ISSN: (3007-0384)
E-ISSN: (3007-0392)
مجلة وهج العلوم للعلوم الصرفة
المجلة متاحة على الرابط
https://uomosul.edu.iq/womeneducation/jwups/

Effect of heavy metal water pollution on the metabolic pathway of phenolic compounds in some microalgae species

Shahed Rafeh Saeed [1]*,
Asst. Prof. Dr. Fathi Abdullah Mandeel[2],
Dr. Alia Hazem Al-Qassimi[3]
[1,2,3] College of Education for Women,
University of Mosul, Mosul, Iraq

*Corresponding author e-mail:
Shahad.23gep112@student.uomosul.edu

Keywords:
Heavy metals,
microalgae,
phenolic acids.

ARTICLE INFO
Article history:
Received : 2024/11/25
Accepted : 2024/12/8
Available online

Email:
jwups@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

Microalgae constitute a group of organisms characterized by their wide diversity, whether in form or classification, as well as in metabolic processes. These organisms are rich in multiple secondary metabolites of great biological importance, which may be either intracellular or extracellular, and among these metabolites are phenolic compounds. This study addressed the ability of two genera of microalgae Chlorosarcinopsis eremi and Dictyosphaerium.sp isolated from Mosul city sewage water to produce phenolic acids and the effect of heavy elements (Cr, Cu, Ni) on the ability of the above-mentioned microalgae to produce this productivity. There was a difference between the two genera in the productivity of phenolic acids, as the genus Dictyosphaerium.sp had the ability to produce Gallica acid, Rutina acid, Caffeic acid, chlorogenic acid, Qurcetine acid, and Luteolin acid. The genus Chlorosarcinopsis eremi had the ability to produce phenolic acids (Gallica acid, Rutina acid), Apigenin acid, Ferulic acid, Qurcetin acid).

The effect of heavy elements was clear on the productivity of phenolic acids, especially chromium, as the production of chlorogenic acid was at its lowest levels of 1.9 for Dictyosphaerium.sp. As for Chlorosarcinopsis eremi, its production of apigenin acid reached its lowest levels of 1.2. While there was a slight difference in the effect of each of the elements (Ni, Cu) on the productivity of phenolic acids in the microalgae Dictyosphaerium.sp. As for the copper element, it had the least effect on the productivity of phenolic acids for the genus Chlorosarcinopsis eremi compared to the nickel element. Accordingly, this study showed that heavy elements have a negative effect on the productivity of phenolic acids for microalgae that are used in many pharmaceutical industries.

© 2025JWUPS, College of Education for Women, University of Mosul.

تأثير تلوث المياه بالمعادن الثقيلة على المسار الأيضي للمركبات الفينولية في بعض أنواع الطحالب الدقيقة

شهد رافع سعيد[1]، أ.م.د فتحي عبد الله منديل [2] م.د علياء حازم القصيمي [3]
[3.2.1] قسم علوم الحياة / كلية التربية للبنات / جامعة الموصل.

الخلاصة:

تشكل الطحالب الدقيقة مجموعة من الكائنات الحية المتميزة بتنوعها الواسع، سواء في الشكل أو التصنيف، وكذلك في العمليات الاستقلابية. تزخر هذه الكائنات بمستقلبات ثانوية متعددة تتمتع بأهمية بيولوجية كبيرة، والتي قد تكون إما داخل الخلايا أو خارجها ومن ضمن هه المستقلبات المركبات الفينولية. تناولت هذه الدراسة قدرة جنسين من الطحالب الدقيقة *Chlorosarcinopsis eremi* و*Dictyosphaerium*.sp المعزولة من مياه الصرف الصحي لمدينة الموصل على إنتاجية الاحماض الفينولية وتأثير العناصر الثقيلة (Cr, Cu, Ni)على قدرة الطحالب الدقيقة المذكورة أعلاه على هذه الإنتاجية. وكان هناك اختلاف بين كلا الجنسين في إنتاجية الاحماض الفينولية حيث كان لجنس *Dictyosphaerium*.sp القدرة على انتاج Luteolin acid , Qurcetine acid , chlorogenic acid ,Caffeic acid) acid,Rutina) Gallica acid.). اما جنس *Chlorosarcinopsis eremi* كان له القدرة على انتاج الاحماض الفينولية Qurcetin acid ,Ferulic acid Apigenin acid (Gallica acid,Rutina acid). وكان تأثير العناصر الثقيلة واضحا على إنتاجية الاحماض الفينولية وبالأخص عنصر الكروم فقد كان انتاج حامض chlorogenic acid في ادنى مستوياته بمقدار 1.9لطحلب *Dictyosphaerium*.sp اما طحلب *Chlorosarcinopsis eremi* فقد وصلت انتاجيته حامض Apigenin acid لدنى مستوياته بمقدار 1,2.في حين كان هناك تفاوت بسيط في تاثير كل من عنصري (Ni,Cu) على إنتاجية الاحماض الفينولية في الطحلب الدقيق *Dictyosphaerium*.sp.وبالنسبة لعنصر النحاس فانه الأقل تأثيرا على إنتاجية الاحماض الفينولية لجنس *Chlorosarcinopsis eremi* مقارنة مع عنصر النيكل.وعليه بينت هذه الدراسة ان للعناصر الثقيلة تأثير سلبي على إنتاجية الاحماض الفينولية للطحالب الدقيقة التي تستخدم في كثير من الصناعات الدوائية.

