تعدد أشكال ألوان الزعتر البري (*Thymus capitatus*) بمنطقة جنوب الجبل الأخضر، ليبيا

*عزالدين شعيب محمد على ** حسين محمد مصطفي

مستخلص الدراسة: الزعتر (*Thymus capitatus*) نبات بري متوطن بالأجزاء الجنوبية لمنطقة الجبل الأخضر، المنطقة الشرقية، ليبيا. لأهمية جنس الزعتر كونه نبات عطري أو كونه نبات طبي، فان الدراسة الحالية تهدف إلى جمع بيانات بحثية من خلال دراسة حقلية شاملة عن تعدد الأشكال الوراثي لصفة لون الأزهار flower color polymorphism في نبات الزعتر البري النامي طبيعيا بالأجزاء الجنوبية لمنطقة الجبل الأخضر. نبات الزعتر اظهر بشكل لافت و ثابت وجود تعدد أشكال لصفة لون الأزهار، فقد كان هناك خمسة أشكال: الأبيض و الأبيض المنقط والأرجواني والبنفسجي و المبرقش في العشائر الطبيعية لهذا النبات.

النتائج المتحصل عليها من خلال الدراسات الحقلية أوضحت أن اختلاف المنسوب Altitude يعطي تكرارات مختلفة لكل شكل، و أن النباتات ذات الأزهار البيضاء سجلت أعلى تكرار.

Key words: Thyme, *Thymus capitatus*, flower color polymorphism.

المقدمة:

منذ زمن طويل استرعت الاختلافات البارزة في ألوان الأزهار في بسلة الزهور و المنثور و النباتات الزهرية الأخرى انتباه المهتمين بعلم الوراثة. و قد تم تحديد عدد من الجينات التي تتحكم وتؤثر في لون الزهرة (Mckinnon and Pierotti 2010; Cassie *et al.*, 2007). الاختلاف في ألوان الأزهار في نفس العشيرة لنفس النوع النباتي يعتبر احد أهم الأمثلة في المملكة النباتية على ظاهرة تعدد الأنماط أو الأشكال المظهرية Polymorphism.

يمكن تعريف مصطلح تعدد الأشكال المظهرية Polymorphism بأنه " وجود شكلين أو أكثر من الأشكال المظهرية تحت نفس الظروف البيئية داخل نفس العشيرة بنسب معينة بحيث اقل هذه الأشكال المظهرية ظهوراً لا يمكن إرجاعه إلى حدوث الطفرات". أيضا يمكن تعريف المصطلح بأنه " "هي تلك الحالة التي يبقي فيها أليلين أو أكثر في حالة اتزان بحيث تكرار الاليل الأقل يكون اكبر من أن يعزي إلى حدوث الطفرات" (Ford, 1965; Wright 1978; Forsman 2016).

الدراسات التي أجريت على العديد من النباتات الزهرية أوضحت وبصورة جلية أن الملقحات الحشرية تفاضل بين الألوان المختلفة للأزهار (Levin, 1972; Mogford, 1974; Kay, 1976)، هذه المفاضلة تكون على درجة عالية من الأهمية في المحافظة على الاختلاف في ألوان الأزهار في العديد من الحالات (Jones and Reithel, 2001; Levin, 1988,

* محاضر – كلية الزراعة – جامعة عمر المختار

** محاضر – كلية الموارد الطبيعية – جامعة عمر المختار h7.i7.1977@gmail.com

pollinator-mediated selection وعليه فان الانتخاب المنفذ بالملقحات (Stanton, 1987; Kay, 1978). يقود عملية التغير في الصفات الزهرية مثل اللون و الرائحة و الشكل و الحجم (Schiestl and Johnson, 2013).

مع هذا فأن مفاضلة الملقحات الحشرية لألوان دون آخري لا يقدم تفسير واضح متكامل لظاهرة تعدد الأشكال لصفة لون الزهرة، ما دام أن العديد من الأنواع النباتية المعروفة بوجود هذه الظاهرة تتم فيها عملية التلقيح بالرياح فقط (Irwin *et al.*, Stanton *et al.*, 1989; 2007).

أشارت العديد من الدراسات أن النباتات ذات الأزهار البيضاء تكون أوراقها وسيقانها دائما خضراء اللون، على العكس من ذلك نجد أن لون سيقان وأوراق النباتات الوردية الأزهار أو النباتات أرجوانية الأزهار تميل إلى أن تكون مماثلة لألوان الأزهار في تلك النباتات. علي هذا المنوال يمكن وبدرجة كبيرة من الدقة ذكر أمثلة عديدة لظاهرة تعدد الأشكال لصفة لون الزهرة على أساس وجود أو غياب صبغات Anthocyanins في كامل النبات. يمكن اعتماد هذه الملاحظة مع حقيقة أن العديد من الأنواع النباتية تقوم بتخليق صبغات Anthocyanins كاستجابة للظروف البيئية القاسية. هذا أدي إلى اقتراح أن الاختلاف في تخليق وكمية الصبغة تتم المحافظة عليه من خلال عملية انتخاب مرتبطة بالتباين البيئي والتحمل للضغوط البيئية مثل البرد أو الجفاف أو الملوحة أو الأمراض (Warren and Mackenzie; 2001; Winkel-Shirley, 2002; Butler *et al.*, 2014 Landi *et al.* 2015; Silva *et al.* 2016).

