Chemical Composition of Carpobrotus Chilensis, in the Burj Islam Area in Latakia

Dr. Bushra Ahmed Ali*

(Received 3 / 11 / 2023. Accepted 19 / 5 /2024)

□ ABSTRACT □

The Carpobrotus chilensis plant located on the coast of the city of Latakia was studied, where three extracts (aqueous - hexane - ethanol) were prepared using a Soxhlet extractor and analyzed using a gas chromatography device (GC-MS) to determine the chemical composition. The results showed that the plant contains a large number of chemical compounds that have medical importance in treating many diseases. The hexane extract showed a high content of Flavonoid compounds (1.93%), while the aqueous extract contained a high percentage of Phenolic compounds (4.02%), and the ethanolic extract contained a high percentage of Fatty acids (2.42%). In general, it can be said that the aqueous extract can be preferred. Over the rest of the extracts, because of its high ability to extract chemical compounds on the one hand and because water is considered a green solvent on the other hand**.**

Keywords: Carpobrotus chilensis, Carpobrotus chilensis, chemical composition, Soxcell device, GC-MS**.**

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***PhD - Organic Chemistry - Higher Institute for Marine Research - Tishreen University – Lattakia-Syria.boushra1981ali@gmail.com**

التركيب الكيميائي لنبات أصابع زينب *Carpobrotus chilensis* في منطقة برج اسلام في اللاذقية

د. بشرى أحمد علي*

(تاريخ الإيداع 3 / 11 / 2023. قُبِل للنشر في 19 / 5 /2024)

□ ملخّص □

دُرس نبات أصابع زينب الموجود في ساحل مدينة اللاذقية حيث حُضرت ثلاث خلاصات (مائية – هكسان – إيتانول) باستخدام جهاز سوكسيليه وحُللت باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC–MS لمعرفة التركيب الكيميائي. بينت النتائج احتواء النبات على ثلاثين مركب تقريباً والتي لبعضها أهمية طبية في علاج العديد من الأمراض. أظهرت خلاصة الهكسان محتوى عالٍ من المركبات الفلافونيدية (1.93%) في حين احتوت الخلاصة المائية على نسبة عالية من المركبات الفينولية (4.02%)، أما الخلاصة الايثانولية فاحتوت على نسبة عالية من الأحماض الدسمة (2.42%) بالعموم يمكن القول بأن الخلاصة المائية يمكن تفضيلها على بقية الخلاصات بسبب قدرتها العالية على استخلاص المركبات الكيميائية من جهة، لان الماء يعتبر من المذيبات الخضراء من جهة أخرى.

الكلمات المفتاحية: أصابع زينب، Carpobrotus chilensis، التركيب الكيميائي، جهاز سوكسيليه، GC-MS.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* دكتوراه – الكيمياء العضوية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.
boushra1981ali@gmail.com

مقدمة:

يعد نبات أصابع زينب نبات طبي وعصاري صالح للأكل ينتمي إلى عائلة الديمومية Aizoaceae والتي تعتبر أكثر فصائل النباتات تنوعًا والتي كانت الأقل دراسة لخصائصها الطبية. يعد نبات أصابع زينب من النباتات الملحية المنتشرة بكثرة في منطقة ريف اللاذقية الشمالي، ولكنه يتواجد على نطاق واسع على طول المناطق الساحلية السورية. يعرف نبات أصابع زينب بأسماء شائعة أخرى مثل أصابع العروس، مخلب الساحرة، نبتة الجليد، التين الحامض.... إلخ [1].

نبات أصابع زينب عبارة عن نبات مكون من حصير بأوراق خضراء زاهية يمكن أن يكون لها هوامش وأسطح حمراء أو برتقالية أو أرجوانية اللون [2,3] كما هو موضح في الشكل [1] أدناه. يتكاثر هذا النبات عن طريق الاتصال الجنسي واللاجنسي وينتج أزهاراً كبيرة وثماراً لحمية كبيرة غير سامة تحتوي على صفوف من البذور. ينمو النبات بطريقة غزو البيئة واستعمارها من خلال ركائزه التي تنتشر على طول سطح التربة مما يؤدي لإنتاج شعيرات جديدة في كل عقدة من أجل التكاثر المناسب [2].