الكلمات المفتاحية: معادن ثقيلة، طحالب دقيقيه، الأحماض الفينولية.

المقدمة:

الطحالب الدقيقة (microalgae) هي مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية التي تعيش في نظم بيئية عديدة منها البحرية والمياه العذبة والتربة وتنتج مواد عضوية في عملية التمثيل الضوئي نظرًا لمرونتها الأيضية العالية وتكيفها مع ظروف الزراعة المختلفة بالإضافة إلى إمكانية النمو السريع.[1] استُخدمت الطحالب الدقيقة في تطبيقات متنوعة منذ العام 1950، وتتجه الأبحاث الحديثة نحو تطوير مركبات جديدة بخصائص علاجية محتملة. رغم التقدم الطبي الهائل، ما زالت الأمراض المعدية الناجمة عن البكتيريا والفطريات والفيروسات تمثل تحديًا كبيرًا للصحة العامة. ويُضاف إلى ذلك، التحدي المتمثل في مقاومة الكائنات الممرضة للمضادات الحيوية، مما يستدعي البحث عن مركبات جديدة لمواجهة هذه الميكروبات. تُعد الطحالب الدقيقة مصدرًا طبيعيًا واعدًا لهذه المركبات الجديدة المضادة للميكروبات، وتُقدم خيارًا مثاليًا لمكافحة الجراثيم المقاومة للمضادات الحيوية والعدوى الفطرية. لقد أظهرت أنواع متعددة من الطحالب الدقيقة فعالية في مكافحة البكتيريا بفضل تنوع المستقلبات التي تحتوي عليها، مثل الإندولات والتيربينات والفينولات والهيدروكربونات الطيارة والأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلاسل الطويلة، والتي يمكن استغلالها في تطوير أدوية جديدة كبدائل للمضادات الحيوية التي تواجه مقاومة من الميكروبات. ان جنس sp *Dictyosphaerium* ينتشر في مناطق مناخية مختلفة في أنحاء العالم ومن الصعب تشخصيها اعتماداً على شكلها المظهري حيث يختلف سمك الاغلفة المخاطية من منطقة لأخرى وتعتبر هذه الظاهرة استجابة كيميائية للبيئة او نتيجة للتفاعل مع مجموعات المستهلكات والحملالات في المياه المدروسة.[2] يعتبر هذا الجنس احد احم الطحالب الدقيقة وحيدة الخلية القادرة على التمثيل الضوئي وله استخدامات حيوية واسعة لمكملات غذائية تجارية وذلك لانشطتها الحيوية المثيرة للاهتمام والتي تكمن في انتاج المواد الايضية الكيميائية عالية القيمة كالاحماض الامينية، اوميغا3 والاحماض الدهنية المتعددة غير السقية بالإضافة الى السيترويدات والكاروتينات والفيكوبيلين والفيتامينات[3]. كما له القابلية على النمو في بيئات شديدة التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة كالنحاس والحديد والتي تسبب تغيرات هيكلية في مجتمع العوالق مع عو اقب تطورية وتصبح بعض الاجناس مقاومة لهذه التراكيز العالية (Dictyosphaerium (Dc Rcdloo وChlorelloides والحفاظ على معدلات نموها[4] اما جنس *Chlorosarcinopsis eremi* فانه يمتلك المستقبلات النشطة التي تظهر استجابة لظروف الاجهاد مثل الملوحة العالية وشدة الضوء والحرمان من العناصر كالنتروجين والكاربون فيتغير لون المستعمرة Choroscarinopsis. من الأخضر الى الاحمر البني او البرتقالي وهذه بسبب الانتاجية العالية للكاروتينات والكيتوكاروتينات والتي لها خصائص مضادات الأكسدة لحماية الخلايا من الظروف البيئية القاسية. [5]ونظر لامتلاك الجنس اعلاه هذه الميزة فقد كان مصدر جيد لاستخدامه في مجال البحوث البيئية والعقاقير الصيدلانية، بالأضافة الى قدرته على انتاج القلويدات والانثراكبنوتات anthraquinones والفلاقونيدات والتربينات والصابونيات Saponins وعليه فقد اظهرت مستخلصاته نشاطاً مضاداً للبكتريا لقدرتها على انتاج عديد الكاريد خارج الخلية والاحماض الامينية.[6].