الشكل المظهري عبارة عن محصلة تفاعل التركيب الوراثي مع الظروف البيئية المحيطة، ومنها المنسوب أو Altitude (الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي سطح البحر). في دراسة على نبات اللوتس (*Lotus corniculatus* L.) شملت العشائر الطبيعية لهذا النبات في كل من انجلترا و ويلز أشارت إلى وجود ظاهرة تعدد الأشكال لصفة لون الزهرة. النباتات داخل هذه العشائر كانت تحمل أما بتلات صفراء اللون بالكامل (الشكل الفاتح) أو تحمل بتلات صفراء مخضبة بلون بني محمر عند الأطراف (الشكل الداكن)، الاختلاف في لون بتلات الزهرة يتحدد بواسطة التركيب الوراثي. من خلال استعراض نتائج تلك الدراسة كان الشكل الداكن لبتلات الزهرة نادر في جنوب انجلترا ويزداد في التكرار مع الزيادة في المنسوب، حتى نصل إلى العشائر الشمالية والتي يكون فيها هذا الشكل هو الأكثر شيوعا (Jones *et al.*, 1986) . و في دراسة آخري على نفس النبات شملت 61 موقع من المناطق الساحلية و مناطق الدواخل في غرب و وسط وشرق اسكتلندا، أشارت النتائج إلى أن هناك اختلاف كبير في تكرار ظهور الشكلين (الشكل الفاتح والشكل الداكن للزهرة) بين العشائر الطبيعية لهذا النبات فالشكل الداكن كان نسبيا الأقل تكرارا في

معظم المناطق الغربية من اسكتلندا، بينما المناطق الشرقية والوسطي أظهرت زيادة معنوية في تكرار الشكل الداكن مع الزيادة في الارتفاع عن مستوي سطح البحر(Abbott, 1981).

نبات الزعتر البري (*Thymus capitatus*) يتبع العائلة الشفوية (*Lamiaceae*) يتميز هذا النبات بالقدرة علي تحمل الظروف المناخية القاسية، وينمو علي سفوح الجبال الشاهقة عند ارتفاع 200 متر فأكثر عن مستوي سطح البحر، ايضاً يتميز بوجود اختلاف في ألوان الأزهار بين عشائره الطبيعية المختلفة (Abd El-Ghani, 1998).

نبات الزعتر يفتقر إلى الدراسات البحثية وبالأخص فيما يتعلق بمواضيع التباين الوراثي ومنها تعدد الأشكال لصفة لون الأزهار Flower color polymorphism، برغم انه يعتبر احد أهم النباتات الطبية و العطرية والتي تنمو بصورة برية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر. هدف الدراسة الحالية هو إجراء مسح شامل للعشائر الطبيعة لنبات الزعتر والتي تنمو بصورة برية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر لغرض تحديد أشكال ألوان الأزهار و ايضاً تحديد تكرار ظهورها مع التغير في المنسوب Altitude (الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي سطح البحر).

المواد وطرق البحث

منطقة جنوب الجبل الأخضر تقسم بناءً على المنسوب Altitude (الارتفاع والانخفاض عن مستوي سطح البحر) إلى ثلاثة أقسام رئيسية: المستوي الأول على ارتفاع 440 م ± 16 والمستوي الثاني على ارتفاع 620 م ± 11 والمستوي الثالث على ارتفاع 856 م ±6 فوق مستوي سطح البحر(SWECO, 1986).

أخذت ثلاثة مكررات لكل منسوب بمساحة 1000م^2، مثلت المساحات الأكثر انتشاراً لنبات الزعتر البري وذلك لتقدير تكرار ظهور ألوان الأزهار. خلال موسم التزهير (الفترة من منتصف يونيو إلى أواخر يوليو) حسبت أعداد النباتات المشاهدة لكل شكل من أشكال ألوان الأزهار بالنسبة للعدد الكلي لنباتات الزعتر المزهرة داخل كل قطاع من القطاعات الثلاثة الممثلة لكل منسوب من المناسيب الثلاثة، ثم حسبت النسبة المئوية لكل شكل من أشكال ألوان الأزهار في كل منسوب.

أجريت عملية التحليل الإحصائي بمقارنة النسب المئوية لكل شكل، من خلال تحديد وجود فرق معنوي من عدمه بين منسوبين في كل مرة. ايضاً حسبت قيمة z و قيم حدود الثقة المصاحبة لها وفقاً للطرق الإحصائية المتبعة (Brase and Brase, 1999; Johnson, 1996).