على الرغم من أن نبات أصابع زينب يمكن أن ينتشر بعيداً عن البيئة البحرية بشكل طبيعي وذلك من خلال الثدييات عن طريق تناول ثماره والتخلص من بذورها، إلا أن القدرة العالية على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة مثل الملوحة والجفاف والضوء الزائد قد يساعد في الحفاظ على انتشاره [4]. تحتوي عائلة الديمومية والفصيلة الفرعية Rushhioideae على حوالي 1585 نوعًا متوزعة في 112 جنسًا أحدها هو أصابع زينب [5] أوراق النبات مستقيمة أو منحنية أحيانًا وكأس الزهرة مخروطي الشكل بمقاس mm [40–20) بسبلات غير متساوية أطولها mm(70–30) وأقصرها mm(30–10) لها بتلات صفراء تتلاشى مع نضوج النبات بينما يحتوي المبيض على حوالي 7–11 بذيرة تختلف هذه الميزات في أنواع أصابع زينب الأخرى [2].

تستخدم المستخلصات المائية والكحولية لعلاج الأمراض المتعلقة بفيروس نقص المناعة المكتسبة HIV/AIDS [6,7] كما يمكن استخدامه في علاج الأمراض المزمنة غير المعدية مثل ارتفاع ضغط الدم والسكري [6,8] تحتوي الأوراق أيضاً على سائل مطهر لاذع يؤخذ في حالات التهاب الحلق [9]. كما يمكن غلي الأوراق للاستفادة من منقوعها في علاج الديدان المعوية وأمراض المعدة المختلفة [10,11]، في تونس مثلا تُغلى الأوراق لعلاج التهاب الجيوب الأنفية ونزلات البرد الشديدة [12]

على الرغم من أن نبات أصابع زينب هو أحد أنواع Carprobotus التي تفي بهذه المعايير إلا أن استخدامه للأغراض الطبية والغذائية يبدو أنها طغت على الاستخدامات الأخرى. هناك ندرة في المعلومات المنشورة عن هذا النبات وبالتالي لذلك أخذنا على عاتقنا دراسة هذا النبات المنتشر في الساحل السوري ومعرف التركيب الكيميائي له وتسليط الضوء على الاستخدامات الطبية والقيمة الغذائية ، وتقديم معلومات جديدة عن دورها المحتمل في دخول مستخلصاتها في تركيب الأدوية وتطويرها [2].

تم تقديم هذا النبات في أوروبا وأستراليا ونيوزيلندا وجنوب أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية كنبات للزينة في القرن التاسع عشر وزُرع على طول الطرق السريعة ومواقف السيارات على الشاطئ والساحات العسكرية والخاصة، من بين الأغراض الأخرى لزراعته تثبيت التربة و زيادة جماليتها [4]. تكمن أهمية هذا النباتليس فقط في قدرته على التكيف مع المستويات المتنوعة من العناصر الغذائية والبقاء في البيئات المالحة [13]، والقدرة على التكيف مع مستويات متغيرة من الـ pH [14] والقدرة على التكاثر جنسياً ولاجنسياً [4]. وإنما في الاستخدامات الطبية المتعددة له أيضاً.

التصنيف:

المملكة: النباتات

الفرع: كاسيات البذور

الفصيلة: Eudicots

الرتبة: Caryophyllales

العائلة: أيزواسيا Aizoaceae،

الجنس: كاربوبروتوس Carpobrotus،

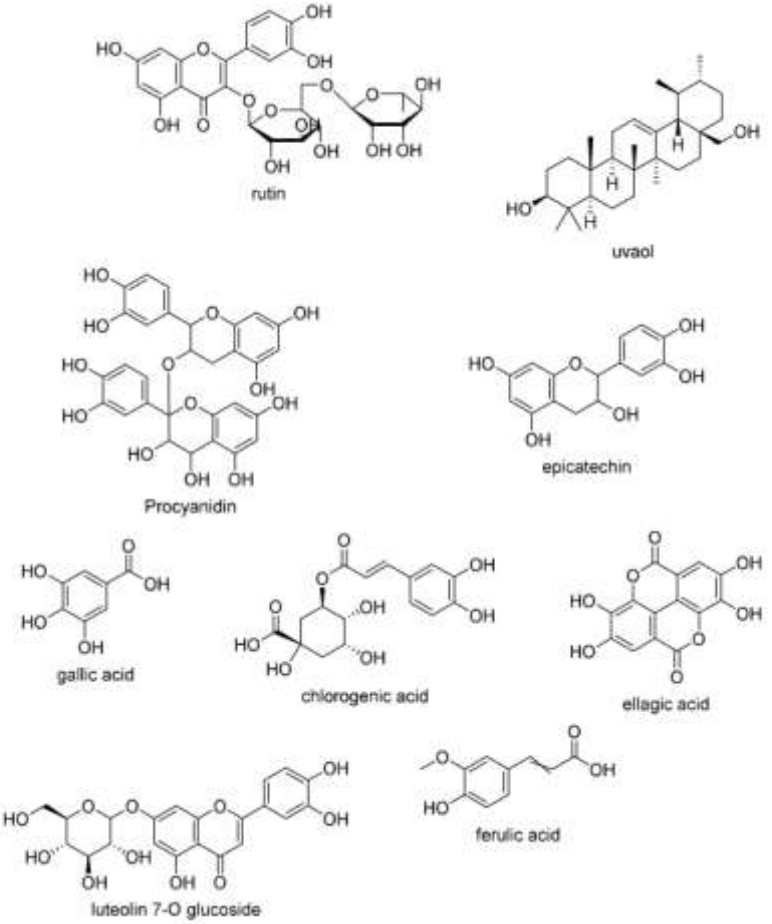
الأنواع: C. chilensis

قام Thring and Weitz [15] بتوثيق استخدام بعض النباتات الطبية بما في ذلك نبات أصابع زينب التي لها أهمية كبيرة في علاج العديد من الحالات المرضية. يتم استخدام منقوع أوراقها تقليديًا لعلاج التهابات الحلق والفم [16]، والزحار ومشاكل الجهاز الهضمي والسل [17] والأمراض الجلدية مثل الحروق والجروح وكذلك للسيطرة على العدوى الشائعة لفيروس نقص المناعة المكتسب [18]. كما تم توثيق استخدامه لعلاج وجع الأسنان ووجع الأذن والقلاع الفموي وضغط الدم ومرض السكري [18].بالإضافة لكونها مضافًا غذائيًا تقليديًا يستخدم لتحسين التركيب الغذائي للطعام لاحتواءه على نسبة عالية من المركبات الفلافونيدية حيث يستخدم المنقوع المائي لهذه النبته في الطعام وكذلك كمادة حافظة [17].عموماً، يمكن تلخيص الاستخدامات الطبية لنبات أصابع زينب بالجدول التالي:

الجدول(1): الاستخدامات الطبية لنبات أصابع زينب

الجزء المستخدم من النبات	الاستخدام الطبي	المرجع
عصير الأوراق او العصارة	علاج الالتهابات ومشاكل الجهاز الهضمي والسل وآلام الأسنان وآلام الأذن. يستخدم العصير كمطهر للجروح والحروق والقلاع الأنفية والسكري.	[15,17,19,20]
الأوراق المجففة المطحونة	علاج مرض القلاع الفموي.	[15,17,19,20]
الثمار	عامل غذاء ومضاد للميكروبات تؤكل الفواكه المجففة مباشرة أو تستخدم في صنع المربيات والمعلبات وتكون بمثابة نكهة	[21]

أظهرت الدرسات المرجعية التي تناولت التركيب الكيميائي لنبات أصابع زينب تنوعاً في المركبات الكيميائية والتي تكون عبارة عن مستقلبات ثانوية مسؤولة عن العديد من الفعالية المرتبطة غالبًا باستخدام النبات الطبية لعلاج الأمراض المختلفة بما في ذلك الأمراض التي تهدد الحياة [2]. دُرس التركيب الكيميائي لنبات أصابع زينب وبينت احتواءه على اثني عشر مادة كيميائية نباتية مهمة وهي السابونين saponins والكلوريدات chlorides والكبريتات sulfates والكومارين coumarins والفلافونويدات flavonoids والقلويدات alkaloids والأنثراكينونات anthraquinones والأيريويد iridoids والجليكوسيدات السيانوجينية cyanogenic glycosides وجليكوسيدات القلب cardiac glycosides والكربوهيدرات / الجليكوسيدات carbohydrates/glycosides والستيرولات / والتري تيربينوئيدات غير المشبعة ومركبات العفص وأثبت وجود تلك المكونات في أجزاء النبات المختلفة (الساق والأوراق والأزهار) ولكن بنسب متفاوتة [22]. يوضح الشكل الآتي [2] بعض الصيغ الكيمائية لبعض المركبات الموجودة في نبات أصابع زينب:



الشكل (2): الصيغ الكيميائية لبعض المكونات الكيميائية لنبات أصابع زينب [2]

طرائق البحث ومواده:

المواد والأجهزة اللازمة:

هكسان عالي النقاوة، إيثانول عالي النقاوة، جهاز سوكسيليه (من شركة Elecrothermal) ميزان الكتروني حساس من شركة (Scaltec)، مبخر دوار من شركة(BUCHI)، جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC–MS (Agilent نموذج

6890 A) موجود في المعهد العالي للبحوث البحرية بجامعة تشرين وهو مزود بكاشف مطيافية الكتلة MS (Agilent نموذج 5975 C) باستخدام مكتبتي Willy و Nist.

الاعتيان: تم جمع عينات نبات أصابع زينب من منطقة برج اسلام في اللاذقية وذلك خلال فترة إزهار النبات في شهر آب. حيث يتم تجهيز العينات النباتية للاستخلاص دون تجفيف على اعتبار أن أوراق نبات أصابع زينب ذو طبيعة عصارية حيث تقطع الأوراق إلى أجزاء أصغر.

الخلاصة العضوية: سيتم تحضير الخلاصة العضوية الميتانولية بأخذ g15 من العينة النباتية وتوضع في جهاز سوكسيليه باستخدام ml 300 من (الإيثانول (99.5%)، الهكسان (99%) كل على حدا وذلك لمدة ست ساعات ثم تبخر الخلاصة باستخدام المبخر الدوار حتى الجفاف وتحفظ الخلاصات في عبوات عاتمة في البراد الى حين التحليل حيث يعاد حلها في 1ml مذيب الاستخلاص [23].

الخلاصة المائية:

تحضر الخلاصة المائية بإضافة الماء المقطر المغلي إلى أوراق النبات وذلك بنسبة 1:35 (ماء:أوراق) يترك المنقوع لمدة عشرة دقائق ثم يرشح ويجفف تحت الضغط باستخدام المجففة ثم تُحل بـ 1ml دي كلورو ميتان إلى حين التحليل [24].

التحليل باستخدام GC–MS:

حُللت الخلاصات نبات أصابع زينب باستخدام تقانة الكروماتوغرافيا الغازية من شركة 6890 Agilent المتصل بكاشف مطيافية الكتلة MS نوع Agilent نموذج 5975C مع عمود شعري DB–5 (30m x 320µm) سماكة الطبقة 0.25µm. وذلك وفق البرنامج الحراري التالي:

$$70 \xrightarrow{4^\circ\, c/min} 280^\circ\, C\ (15\text{min})$$

وذلك باستخدام غاز الهليوم نقاوة (99.99%) كطور متحرك بمعدل تدفق 1.2 ml/min، حجم الحقنة 2µl.

النتائج والمناقشة:

يبين تحليل كل من الخلاصة الإيثانولية والمائية وخلاصة الهكسان على جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC–MS تنوعاً كيميائياً كبيراً والتي تتمتع بأهمية طبية وفعالية بيولوجية عالية كمضادات أكسدة ومضادات بكتيرية. والتي بينت اختلاف فيما بينها في نسب المركبات الناتجة وذلك يعود إلى قطبية المذيب المستخدم في الاستخلاص. حيث أظهرت خلاصة الهكسان محتوى عالٍ من المركبات الفلافونيدية (1.93%) التي لها دور فعال في تقوية جهاز الدوران وعلاج بعض امراض السرطان. في حين احتوت الخلاصة المائية على نسبة عالية من المركبات الفينولية (4.02%) والتي تتميز بفعالية مضادة للأكسدة عالية حيث تلعب أدواراً عديدة في حماية الجسم من مختلف الأمراض المزمنة والالتهابات والأورام وغيرها. أما الخلاصة الايثانولية فاحتوت على نسبة عالية من الأحماض الدسمة (2.42%) التي لها تأثير مضاد للالتهابات، وتقلل من ضغط الدم كما وتحسين أداء القلب وهي مهمة للنمو والتطور وفي تنظيم الجهاز العصبي، ولها تأثير في تثبيط الخلايا السرطانية، بالعموم يمكن القول بأن الخلاصة المائية يمكن تفضيلها على بقية الخلاصات بسبب قدرتها العالية على استخلاص المركبات الكيميائية من جهة، ولان الماء يعتبر من المذيبات الخضراء من جهة أخرى. يوضح الجدول التالي (2) التركيب الكيميائي لخلاصة الهكسان والخلاصة المائية والخلاصة الإيثانولية.

الجدول (2): التركيب الكيميائي لخلاصات نبات أصابع زينب (%)					
RT	**Compounds**	**Hexane**	**Water**	**Ethanol**	**Formula**
3.9	2-Pentadecanone, 6,10,4- trimethyl	0.06	0.32	-	C18H36O
4.5	7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate	0.3	0.09	-	C17H32O2
5	Heptacosane	-	0.01	0.05	C27H56
5.3	1-Heptatriacotanol	0.17	0.04	-	C37H76O
5.54	n-Octyl-5-oxoheptadecanamide	0.23	0.45	0.81	C25H49NO2
5.75	Dodecanoic acid	-	-	0.08	C12H24O2
6.3	Ferulic acid	-	0.53	0.4	C10H10O4
7.78	Phytol	1.56	0.46	0.29	C20H40O
8.6	Dibutyl phthalate	0.4	-	-	C16H22O4
8.67	n-hexadecanoic acid	0.2	-	0.08	$C_{16}H_{32}O_2$
8.93	Epicatechin	2.78	1.02	0.25	C13H26FO2P
10.55	2-Pyrrolidinone, 1-(9-octadecenyl)	1.04	0.09	0.02	C22H41NO
11.01	Procyanidin	1.52	2.72	1.26	C15H14O6
11.47	Pyrrolidine, 1-(1-oxo-7,10-hexadecadienyl)	0.03	-	0.21	C20H35NO
13.96	Nonacosane	-	-	0.52	C29H60
14	3-(β-D-Galactopyranosyloxy)-3′,4′,5,7-tetrahydroxyflavone (Hyperoside)	0.32	-	-	C21H20O12
14.21	3′,4′,5,7-Tetrahydroxy-3-[α-L-rhamnopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranosyloxy]flavone (Rutin)	3.01	1.82	1.01	C27H30O16
14.33	4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide	0.23	0.05	-	C21H40O2
15.84	3-(β-D-Galactopyranosyloxy)-3′,4′,5,7-tetrahydroxyflavone (Neohesperidin)	0.5	-	0.3	C21H20O12
18.09	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl				C30H50
19	Octadecanoic acid	0.26	-	-	C18H36O2
19.87	Chlorogenic acid	-	0.98	-	$C_{16}H_{18}O_9$
8.6	Tetradecanoic acid	-	0.20	0.10	C14H28O2
20.6	Tetratriacontane	0.38	-	-	C34H70
21.62	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-2 3-dihydroxypropyl ester	0.05	-	0.3	C18H32O2
24.07	9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3- dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)	0.18	0.5	0.09	C21H36O4
27.08	Ellagic acid	1.01	0.92	0.04	$C_{14}H_6O_8$
32.4	β-Amyrin	-	0.42	0.9	C30H50O
32.85	α-Amyrin	0.3	-	-	
34.87	1-Heptatriacotanol	0.09	0.3	0.05	C37H76O