ومن الجدير بالذكر ان المركبات الفينولية هي الأيوض الثانوية الأكثر انتشاراً وهي موجودة في كل مكان في المملكة النباتية، الفينولات غير شائعة في البكتريا والفطريات والطحالب تعد الحزازيات من النباتات المنتجة لمركبات متعددة الفينولات Polyphenols بما في ذلك الفلافونويد Flavonoids أما في النباتات الوعائية فتم العثور على مجموعة كاملة من المركبات متعددة الفينول. يصف مصطلح " الأحماض الفينولية " عمومًا المركبات الفينولية التي تحتوي على مجموعة حمض كربوكسيلية واحدة وتُعد الأحماض الفينولية أو الفينولية الكربوكسيلية واحدة من الفئات الرئيسية للمركبات الفينولية النباتية توجد في مجموعة متنوعة من الأطعمة النباتية *مثل* البذوروقشور الفواكه وأوراق الخضروات التي تحتوي عليها بأعلى تركيزات وعادةً ما تكون موجودة في أشكال مرتبطة مثل الأميدات أو الإسترات أو الجليكوسيدات ونادرًا ما تكون في شكل حر.[7]

المعادن الثقيلة Heavy Metals (HMs) انها عناصر ذات عدد ذري اكبر من 20 وكثافة أكثر من 5 غم/ سم 3 وعليه تتركز هذه المعادن في مياه الصرف الصحي الصناعي والزراعي والمدني واعتبرت من الملوثات الثانية لعدم قدرتها على التحلل وتراكمها في النظم البيئية (Goswami , et al , 2021) فتراكم المعادن الثقيلة في النظم الايكولوجية المائية في الرواسب التي تعتبر خزان لهذه المعادن لتنطلق فيما بعد بسبب عمليات مختلفة كامتصاصها او ابتلاعها من قبل

الكائنات الحية وبذلك تدخل السلسلة الغذائية وتتراكم فيها وعرفت هذه العناصر بالتضخم الحيوي termed biomagni fication والتي تعتبر تهديداً للبيئة الصحية للانسان فقد عثر على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة في كبد وعضلات عدة انواع من الاسماك الصالحة للأكل[8].

الهدف من البحث

دراسة قدرة جنسين من الطحالب الدقيقة المعزول من مياه الصرف الصحي المدني لمدينة الموصل على إنتاجية الاحماض الفينولية المهمه كنو اتج ايض ثانوية في الاستخدامات الدو ائية وتاثير المعادن الثقيلة باعتبارها احد اهم الملوثات البيئية على إنتاجية الاحماض الفينولية .

انواع العزلات المستخدمة في الدراسة

جمعت العينات من الطحالب الدقيقة *Dictyosphaeri sp , Chlorosarcinopsis.eremi* في قناني خاصة لهذه الدراسة من حواف نهر دجلة في منطقة حاوي الكنيسة والجسر العتيق (المصبات لمياه الصرف الصحي للمدينة). اعتمادا على طريقة زرعت العينات في الوسط الزرعي Chu-10 المحور لذي يتكون في المواد الاتية وبالتراكيز (0. 0.1 K2hpo, 4Ca(No3)2 ,Na2co3 0. 2 , 0. 25 MgSo47H2o ,NaSio3 0. 25 , 0.05 Fecl2) كل منها (غم / لتر) من الماء المقطر بعد التحضير يضبط الاس الهيدروجيني للوسط بين (7.6- 7.8) Co3 ويعقم عند 121 وضغط 1 جو بجهاز المعقام لمدة 20 دقيقة أما الوسط Chu-10 الصلب فقد حضر باضافة Agar نسبة 1% الى الوسط Chu-10 السائل. وبهذه الطريقة تم الحصول على لقاح الطحلب الذي استعمل في التجارب اللاحقة وذلك بتلقيح الدوارق الزجاجية سعة 250 مل والحاوية على وسط 100 مل من وسط Chu-10 السائل والمعقم بنسبة 5% من اللقاح لكل دورق. تم ترشيح العزلات المختارة في الدراسة بعد انتهاء فترة التحضين في ظروف معقمة بواسطة اوراق الترشيح نوع *Watman* (*15cm*) وتجفيفها في الظلام مع مراعاة تقليبها يومياً وملاحظة عدم تحضنها او اصابتها بالامراض الفطرية والفايروسية ثم جمعت في اكياس ورقية جافة ومعقمة وخزنت في طروف خالية من الرطوبة لحين استخدامها.

التشخيص المظهري

تم الاعتماد في التشخيص المظهري على معرفة الجنس والى أي قسم من الطحالب يعود اذ حضرت شرائح مؤقتة من العزلات المنقاة وتم فحصها بواسطة المجهر الضوئي المركب Olympus باعتماد مصادر التشخيص.