النتائج

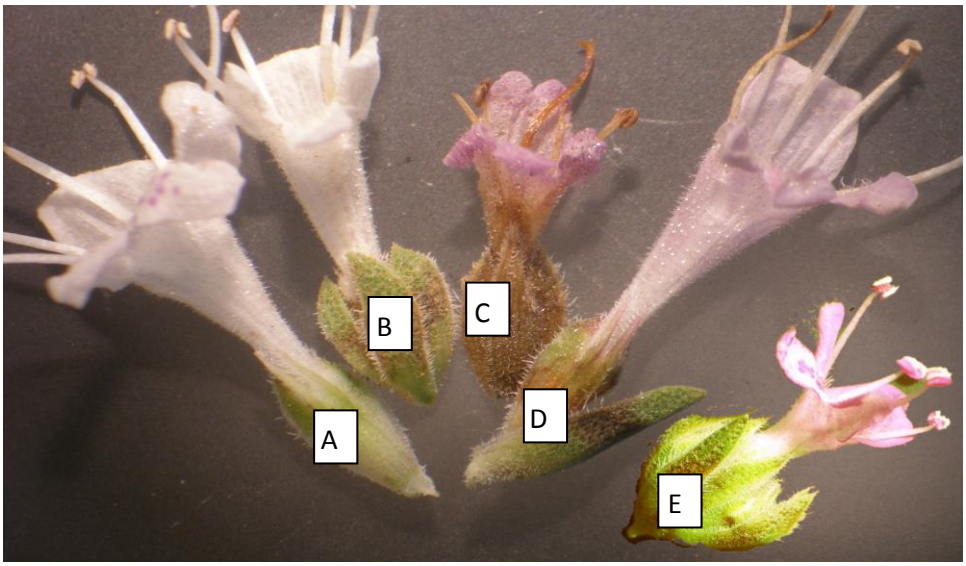
الشكل (1) يبين أن نبات الزعتر البري (*Thymus capitatus*) يمتاز بوجود ظاهرة تعدد الأشكال المظهرية الوراثية Polymorphism بالنسبة لصفة لون الزهرة، حيث بينت نتائج الدراسة أن هناك خمسة ألوان لصفة لون الأزهار هي: اللون الأبيض White و اللون الأبيض المنقط Dotted white و اللون الأرجواني Purple و اللون البنفسجي Violet و اللون المبرقش Mosaic.

الشكل (2) والجدول (1) يوضحان أن النباتات ذات الأزهار البيضاء الخالصة اللون تشكل النسبة الأكبر (50.41%) في العشائر الطبيعية لنبات الزعتر البري بمنطقة جنوب الجبل الأخضر، يليها مباشرة النباتات ذات الأزهار البيضاء المنقطة (33.63%)، ثم النباتات ذات الأزهار البنفسجية (7.32%)، بعدها النباتات ذات الأزهار المبرقشة (3.86%) و أخيراً النباتات ذات الأزهار الأرجوانية (4.74%) و هو الشكل المظهري الأقل ظهورا بمنطقة الدراسة، فقد شوهد في المنسوب الثالث فقط.

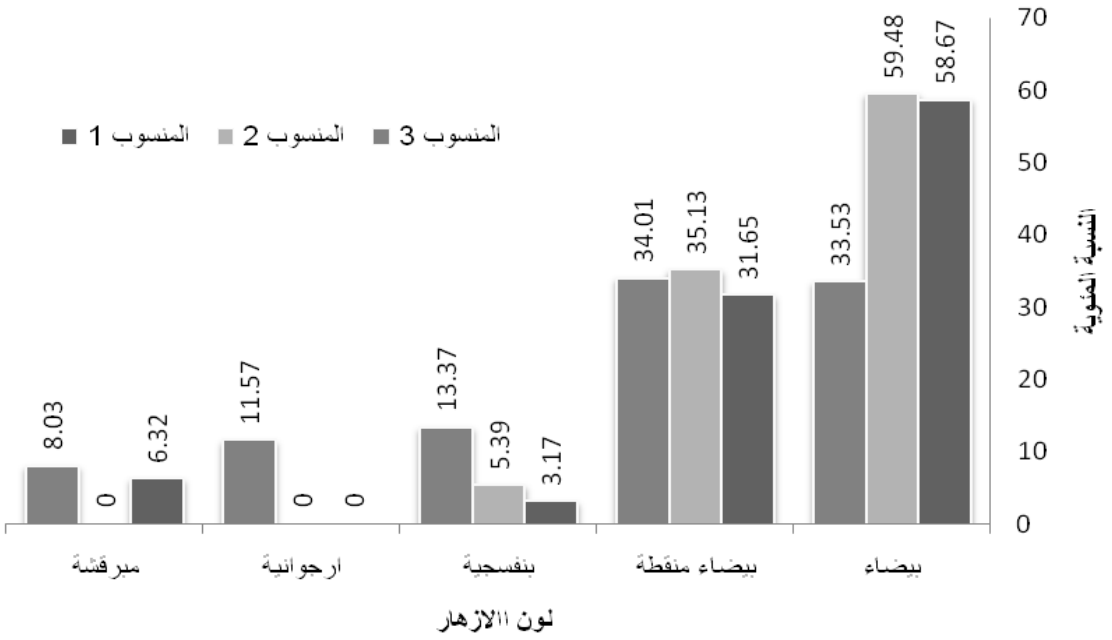
من خلال استعراض النتائج الموضحة في الجدول (1) نجد أن نسبة النباتات ذات الأزهار البيضاء الخالصة اللون لم تسجل فروق معنوية بين المنسوب الأول (58.7%) و المنسوب الثاني (59.5%)، وكانت قيمة Z غير معنوية وداخل حدود الثقة (0.14−) ، في حين كانت هناك فروق معنوية عند مقارنة المنسوب الأول مع الثالث (Z=3.67) وأيضاً عند مقارنة المنسوب الثاني مع الثالث (Z=3.82) ، علماً بان نسبة ظهور هذا الشكل في المنسوب الثالث كانت 33.03%.