40.57	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3β)	0.07	0.23	0.81	C32H52O2
48.09	Lupeol	-	0.21	-	C30H50O
56.05	17-(1,5-Dimethylhexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1Hcyclopenta[a]phenanthren-3-ol	1.40	0.82	0.24	C27H46O
57.35	Vitamin E	0.03	0.27	-	C29H50O2
58.06	17-(1,5-Dimethylhexyl)-2,3-dihydroxy-10,13-dimethyl-1,2,3,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-Tetradecahydrocyclopenta [a]phenanthren-6-one	0.12	-	0.04	C27H44O3
59.83	4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-Octamethyl-1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-octadecahydro-2H-picen-3-one	0.07	0.88	0.01	C30H48O
الفلافونات		1.39	3.62	2.42	
الفينولات		1.36	4.02	2.7	
أحماض دسمة		1.09	1.7	3.13	
مركبات أخرى		4.45	7.86	5.96	

يمكن القول من خلال هذه الدراسة أن نبات أصابع زينب هو مصدر دوائي تقليدي آمن، خاصة لعلاج مرض السل وغيره من التهابات الجهاز التنفسي وآلام الأسنان والأذن وأكزيما الوجه والجروح والحروق وارتفاع ضغط الدم ومرض السكري. تم التحقق من صحة بعض الاستخدامات الطبية لهذا النبات علميًا من خلال تحديد محتواه الكيميائي. يمكن لهذه الدراسة أن تثير اهتمامات بحثية متجددة في هذا النبات الطبي القيم بهدف إعادة تحديد وتوسيع استخداماته في مجال الزينة والاستخدامات العلاجية النباتية القائمة على الأدلة من خلال الدراسات العلمية التي تهدف إلى التحقق من صحة فوائده الطبية التقليدية على اعتبار أن دراسات علمية محدودة قد تناولت هذه النبات وبالتالي من الضروري إجراء المزيد من الدراسات للتحقق العلمي من سمية ودوائية نبات أصابع زينب.

الاستنتاجات والتوصيات:

- أظهرت خلاصة الهكسان محتوى عالٍ من المركبات الفلافونيدية (1.93%).
- احتوت الخلاصة المائية على نسبة عالية من المركبات الفنولية (4.02%).
- احتوت الخلاصة الايتانولية على نسبة عالية من الأحماض الدسمة (2.42%).
- نبات أصابع زينب هو مصدر دوائي تقليدي آمن.
- إجراء المزيد من الأبحاث للتحقق من سمية ودوائية نبات أصابع زينب.
- الاهتمام والتشجيع على زراعة النباتات الملحية لما لها من فوائد طبية وصناعية متعددة.

References:

1. Akinyede KA, Ekpo OE, Oguntibeju OO. Ethnopharmacology, therapeutic properties and nutritional potentials of Carpobrotus edulis: A comprehensive review. Scientia Pharmaceutica. 2020 Sep;88(3):39.
2. Albert ME, D'Antonio CM, Schierenbeck KA. Hybridization and introgression in Carpobrotus spp.(Aizoaceae) in California. I. Morphological evidence. American Journal of Botany. 1997 Jul;84(7):896-904.
3. D'Antonio CM. Mechanisms controlling invasion of coastal plant communities by the alien succulent Carpobrotus edulis. Ecology. 1993 Jan;74(1):83-95.
4. Rohwer JG, Bittrich V. Flowering Plants, Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid, and Caryophyllid Families. Springer; 1993.
5. Mudimba TN, Nguta JM. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological activity of Carpobrotus edulis: A global perspective. J. Phytopharm. 2019;8:111-6.
6. Otang WM, Grierson DS, Ndip RN. The effect of the acetone extract of Arctotis arctotoides (Asteraceae) on the growth and ultrastructure of some opportunistic fungi associated with HIV/AIDS. International journal of molecular sciences. 2011 Dec 9;12(12):9226-35.
7. Rocha MI, Rodrigues MJ, Pereira C, Pereira H, Da Silva MM, da Rosa Neng N, Nogueira JM, Varela J, Barreira L, Custódio L. Biochemical profile and in vitro neuroprotective properties of Carpobrotus edulis L., a medicinal and edible halophyte native to the coast of South Africa. South African journal of botany. 2017 Jul 1;111:222-31.
8. Van Wyk BE, De Wet H, Van Heerden FR. An ethnobotanical survey of medicinal plants in the southeastern Karoo, South Africa. South African Journal of Botany. 2008 Nov 1;74(4):696-704.
9. Bisi-Johnson MA, Obi CL, Kambizi L, Nkomo M. A survey of indigenous herbal diarrhoeal remedies of OR Tambo district, Eastern Cape Province, South Africa. African Journal of Biotechnology. 2010;9(8).
10. Semenya SS, Maroyi A. Medicinal plants used by the Bapedi traditional healers to treat diarrhoea in the Limpopo Province, South Africa. Journal of ethnopharmacology. 2012 Nov 21;144(2):395-401.
11. Ibtissem B, Abdelly C, Sfar S. Antioxidant and antibacterial properties of Mesembryanthemum crystallinum and Carpobrotus edulis extracts.
12. Rodrigues AS, Silva SE, Marabuto E, Silva DN, Wilson MR. New Mitochondrial and Nuclear Evidences Support Recent Demographic. Evolutionary history of Philaenus spumarius (Hemiptera, Aphrophoridae) and the adaptive significance and genetic basis of its dorsal colour polymorphism. 2014:37.
13. Vilà M, D'antonio CM. Fitness of invasive Carpobrotus (Aizoaceae) hybrids in coastal California. Ecoscience. 1998 Jan 1;5(2):191-9.
14. D'Antonio. Root profiles and competition between the invasive exotic perennial Carpobrotus edulis and two native shrubs species in CA, USA coast scrub. Am J Bot. 1991;78(7).
15. Thring TS, Weitz FM. Medicinal plant use in the Bredasdorp/Elim region of the Southern Overberg in the Western Cape Province of South Africa. Journal of ethnopharmacology. 2006 Jan 16;103(2):261-75.
16. Van Wyk BE, Oudtshoorn BV, Gericke N. Medicinal Plants of South Africa. Briza; 1997.
17. Van Wyk BE. The potential of South African plants in the development of new medicinal products. South African Journal of Botany. 2011 Oct 1;77(4):812-29.

18. Omoruyi BE, Bradley G, Afolayan AJ. Antioxidant and phytochemical properties of Carpobrotus edulis (L.) bolus leaf used for the management of common infections in HIV/AIDS patients in Eastern Cape Province. BMC Complementary and Alternative Medicine. 2012 Dec;12(1):1-9.
19. Cock IE, Van Vuuren SF. Anti-Proteus activity of some South African medicinal plants: their potential for the prevention of rheumatoid arthritis. Inflammopharmacology. 2014 Feb;22:23-36.
20. Watt JM, Breyer-Brandwijk MG. The Medicinal and Poisonous Plants of Southern and Eastern Africa being an Account of their Medicinal and other Uses, Chemical Composition, Pharmacological Effects and Toxicology in Man and Animal. The Medicinal and Poisonous Plants of Southern and Eastern Africa being an Account of their Medicinal and other Uses, Chemical Composition, Pharmacological Effects and Toxicology in Man and Animal.. 1962(Edn 2).
21. Van Wyk BE. A review of Khoi-San and Cape Dutch medical ethnobotany. Journal of Ethnopharmacology. 2008 Oct 28;119(3):331-41.
22. Cock IE, Van Vuuren SF. South African food and medicinal plant extracts as potential antimicrobial food agents. Journal of Food Science and Technology. 2015 Nov;52:6879-99.
23. Hafsa J, Hammi KM, Khedher MR, Smach MA, Charfeddine B, Limem K, Majdoub H. Inhibition of protein glycation, antioxidant and antiproliferative activities of Carpobrotus edulis extracts. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2016 Dec 1;84:1496-503.
24. Saleh ZA, Abadi RSM, Elawad A. Phytochemical Screening of Euphorbia abyssinica, E. polyacantha And Jatropha glauca from the Red Sea State- Sudan. 2018;2(1).
25. Castaneda-Loaiza V, Placines C, Rodrigues MJ, Pereira C, Zengin G, Uysal A, Jeko J, Cziaky Z, Reis CP, Gaspar MM, Custódio L. If you cannot beat them, join them: Exploring the fruits of the invasive species Carpobrotus edulis (L.) NE Br as a source of bioactive products. Industrial crops and products. 2020 Feb 1;144:112005.