معاملة العزلات قيد الدراسة بالمعادن الثقيلة

هيئت الدوارق باضافة 100 مل من وسط Cu10 المعقم مسبقا ,ثم اضيف اليه 0.5 غم من العزلات المجففة و0.005 غم من العناصر الثقيلة (Cu , Cr , Ni) في ظروف التعقيم. ثم سدت فوهة الدوارق بسدادات قطنية مغلقة برقائق الالمونيوم ونقلت الى الحاضنة الهزازه، وبعد نهاية فترة التحضين 15 يوماً أصبحت جاهزة لباقي الاختبارات الخاصة بالدراسة.

استخلاص المكونات الفعالة من عزلات الطحالب الدقيقة قيد الدراسة

تم تحضير المستخلصات الطحلبية باتباع الطريقة التي ذكرها Al-Daody (1998) اذ تعتمد هذه الطريقة على طبيعة المكونات الفعالة المفصولة من الطحلب وطبيعة , المذيب المستخدم في عملية الفصل وباستخدام نظام المذيبات المتعاقبة لذا تم اختيار ثلاثة انواع من المذيبات المختلفة قطبياً وهي: الكلوروفورم E، والايثرالبترولي E(60-80%) الايثانول 95% E فهي افضل الوسائل للحصول على اعلى نتائج.

تشخيص المركبات الفينولية الفعالة بالكروماتوغر افيا السائلة عالية الأداء (HplC)

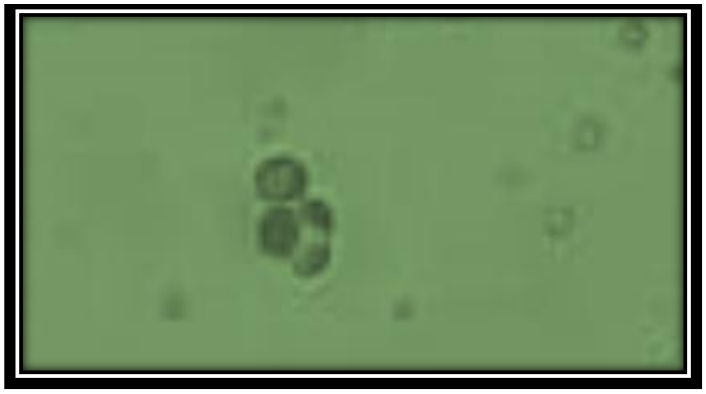
High performance liquid chromatograohy

اجريت عملية تشخيص الاحماض الفينولية قبل التحلل الحامضي وبعد التحلل الحامضي للمستخلص في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا/دائرة البيئة والمياه ة جهاز كروموتوغر افيا الغاز السائل العالي الأداء HpLC نوع(*SykAm*) الالماني المنشأ.

النتائج والمناقشة:

تم عزل وتشخيص طحلبين دقيقين *Chlorosarcinopsis.eremi , Dictyosphaeri sp.* في الدراسة الحالية من مياه الصرف الصحي المدني لمدينة الموصل حيث ينتمي الجنسين إلى قسم الطحالب الخضر *Chlorophyta* ويعتبر الجنسان من الطحالب الدقيقة المعزولة لأول مرة في بيئة مياه الصرف الصحي بمدينة الموصل يقع الجنس *Dictyosphaerium sp.* ضمن رتبة *Chlorellal* عائلة *Chlorellaceae* يتميز هذا الجنس بخلاياه الكروية (شكل 1) وتظهر بشكل مستعمرات محدودة العدد *Cynobium* محاطة بغلاف مخاطي مشترك أما جنس *Chlorosarcinopsis.eremi* يقع ضمن رتبة *Chlamydomonada* عائلة *Chlorosa Vcinaceae* وكانت خلاياهُ مفردة كروية تظهر بشكل مبادلات ثنائية (شكل 2)

شكل (1) جنس *Dictyosphaerium sp.*



شكل(2) جنس *Chlorosarcinopsis.eremi*

وتعتبر الفينولات المتعددة احد اهم المواد الطبيعية الفعالة حيويا الموجودة في الطحالب الدقيقة , وتندرج الاحماض الفينولية ضمن هي المركبات والتي توجد بكثرة في النباتات كالتوت والتفاح والقهوة والحبوب الكاملة ,وتعتبر الفينولات المتعددة من المواد المضادة للأكسدة المهمة وعلية تم اختيارها كاحد النو اتج الطبيعية المهمة المستخلصة من الطحالب الدقيقة قيد الدراسة.