الأزهار البيضاء المنقطة ظهرت بالنسب 31.70% و 35.13% و 34.06% في المنسوب الأول والثاني والثالث على التوالي. هذا الشكل سجل فروق معنوية عند المقارنة بين المنسوب الأول والمنسوب الثاني (Z= −0.47)، وأيضاً بين المنسوب الأول والمنسوب الثالث (Z= −0.45)، بينما لم تسجل فروق معنوية عند المقارنة بين المنسوب الثاني و المنسوب الثالث وكانت قيمة Z غير معنوية وداخل حدود الثقة (0.15).

النباتات ذات الأزهار البنفسجية سجلت النسب 3.17% و 5.4% و 13.4% للمنسوب الأول و المنسوب الثاني و المنسوب الثالث على التوالي. ايضاً هذا الشكل سجل فروق معنوية لكل المقارنات: فقيمة Z كانت 0.72− و 2.65− و 2.00− للمنسوب الأول مع المنسوب الثاني و للمنسوب الأول مع المنسوب الثالث و للمنسوب الثاني مع المنسوب الثالث على التوالي.



صورة (1): تعدد أشكال لون الأزهار في نبات الزعتر البري بمنطقة جنوب الجبل الأخضر: اللون الأبيض المنقط(A) واللون الأبيض(B) واللون الأرجواني(C) واللون البنفسجي(D) واللون المبرقش(E).



شكل (1): النسب المئوية لأنماط لون الأزهار في نبات الزعتر البري بمنطقة جنوب الجبل الأخضر.

جدول (1): مقارنة نسب تعدد الأشكال لصفة لون الأزهار في نبات الزعتر البري*Thymus capitatus* بمنطقة جنوب الجبل الاخضر.

الشكل		نباتات بيضاء الأزهار		نباتات بيضاء الأزهار منقطة	نباتات بنفسجية الأزهار	نباتات أرجوانية الأزهار	نباتات مبرقشة الأزهار
% للشكل بكامل منطقة الدراسة		%50.41		%33.63	%7.32	%3.86	%4.74
المقارنات	المنسوب الأول مع المنسوب الثاني	المنسوب الأول 440 م ± 16	%58.70	%31.70	%3.17	%0.00	%6.34
		المنسوب الثاني 620 م ± 11	%59.47	%35.13	%5.40	%0.00	%0.00
		قيمة z	**-0.14**	**-0.4 7***	**-0.72***	-	**2.53****
		حدود فترة الثقة	(-0.150 ; 0	(-0.161 ; 0.100)	(-0.074 ; 0.034)	-	(0.013 ; 0.10)
	المنسوب الأول مع المنسوب الثالث	المنسوب الأول 440 م ± 16	%58.70	%31.70	%3.17	%0.00	%6.34
		المنسوب الثالث 856 م ± 6	%33.03	%34.06	%13.40	6%11.	%7.90
		قيمة z	**3.67****	**-0.45***	**-2.65****	**-3.52****	**-0.55***
		حدود فترة الثقة	(0.116 ; 0.383)	(-0.159 ; 0.099)	(-0.173 ; -0.026)	(-0.171 ; -0.05)	(-0.09 ; 0.05)
	المنسوب الثاني مع المنسوب الثالث	المنسوب الثاني 620 م ± 11	%59.47	%35.13	%5.40	%0.00	%0.00
		المنسوب الثالث 856 م ± 6	%33.03	%34.06	%13.40	%11.6	%7.90
		قيمة z	**3.82****	**0.15**	**-2.00****	**-3.52****	**-2.95****
		حدود فترة الثقة	(0.126 ; 0.393)	(-0.121 ; 0.161)	(-0.158 ; -0.001)	(-0.171 ; -0.05)	(-0.13 ; -0.03)

*** معنوية عند P = 0.05**

***معنوية عن P = 0.01**

النباتات ذات الأزهار الأرجوانية لم تشاهد على الإطلاق في المنسوب الأول و المنسوب الثاني و لكن ظهرت في المنسوب الثالث بنسبة 11.6% وكانت Z بالقيمة 3.52− عند مقارنة المنسوب الأول مع المنسوب الثالث و أيضاً بنفس القيمة عند مقارنة المنسوب الثاني مع المنسوب الثالث.

أما بالنسبة للشكل المظهري الخامس المشاهد بمنطقة الدراسة وهى النباتات ذات الأزهار المبرقشة فقد ظهرت في المنسوب الأول و الثالث بالنسب 6.34% و 8.03% على التوالي بينما لم تظهر في المنسوب الثاني، وكانت قيم Z معنوية وخارج

حدود فترة الثقة لكل المقارنات؛ فقد كانت على التوالي 2.53 و 0.55– و 2.95– للمنسوب الأول مع المنسوب الثاني و للمنسوب الأول مع المنسوب الثالث و للمنسوب الثاني مع المنسوب الثالث.

