the Phase Changes Phenomena of Juvenility-Maturity in Olive Tree (*Olea eurpoaea* L.). Ph.D. Thesis, School of Agriculture, Aristotalian University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.
11. Basheer-Salimia R. (2014). Food Security in the Arab Countries Current Status and Future Scenarios. Proceeding of the second Arab-American Frontiers of Science, Medicine and Engineering, Oman.
12. Black B.(2009). The impact of climate change on daily precipitation statistics in Jordan and Israel. Atmospheric Science Letters, 10: 192–200.
13. Bosabalidis, A.M., and Kofidis G. (2002). Comparative Effects of Drought Stress on Leaf Anatomy of Two Olive Cultivars. Plant Science, 163: 375-379.
14. Cetin, O., and Bilgel L. (2002). Effects of Different Irrigation Methods on Shedding and Yield of Cotton. Agriculture and Water Management, 54: 1-15.
15. Chartzoulakis, K., Patakas, A., Bosabalidis, A., Horvath, G., Szigeti Z. (1999). Comparative Study on Gas Exchange, Water Relations and Leaf Anatomy of Two Olive Cultivars Grown under Well-Irrigated and Drought Conditions. Zeitschrift fur Naturforschung, Section C. Biosciences, 54: 688-692.
16. Chuchird R. (2004). Effect of Paclobutrazol Application and Water Stress on Flowering of Neck Orange (*Citrus reticulata* Blanco). M.Sc. Thesis, Prince of Songkhla University, Songkhla, Thailand.
17. Conner D.J. (2005). Adaptation of Olive (*Olea europaea* L.) to Water-Limited Environments. Australian Journal of Agricultural Research, 56: 1181–1189.
18. Cushman, J.C, and Bohnert H.J. (2000). Genomic Approaches to Plant Stress Tolerance. Plant Biology, 3: 117-124.

19. Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., and Hubick, K.T. (1989). Carbon Isotope Discrimination and Photosynthesis. *Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology*, 40: 503-537.
20. Ghosh, P., and Brand W. (2003). Stable Isotope Ratio Mass Spectrometry in Global Climate Change Research. *International Journal of Mass Spectrometry*, 228: 1-33.
21. Heide-Jorgensen H.S. (1990). Xeromorphic Leaves of *Hakeasuaveolens* R.Br. IV: Ontogeny, Structure and Function of the Sclereids. *Aust. J. Bot.*, 38: 25-43.
22. Ingram, J., and Bartels D. (1996). The Molecular Basis of Dehydration Tolerance in Plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 47: 377-403.
23. IPCC (2014). *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* New York Cambridge: University Press. https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf
24. Karabourniotis, G., Papadopoulos, K., Papamarkou, M., and Manetas Y. (1992). Ultraviolet-B Radiation Absorbing Capacity of Leaf Hairs. *Plant Physiology*, 86: 414-418.
25. Karabourniotis, G., Kofidis, G., Fasseas, C., Liakoura, V., and Drossopoulos I. (1998). Polyphenol Deposition in Leaf Hair of *Olea europaea* (Oleaceae) and *Quercus ilex* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 85: 1007-1012.
26. Klich, M.G., Brededan, R.E., and Villamil S.C. (1997). Leaf Anatomy and Ultra-Structure of *Poa ligularis* after Defoliation and Water Stress. *Proceedings of the 18th International Grassland Congress, Canada*, 1: 37-38.
27. Lovatt, C.J., Zheng, Y., and Hake K.D. (1988). A new Look at the Kraus-Kraybill Hypothesis and Flowering in Citrus. *Proceeding of the 6th International Citrus Congress*, 1: 475-483.
28. LRC (2013). *Database of the Land Research Center (LRC).* Halhul, Hebron, West-Bank, Palestine.
29. Melki, M., and Dahmani T. (2009). Gamma Irradiation Effects on Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under Various Conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12: 1531-1534.
30. MOA (2011). *Database of the Palestinian Ministry of Agriculture (MOA).* Available at [<http://www.moa.gov.ps>]. Ramallah, Palestine.