يبين الجدول (1) و(2) نتائج الكروماتوغر افيا السائلة عالية الأداء HplC , ان كلا الطحلبين الدقيقين *Chlorosarcinopsis.eremi , Dictyosphaeri sp.* لهم القدرة على انتاج الاحماض الفينولية Callic acid , Rutin, Lutedin, Chlorogenic, Caffeic acid, Qurcetin , Feruilc acid, Apigenin. كانت قيم الإنتاجية لطحلب *Dictyosphaeri sp* بمقدار(9,8 , 17, 14,5 , 16,8 , 25,9, 35,9) ppm لكل من Callic acid , Rutin , Caffeic acid , Chlorogenic, Qurcetin, Lutedin, , ولوحظ هناك زيادة ملحوظة في كمية الاحماض الفينولية بعد التحلل الحامضي فوصلت قيمها (12,6, 19,8, 16,9 ,19,7, 29,8, 38,2)ppm لكل من الاحماض الفينولية المذكورة أعلاه.

اما طحلب، *Chlorosarcinopsis.eremi* كانت قيم الاحماض الفينوليه قبل التحلل بمقدار(18,9, 22,5, 19,8, 32,6, 27,9) ppm لكل من الاحماض الفينولية Callic acid, Rutin, Qurcetin, Feruilc acid Apigenin. تطابقت هذه

النتائج مع ما تقدم به [9]قدرة طحلب Spongiochloris spongiosa على انتاج هذه الاحاض الفينولية Callic acid, Rutinبمقدار(3,6 ,5,1) ميكروغرام / غرام. وكذلك حدثت زياده في قيم إنتاجية الاحماض الفينولية بعد التحلل الحامضي لتصل (30,5, 34,9, 22,5, 25,9, 21,4)ppm . ان ربط زراعة الطحالب الدقيقة بمياه الصرف الصحي تعد تقنية واعده لاستعادة الموارد الحيوية من مياه الصرف الصحي , تم تنمية طحلب *Chlorella sp.* بهذه المياه وقدرتها على انتاج الحامضين الفينوليين Caffeic acid , hydroxybenzoic acid بنسبة 30و49% على التوالي.[10]

ان العناصر الثقيلة تعتبر احدى عوامل الضغوطات البئيبة اللاحيائية على الطحالب الدقيقة التي لها تأثير مباشر على زيادة إنتاجية الاحماض الفينولية.وعلية تم اختيار ثلاث عناصر ثقيلة النيكل والنحاس والكروم لمعاملة الكتلة الحيوية للطحالب الدقيقة قيد الدراسة.لوحظ هناك زيادة واضحة جدا في كمية الاحماض الفينولية المنتجه من جنس *Dictyosphaeri sp* , لتصل لأعلى إنتاجية عند المعاملة بالنحاس فكانت قيمها (40,6, 30,5, 20,6, 18,7 , 13,9, 22,9)ppm. قبل التحلل الحامضي لكل من الاحماض الفينولية Caffeic acid , Rutin , Callic acid , Chlorogenic ,Lutedin, Qurcetin اما بعد التحلل الحامضي فكانت قيم الاحماض الفينولية المنتجه من الطحلب المعامل بالنحاس بمقدار(44.7, 36,9, 25,4, 24,5, 25,9, 17,4)ppm لكل من الاحماض الفينولية أعلاه. في حين كان تاثير عنصر الكروم الأقل تاثير على إنتاجية الاحماض الفينولية بمقدار(36,2, 20,4, 17,4, 15,9, 18,7, 10,2) ppm . قبل التحلل الحامضي. اما بعد التحلل الحامضي فكان تاثير الكروم طفيف اذا ما قورن مع عنصري النيكل والنحاس لتصل قيم هذه الاحماض الفينولية لمقدار(39,6, 30,5,20,8,17,8,21,9,13,9) ppm. تتطابق النتائج مع قدرة طحلب *Phaeodactylum tricornutum* الدايتومي الذي تم عزله من مياه المالحه وتنميته بوجود النحاس والحديد أدت هذه الايونات المعدنية الى تعديل نمو الخلايا والتمثيل الغذائي عن طريق انتاج المركبات الفينولية كتكيف مع الضغوط اللاحيائية وتم تحديد 14 مركب فينولي يرتبط نوع هذه المركبات الفينولية ارتباطا مباشرا بالمعدن وتركيزه اثناء نمو المزارع الطحلبية[11].