المناقشة

يلاحظ في العشيرة المندلية، وهى العشيرة التي تتألف من مجموعة كبيرة من الأفراد تتعايش معاً تحت نفس الظروف البيئية وتتكاثر جنسيا وبطريقة عشوائية، أن الأفراد المكونة للعشيرة تختلف فيما بينها من حيث الشكل المظهري وبالتالي التركيب الوراثي. الاختلاف في الشكل المظهري بين الأفراد و خصوصا في الصفات الوصفية ومنها لون الأزهار يعكس الاختلاف الوراثي. بعض هذه الأفراد (التراكيب الوراثية) يتفوق على أفراد أخرى من حيث الموائمة للبقاء و الاستمرار في الحياة تحت نفس الظروف البيئية التي تعيش تحتها العشيرة. وعلى ذلك سوف تشكل الأفراد الأكثر موائمة الجزء الأكبر من العشيرة. في الأجيال التالية يتزايد الأفراد (التراكيب الوراثية) الأكثر موائمة في حين يتناقص الأفراد الأقل موائمة ما لم تحدث تغيرات في الظروف البيئية تعمل على عكس الوضع، هذا التزايد أو التناقص لتراكيب وراثية معينة يخضع لفعل الانتخاب الطبيعي Natural selection.

نجد أن نبات الزعتر البري بمنطقة الدراسة قد اظهر تعدد أنماط مظهرية لصفة لون الزهرة، وهذا يتفق مع ما سبق من حيث أن بعض الأشكال المظهرية (تراكيب وراثية) معينة تمتاز بدرجة عالية من الموائمة للظروف البيئية المتاحة مما يجعل تكرار ظهور هذه الأشكال المظهرية أعلى من غيرها. فالنباتات ذات الأزهار البيضاء الخالصة اللون ظهرت في المناسيب الثلاثة وسجلت أعلى نسبة في المنسوبين الأول والثاني، بمعني أن هذا الشكل المظهري (التركيب الوراثي) يعتبر الأكثر موائمة للظروف البيئية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر. الانتخاب الطبيعي يعمل في صالح الأفراد ذات الأزهار البيضاء عن طريق الدفع في اتجاه رفع نسبة تكرار ظهورها مقارنة مع بقية ألوان الأزهار. بناءً على ما سبق يمكن أن نستنتج أن النباتات ذات الأزهار البيضاء هي التركيب الوراثي الأكثر موائمة للظروف البيئية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر بغض النظر عن الاختلاف في المنسوب Altitude. الشكل المظهري الآخر (التركيب الوراثي) الذي يحل في المرتبة الثانية من حيث الموائمة للظروف البيئية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر هي النباتات ذات الأزهار البيضاء المنقطة والتي سجلت نسب ظهور متقاربة في المناسيب الثلاثة، وهذا يبين أن هذا الشكل المظهري لم يتأثر باختلاف الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي سطح البحر. النباتات ذات الأزهار البنفسجية شوهدت في جميع مواقع الدراسة ولكن بنسب منخفضة مما يعكس درجة مقبولة من المواءمة لهذا الشكل للظروف البيئية بالمنطقة. من ناحية آخري نجد أن اقل الأشكال المظهرية ظهوراً و موائمة للظروف البيئية بمنطقة جنوب الجبل الأخضر كانت النباتات ذات الأزهار الأرجوانية الذي

اختفي ولم يشاهد في العشائر الطبيعية لنبات الزعتر البري في المنسوب الأول و الثاني بمنطقة الدراسة بينما كانت نسب الظهور في المنسوب الثالث منخفضة. أيضا يمكن أن نسوق نفس الاستنتاج عن النباتات ذات الأزهار المبرقشة التي غابت ولم تشاهد في العشائر الطبيعية لنبات الزعتر البري في المنسوب الثاني بمنطقة الدراسة بينما سجلت نسب منخفضة في المنسوب الأول والثالث. نتائج هذا البحث تتفق مع النتائج التي توصل إليها Gigord *et al.* (2001) على نبات الأوركيد (*Dactylorhiza sambucina*)، والتي أشارت إلى أن هذا النبات يمتاز بوجود ظاهرة تعدد الأنماط المظهرية بالنسبة لصفة لون الزهرة و أن هناك أفراد ذات أزهار صفراء اللون ونباتات أخري ذات أزهار أرجوانية اللون تتعايش معا داخل نفس العشيرة التي تستوطن نفس المنطقة وتعيش تحت نفس الظروف مع الاختلاف في تكرار ظهورها. أيضا نتائج الدراسة الحالية جاءت في سياق واحد مع نتائج دراسة آخري أجريت على نبات صحراوي حولي (*Linanthus parryae*) ينمو في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية أكدت وجود ظاهرة تعدد الأنماط المظهرية لصفة لون الزهرة في العشائر الطبيعية لهذا النبات مع وجود اختلاف في نسب ظهور تلك الأنماط من عشيرة طبيعية محلية إلى أخرى أو من منطقة إلى أخرى(Schemske and Bierzychudek, 2007). كذلك اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج عدد من الدراسات التي أجريت على نبات اللوتس (*Lotus corniculatus* L.) في كل من انجلترا وويلز واسكتلندا وقد ذكرت تلك الدراسات أن العشائر الطبيعية لهذا النبات أظهرت نمطين لصفة لون الزهرة وان نسب تكرار ظهورهما كان يتغير مع التغير في الارتفاع و الانخفاض عن مستوي سطح البحر(Jones *et al.*, 1986; Abbott, 1981).