31. Niles, M., Lubell, M., and Brown M. (2015). How Limiting Factors Drive Agricultural Adaptation to Climate Change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200: 175-185.
32. Nobel P.S. (1983). *Biophysical Plant Physiology and Ecology*. Freeman, San Francisco, USA.
33. O'Leary M.H. (1988). Carbon Isotope in Photosynthesis. *Bio Science*, 38: 325-336.
34. Patakas, A., Kofidis, G., and Bosabalidis A.M. (2003). The Relationship Between CO₂ Transfer Mesophyll Resistance and Photosynthetic Efficiency in Grapevine Cultivars. *Scientia Horticulturae*, 97: 255-263.
35. PCBS (2010). Database of the Palestinian Central Bureau of Statistics: Agricultural sciences, Available at [<http://www.pcbs.gov.ps>].
36. Rao, T.A., and Das S. 1979. Leaf Sclereids-Occurrence and Distribution in the Angiosperms. *Bot. Not.*, 132: 319-324.
37. Robards, K., and Antolovich M. (1997). Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. A review *Analyst*, 122: 11-34.
38. Scholze, M., Knorr, W., and Heimann M. (2003). Modeling terrestrial vegetation dynamics and carbon cycling for an abrupt climatic change event. *Holocene*, 13: 327-333.
39. Skaltsa, H., Verycokidou, E., Harvala, C., Karabourniotis, G., and Manetas Y. (1994). UV-B Protective Potential and Flavonoid Content of Leaf Hairs of *Quercus ilex*. *Phytochemistry*, 37: 987-990.
40. Warren, C., McGrath, J., and Adams M. (2001). Water Availability and Carbon Isotope Discrimination in Conifers. *Oecologia*, 127: 476-486.

Using Stable Isotope ($\delta^{13}\text{C}$) and C/N ratio to study the effects of Climate Change on Olive trees

Rezq Basheer-Salimia¹ and Tahseen Sayara²

¹ Plant Production Department, Faculty of Agriculture, Hebron University

² Environment and Sustainable Agriculture Department, Faculty of Agricultural Science and Technology, Palestine Technical University-Kadoorie.

rezqbasheer@hebron.edu¹, tsayara@yahoo.com²

Abstract

In this research, the impact of some climate change effects on the olive tree was studied. Specifically, the research investigated the impact of the lack of water and drought on the physiology of olive trees using stable carbon isotopic ($\delta^{13}\text{C}$) and C/N ratios. Four olive cultivars including Souri, Roomi, Improved-Nabali, and Nasouhi, planted in three geographical areas with different rainfall patterns were used. These locations are Yatta/Hebron area (dry and low rainfall area with less than 300 mm/year), Jab'a/Jerusalem area (semi-dry and medium rainfall zone), in addition to the Kufer Ra'e/Jenin area (area of high rainfall, higher than 550 mm/year). The results showed significant differences among the four examined olive cultivars, where Souri cultivar revealed significant variance (less negative) to the stable carbon isotopic values ($\delta^{13}\text{C}$), particularly in the dry zone. In addition, $\delta^{13}\text{C}$ values of this cultivar were in accordance with the annual rainfall (more negative in dry areas "-27", a medium in the semi-arid "-26" areas, and less negative in high rain areas "-25"). On the contrary, Roomi cultivar exhibited values for $\delta^{13}\text{C}$ (less negative in dry areas and more negative in the higher rainfall areas). Statistical analysis of C/N also revealed high significant differences for Souri and Roomi cultivars compared with Improved-Nabali and Nasouhi cultivars.

In conclusion, the Souri cultivar could be regarded as most appropriate cultivar for future cultivation considering its adaptability with climate change conditions, especially for arid and semi-arid areas. However, Roomi cultivar might be suitable for cultivation in areas with higher rainfall.

Keywords: Climate change, stable carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}$), C/N ratio.