اما طحلب، *Chlorosarcinopsis.eremi* كانت قيم الاحماض الفينوليه قبل التحلل بمقدار(34.6, 36,9, 24,5, 26,9, 22.5) ppm لكل من الاحماض الفينولية Callic acid ,Rutin ,Qurcetin, Apigenin Feruilc acid الناتجه من معاملة الكتله الحيوية بالنحاس كعنصر ثقيل للجنس أعلاه. وكذلك حدثت زياده في قيم إنتاجية الاحماض الفينولية بعد التحلل الحامضي لتصل (37, 42,6, 33,6, 35,6, 29,8)ppm لكل حامض فينولي مذكور أعلاه ,في حين كان عنصر الكروم الأقل تاثيرا من بين العاصر الثقيلة على الكتله الحيوية لطحلب *C.eremi* لانتاج الاحماض الفينولية لتصل قيمتها (25.6 , 30,5 , 16.9 , 20.5 ,15,4)ppm قبل التحلل الحامضي ,وكانت هناك زيادة نسبيا على إنتاجية هذه الاحماض عنده معاملة الكتله الحيوية بعنصر الكروم بمقدار(27 , 32,5 , 18,1 ,22,9, 18)ppm , ولكن بقيم إنتاجية اقل عند مقارنتها مع إنتاجية الكتلة الحيوية للاحماض الفينولية المعاملة بعنصري النيكل والنخاس كلا على حدا. ان الاحماض الفينولية لها القدرة على نقل الالكترون او الهيدروجين لالتقاط أنواع الاوكسجين التفاعلية حيث ان تعرض *Scendesmus obliquus* للرصاص يودي الى زيادة كبيرة في مستويات الفينولات المتعددة الكلية[12].

ان استجابة الطحالب الدقيقة لظروف الاجهاد الناتج عن المعادن الثقيلة تشبة تلك التي تحدث في ظل ظروف أي اجهاد أخرى فتودي الى تكوين أنواع الاوكسجين التفاعلية في الخلايا الطحلبية وتصاحبها حدوث تغيرات في الوظائف الحيوية الخلوية كانخفاض بمستويات النمو و انقسام المادة الوراثية , ان تراكم المركبات الفينولية متعددة الفينول في الخلية مؤشرا على الاجهاد الفسيولوجي للخلية ,حيث يرتبط انتاج الفينولات المتعددة بشكل فعال بايونات المعادن الثقيلة ثنائية التكافؤ داخل الخلية كستجابة وتكيف للاجهاد التاكسدي[13].بينما ينخفض انتاج المركبات الفينولية عند تعريض الخلية الطحلبية الى ظروف اجهاد غذائي كتنميتها في مغذيات محددودة الفسفور والنتروجين[14].

جدول (1) الاحماض الفينولية المقاسة بكروموتكرفيا السائلة عالية الأداء HpLs للطحلب Dictyosphaerium sp.

العينة الأولى الكمي ppm				
المركبات القياسية	العينة الأولى فبل التحلل		العينة الأولى بعد التحلل	
	رمز العنصر الثقيل	الكمية ppm	رمز العنصر الثقيل	الكمية ppm
Calic acid	control	35.9	control	38.2
	Ni	38.4		42.6
	Cu	40.6		44.7
	Cr	36.2		39.6
Rutin	contro	25.9	contro	29.8
	Ni	29.8		33.6
	Cu	30.5		36.9
	Cr	26.4		30.5
Coffoic acid	contro	16.8	contro	19.7
	Ni	17.9		24.6
	Cu	20.6		25.4
	Cr	17.4		20.8
Chlorogenic	contro	14.5	contro	16.9
	Ni	16.4		19.8
	Cu	18.7		24.5
	Cr	15.9		17.8
Qurcetine	contro	17	contro	19.8
	Ni	19.4		24.6
	Cu	22.9		25.9
	Cr	18.7		21.9
Luteolin	contro	9.8	contro	12.6
	Ni	11.9		16.9
	Cu	13.9		17.4
	Cr	10.2		13.9

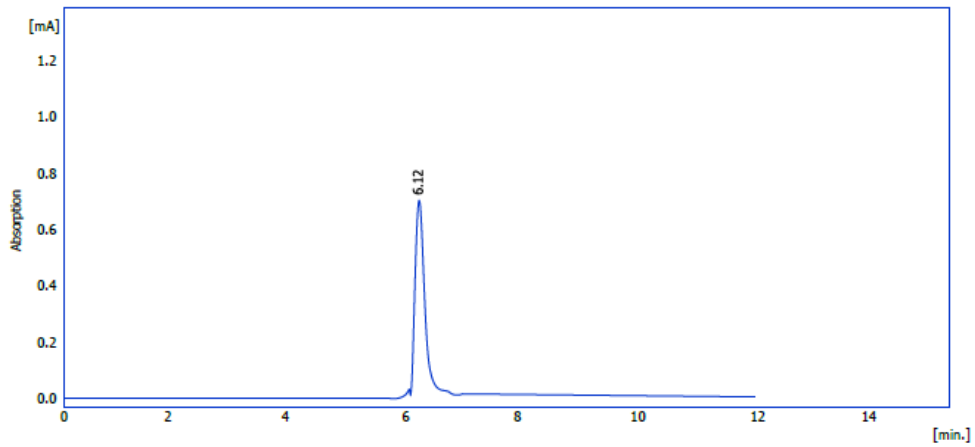
جدول (2) الاحماض الفينولية المقاسة بكروموتكرفيا السائلة عالية الأداء HpLs للطحلب *Chlorosarcinopsis.eremi*