كذلك يمكن أن نستخلص من البحث الحالي أن الاختلافات في الصفات الوصفية ومنها لون الأزهار (تعدد أشكال لون الأزهار Flower color polymorphism) يمكن الاعتماد عليه كمؤشر للتطور داخل العشائر الطبيعية (Clegg and Durbin, 2000; Norbona, 2017). عملية التطور في العشائر الطبيعية تخضع لآليات الانتخاب الطبيعي. الألوان تنتج بواسطة انعكاس جزء من حزمة أطوال موجات الضوء المرئي، وهذا يتحقق إما بواسطة التفاوت في شكل خلايا البشرة للبتلات (اللون التركيبي structural color)، أو بفعل الصبغات الكيميائية (Glover 2007; Glover and Whitney 2010; van der Kooi *et al.* 2016). بجانب صبغات الكلوروفيل الخضراء، فان النبات يحتوي على صبغات أخري وفى مقدمتها مركبات Anthocyanins، وتلك الصبغات ينتج عنها الألوان الأخرى أو درجات تلك الألوان (Brockington *et al.* 2011 ; Miller *et al.* 2011). لون الزهرة يعتمد أساساً على محتواها من الصبغة، ولكن

ايضاً على المركبات العديمة اللون المصاحبة لها أي مرافقات الصبغات (Lee 2007; Tanaka *et al.* 2008). اللون الأبيض للأزهار ينتج عن غياب الصبغات بالكامل. في حين أن تعدد الشكل قد يحدث بسب التغير إما في مكونات الصبغة أو في تركيز الصبغة. التغير في مكونات الصبغة يعطي أزهار بألوان مختلفة، بينما التغير في تركيز الصبغة يعطي التدرج في شدة لون الزهرة (Sobel and Streisfeld 2013). بالإضافة إلى أن هناك حالات أكثر تعقيداً من تعدد الأشكال والتي تتضمن تغيرات في كل من تركيز و مكونات الصبغات (Irwin and Strauss 2005; Hopkins and Rausher 2014). اغلب حالات تعدد الشكل ترجع إلى تغير في شدة الصبغات وخصوصاً Anthocyanins (Warren and Mackenzie 2001; Ellis and Field 2016).

صبغات Anthocyanins تنشأ على الأرجح في الأنسجة الخضرية كاستجابة للضغوط البيئية و الإجهاد (Winkel-Shirley 2002; Buer *et al.* 2010). هذه الصبغات تلعب دور رئيسي في عدد من الوظائف الأساسية في فسيولوجيا النبات و ايضاً في عملية التطور. الوظائف البيولوجية الرئيسية لمثل هذه المركبات تتمثل في: (أ) زيادة فاعلية المواد المضادة للأكسدة، (ب) تامين الحماية من الأشعة الضارة، بالإضافة إلى أنها مرتبطة بعمليات phytotoxins (Chalker-Scott 1999; Falcone Ferreyra *et al.* 2012). بالتالي تتراكم Anthocyanins في الأنسجة و الأعضاء الخضرية للنبات و منها الأزهار كاستجابة للضغوط البيئية مثل الأشعة فوق البنفسجية و الزيادة في كمية الإضاءة و درجات الحرارة المنخفضة و الجفاف و الملوحة و التعرض للكائنات الممرضة أو أكلات الأعشاب (Landi *et al.* 2015; Silva *et al.* 2016). إذن التغيرات في مكونات الصبغات و المركبات ذات الصلة وبجانب أنها مسئولة عن تعدد أشكال ألوان الأزهار، فانه يمكن أن تكون لها تأثيرات أخري متعددة في العديد من الوظائف البيولوجية الأخرى، وهذا يشير إلى الأثر المتعدد للجين (Albert *et al.* 2014; Del Valle *et al.* 2015).

النتائج التي خلصت إليها تلك الدراسات شوهدت في نتائج الدراسة الحالية على نبات الزعتر البري بمنطقة جنوب الجبل الأخضر. حيث نستنتج أن الشكل الأبيض للأزهار، وهو الشكل المهيمن والذي ينتج عند غياب كامل للصبغة، يتواجد في جميع مناطق الدراسة بغض النظر عن المنسوب. لكن مع الزيادة في المنسوب وما يصحب ذلك من انخفاض في درجة الحرارة نجد أن النسبة المئوية لهذا الشكل في المنسوب الثالث قد انخفضت كثيراً وبفرق معنوي عن باقي المناسيب. الشكل الثاني هو شكل الأزهار البيضاء المنقطة والذي كان بصورة عامة متقارب في نسب الظهور في جميع المناسيب، ولكن كانت نسبته أعلى في المنسوبين الثاني

والثالث وبدون فرق معنوي بينهما وبفروق معنوية مقارنة مع المنسوب الأول. الشكل الثالث كان الشكل البنفسجي والذي كان موجود وبنسب منخفضة في جميع المناسيب، ولكن تدرج بالزيادة في نسب الظهور مع الزيادة في الارتفاع عن مستوي سطح البحر (المنسوب)، وقد كانت هذه الزيادة معنوية وفقاً للتحليل الإحصائي. الشكل الأرجواني غاب عن الظهور في المنسوب الأول والمنسوب الثاني ولكن ظهر في المنسوب الثالث مما يعكس تأثير التغير في المنسوب بالزيادة وما يترتب عليه من تغير في درجة الحرارة بالانخفاض والتي تؤدي إلى تخليق صبغة المسئولة عن هذا اللون.

تلقح نسبة كبيرة من النباتات الزهرية بالحشرات. واهم هذه الحشرات: النحل و الزنابير و الفراشات butterflies و فراشات الليل moths، إلا أن الخنافس والذباب تتردد على الأزهار وتقوم الطيور ايضاً أو حني الثدييات (الخفافيش) بعملية التلقيح. الأزهار التي تلقح بالحشرات تتلون عادة بألوان زاهية أو تتميز برائحتها وأحياناً بكلتا الخاصيتين، و لقاح هذه الأزهار ثقيل أو لزج ولا ينتشر بسهولة بفعل الرياح (Waser and Ollerton, 2006; Reverte *et al.*, 2016). نتائج الدراسة الحالية كانت في نفس السياق مع نتائج تلك الدراسات، حيث نجد أن نبات الزعتر البري يمتاز بأزهار ملونة وأيضاً برائحة عطرية بالإضافة إلى وجود مواد سكرية (رحيق)، مما يجعل هذا النبات مفضل للملقحات الحشرية وخصوصاً نحل العسل.

Polymorphism in Thyme (*Thymus capitatus*) at southern region of El–Jabal El–Akhdar, Libya

*** Ezzudin S. M. Ali** **** Hesaien M. Mustafa**

Abstract

Thyme (*Thymus capitatus*) is an endemic wild plant in south parts of Al-Jabal Al-khdar area, east region of Libya. Given the importance of thyme species as ornamental o medical plant, the aim of this work was to gather information on flower color polymorphism of the *T. capitatus* growing in south parts of Al-Jabal Al-khdar. This study demonstrates that *T. capitatus* shows a stable and dramatic flower-color polymorphism. There are five patterns: white-flowered, dotted white-flowered, purple-flowered, violet-flowered and mosaic-flowered individuals present in natural populations of thyme. Results from comprehensive field studies support that the different altitudes give different frequencies for each color flower pattern, and the high percent was recorded for white flower plants.

* **Faculty of Agriculture**, **Omar El–Mukhtar University**, **Libya**.

** **Faculty of Natural Resources**, **Omar El–Mukhtar University**, **Libya**

REFERENCES:

Abbott, J. 1981. The keel petal colour polymorphism of *Lotus corniculatus* L. in Scotland. New Phytologist 88: 549–553.

Abd El-Ghani , M. M. 1998 . Environmental Correlates of Species Distribution in Arid Desert Ecosystems of Eastern Egypt . J. of Arid Environments 38: 297-331.

Albert N.W., Davies K.M., Lewis D.H., Zhang H., Montefiori M., Brendolise C., Boase M.R., Ngo H., Jameson P.E. and Schwinn K.E. 2014. A conserved network of transcriptional activators and repressors regulates anthocyanin pigmentation in *eudicots*. The Plant Cell 26: 962–980.

Brase, C and C. Brase. 1999. Understandable Statistics, concepts and methods. 6ed. Houghton Mifflin Company, USA.

Brockington S., Walker H., Glover J., Soltis S. and Soltis E. 2011. Complex pigment evolution in the *Caryophyllales*. New Phytologist 190:854–864.

Buer S., Imin N., Djordjevic A. 2010. Flavonoids: new roles for old molecules. Journal of Integrative Plant Biology 52: 98–111.

Butler T., Dick C., Carlson M.L., Whittall J.B. 2014. Transcriptome analysis of a petal anthocyanin polymorphism in the arctic mustard, *Parryae nudicaulis*. PLoS ONE, 9, e101338.

Cassie, J., A. Robert, C. Raguso, , J. Stephan, A. Tonsora and A. Tia-Lynn. 2007. Flower color–flower scent associations in polymorphic *Hesperis matronalis* (*Brassicaceae*). Photochemistry **68**: 865–874.

Chalker-Scott L. 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. Photochemistry and Photobiology 70: 1–9.

Clegg, M. and Durbin, L. 2000. Flower color variation: a model for the experimental study of evolution. Proceedings of the National Academy of Science 97: 7016–7023.

Del Valle C., Buide L., Casimiro-Soriguer I., Whittall B. and Narbona E. 2015. On flavonoid accumulation in different plant parts: variation patterns among individuals and populations in the shore campion (*Silene littorea*). Frontiers in Plant Science 6, 939.

Ellis J. and Field D. 2016. Repeated gains in yellow and anthocyanin pigmentation in flower colour transitions in the *Antirrhineae*. Annals of Botany 117: 1133–1140.

Falcone Ferreyra M, Rius P. and Casati P. 2012. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. Frontiers in Plant Science 3, 222.

Ford, E. 1965. Ecological genetics. Methuen and co. Ltd. London.

Forsman A. 2016. Is colour polymorphism advantageous to populations and species? Molecular Ecology 25: 2693–2698.

Glover B.J. 2007. Understanding flowers and flowering: an integrated approach. Oxford University Press, Oxford, UK.

Glover B.J. and Whitney H.M. 2010. Structural colour and iridescence in plants: the poorly studied relations of pigment colour. Annals of Botany 105: 505–511.