العينة الثانية الكمي PPM				
المركبات القياسية	العينة الأولى فبل التحلل		العينة الأولى بعد التحلل	
	رمز العنصر الثقيل	الكمية ppm	رمز العنصر الثقيل	الكمية ppm
Calic acid	control	27.9	control	30.5
	Ni	29.8		33.6
	Cu	34.6		37.0
	Cr	25.6		27.0
Rutin	contro	32.6	contro	34.9
	Ni	34.5		39.8
	Cu	36.9		42.6
	Cr	30.5		32.5
Apigenin	contro	19.8	contro	22.5
	Ni	21.6		28.7
	Cu	24.5		33.6
	Cr	16.9		18.1
Ferulic acid	contro	22.5	contro	25.9
	Ni	24.9		30.6
	Cu	26.9		35.6
	Cr	20.5		22.9
Qurcetine	contro	18.9	contro	21.4
	Ni	20.9		24.8
	Cu	22.5		29.8
	Cr	15.4		18.0

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: chlorogenic acid 5 ppm	Amount	0
Sample	: chlorogenic acid 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



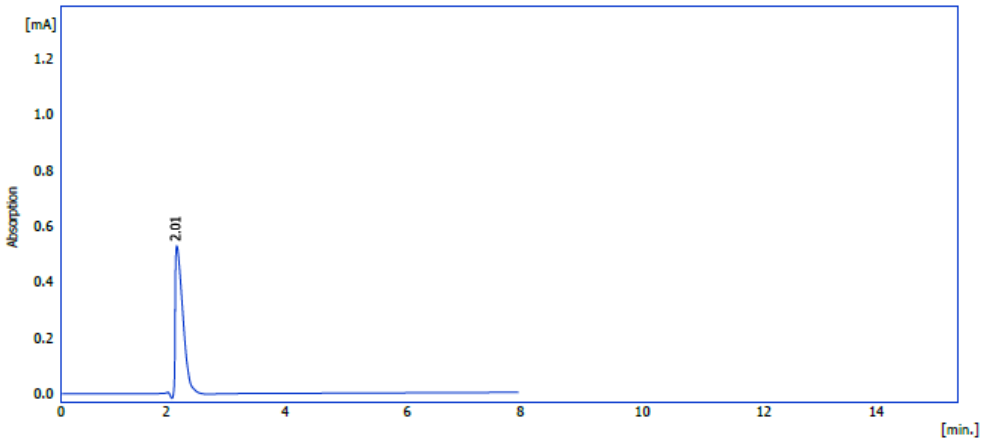
Result chromatography Table (Uncal - F:\ chlorogenic acid 5 ppm)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	6.12	2587.79	741.32	100.00	100.00	0.25	
	Total	2587.79	741.32	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: apigenin 5 ppm	Amount	0
Sample	: apigenin 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ apigenin 5 ppm)

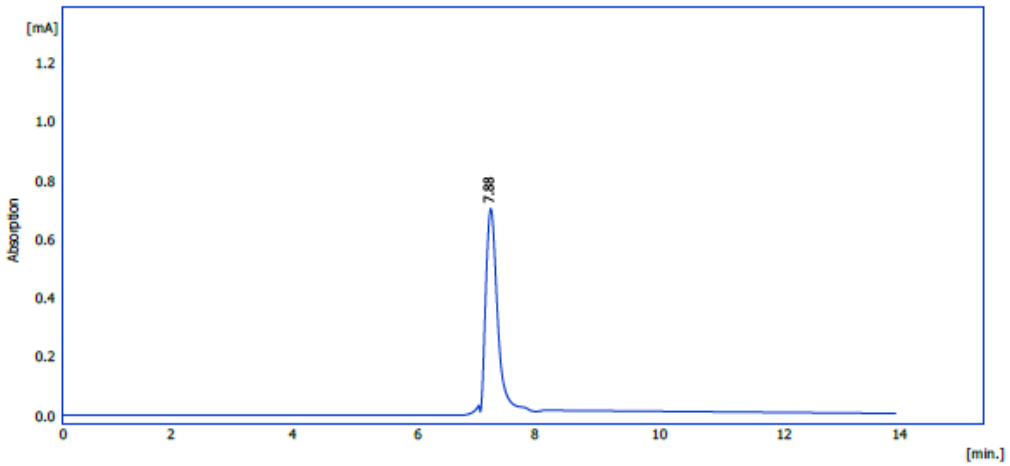
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.01	1854.70	584.14	100.00	100.00	0.25	
	Total	1854.70	584.14	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: qurcetine 5 ppm	Amount	0
Sample	: qurcetine 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ qurcetine 5 ppm)