Gigord, B., M. Macnair and A. Smithson. 2001. Negative frequency dependent selection maintains a dramatic flower color polymorphism in the rewardless orchid *Dactylorhiza sambucina* L. PNAS. 98 (11):6253–6255.`

Hopkins R. and Rausher D. 2014. The cost of reinforcement: selection on flower color in allopatric populations of *Phlox drummondii*. The American Naturalist 183: 693–710.

Irwin R. and Strauss S. 2005. Flower color microevolution in wild radish: evolutionary response to pollinator- mediated selection. The American Naturalist 165: 225–237.

Irwin, R., S. Sharon, S. Shonna, A. Emerson and G. Genevieve. 2007. The role of herbivores in the maintenance of a flower color polymorphism in wild radish. Ecology 84 (7): 1733-1743.

Jones, K. and J. Reithel. 2001. Pollinator-mediated selection on a flower color polymorphism in experimental populations of Antirrhinum (*Scrophulariaceae*). American Journal of Botany 88: 447–454.

Jones, A., S. Compton, T. Crawford, W. Ellis, and I. Taylor. 1986. Variation in the color of the keel petals in *Lotus corniculatus* L. 3. Pollination, herbivory and seed production. Heredity 57:101–112.

Johnson, R. 1996. Elementary Statistics. 7ed . Wadsworth Publishing Company. USA.

Kay, Q. 1976. Preferential pollination of yellow-flowered morphs of *Raphanus raphanistrum* by *Pieris* and *Eristalis* spp. Nature 261:230–232.

Kay, Q. 1978. The role of preferential and assortative pollination in the maintenance of flower color polymorphisms. Pages 175–190 *in* A. J. Richards, editor. The pollination of flowers by insects. Academic Press, London, UK.

Lee D. 2007. Nature's palette: the science of plant color. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Levin, D. A. 1972. The adaptiveness of corolla-color variants in experimental and natural populations of *Phlox drummondii*. American Naturalist 106:57–70.

Levin, D. A. 1988. Local differentiation and the breeding structure of plant populations. Pp. 305–329. *in* L. D. Gottlieb and S. K. Jain, eds. Plant evolutionary biology. Chapman and Hall, London.

Landi M., Tattini M. and Gould K.S. 2015. Multiple functional roles of anthocyanins in plant–environment interactions. Environmental and Experimental Botany, 119: 4–17.

Mckinnon J.S., Pierotti M.E. 2010. Colour polymorphism and correlated characters: genetic mechanisms and evolution. Molecular Ecology 19: 5101–5125.

Miller R., Owens S.J. and Rørslett B. 2011. Plants and colour: flowers and pollination. Optics and Laser Technology 43: 282–294.

Mogford, J. 1974. Flower color polymorphism in *Cirsium palustre*. 2. Pollination. Heredity 33:257–263.

Narbona E., H. Wang, P. Ortiz, M. Arista and E. Imbert. 2017. Flower colour polymorphism in the Mediterranean Basin: occurrence, maintenance and implications for speciation. Plant biology 19:1-13.

Reverte S., Retana J., Gomez J.M. and Bosch J. 2016. Pollinators show flower colour preferences but flowers with similar colours do not attract similar pollinators. Annals of Botany 118: 249–257.

Schemske, D. and P. Bierzychude. 2007. Spatial differentiation for flower color in the desert annual *Linanthus parryae*: was Wright right?. Evolution 61: 2528–2543.

Schiestl F.P. and Johnson S.D. 2013. Pollinator-mediated evolution of floral signals. Trends in Ecology & Evolution 28: 307–315.

Silva V.O., Freitas A.A., Mac_anita A.L. and Quina F.H. 2016. Chemistry and photochemistry of natural plant pigments: the anthocyanins. Journal of Physical Organic Chemistry 29:594–599.

Sobel J.M. and Streisfeld M.A. 2013. Flower color as a model system for studies of plant evo-devo. Frontiers in Plant Science, 4, e321.

Stanton, M. L. 1987. Reproductive biology of petal color variants in wild populations of *Raphanus sativus*: I. Pollinator response to color morphs. Am. J. Bot. 74:178–187.

Stanton, M. L., A. A. Snow, S. N. Handel, and J. Bereczky. 1989. The impact of flower-color polymorphism on mating patterns in experimental populations of wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.). Evolution 43:335–346.

SWECO. 1986. Land Survey , Mapping and Pasture Survey for 550.000 Hectares of South Jabel el Akhdar Area, for Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. Secretariat for Agricultural Reclamation and Land Development, Contract No 15/90/81.

Tanaka Y., Sasaki N. and Ohmiya A. 2008. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. The Plant Journal 54: 733–749.

van der Kooi J., Elzenga M., Staal M. and Stavenga G. 2016. How to colour a flower: on the optical principles of flower coloration. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 283: 20160429.

Warren, J., and S. Mackenzie. 2001. Why are all colour combinations not equally represented as flower-colour polymorphisms? New Phytol. 151:237–241.

Waser N.M. and Ollerton J. 2006. Plant–pollinator interactions: from specialization to generalization. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Winkel-Shirley B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. Current Opinion in Plant Biology 5: 218–223.

Wright S. 1978. Evolution and the genetics of populations. Variability between and among natural populations. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.