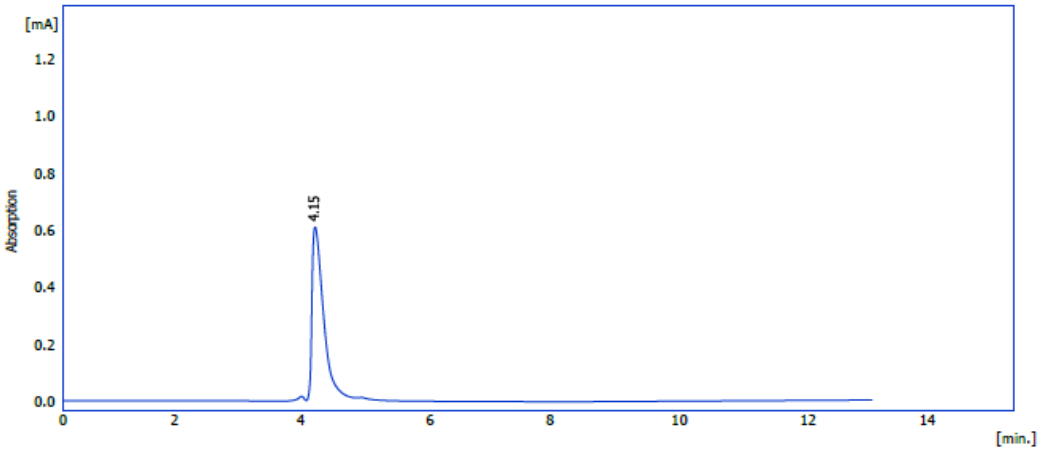
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	7.88	1214.14	732.99	100.00	100.00	0.25	
	Total	1214.14	732.99	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: Rutin 5 ppm	Amount	0
Sample	: Rutin 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ Rutin 5 ppm)

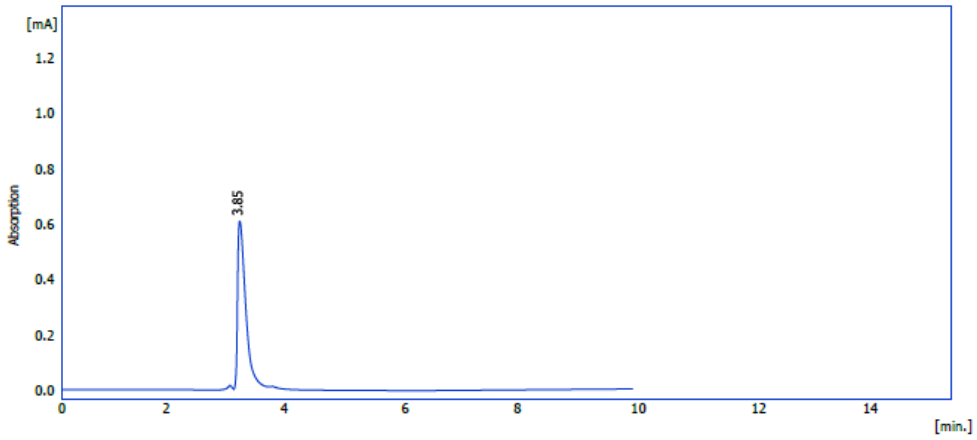
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	4.15	2055.98	612.04	100.00	100.00	0.25	
	Total	2055.98	612.04	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: gallic acid 5 ppm	Amount	0
Sample	: gallic acid 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ gallic acid 5 ppm)

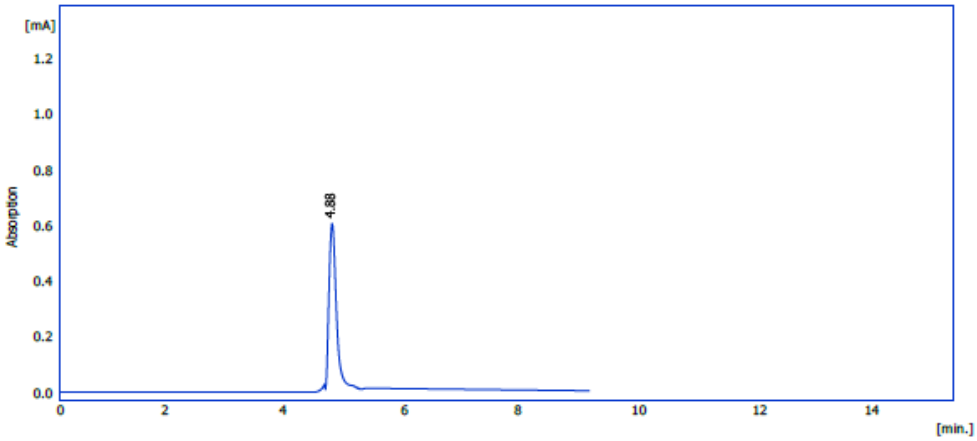
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.85	1985.08	600.21	100.00	100.00	0.25	
	Total	1985.08	600.21	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

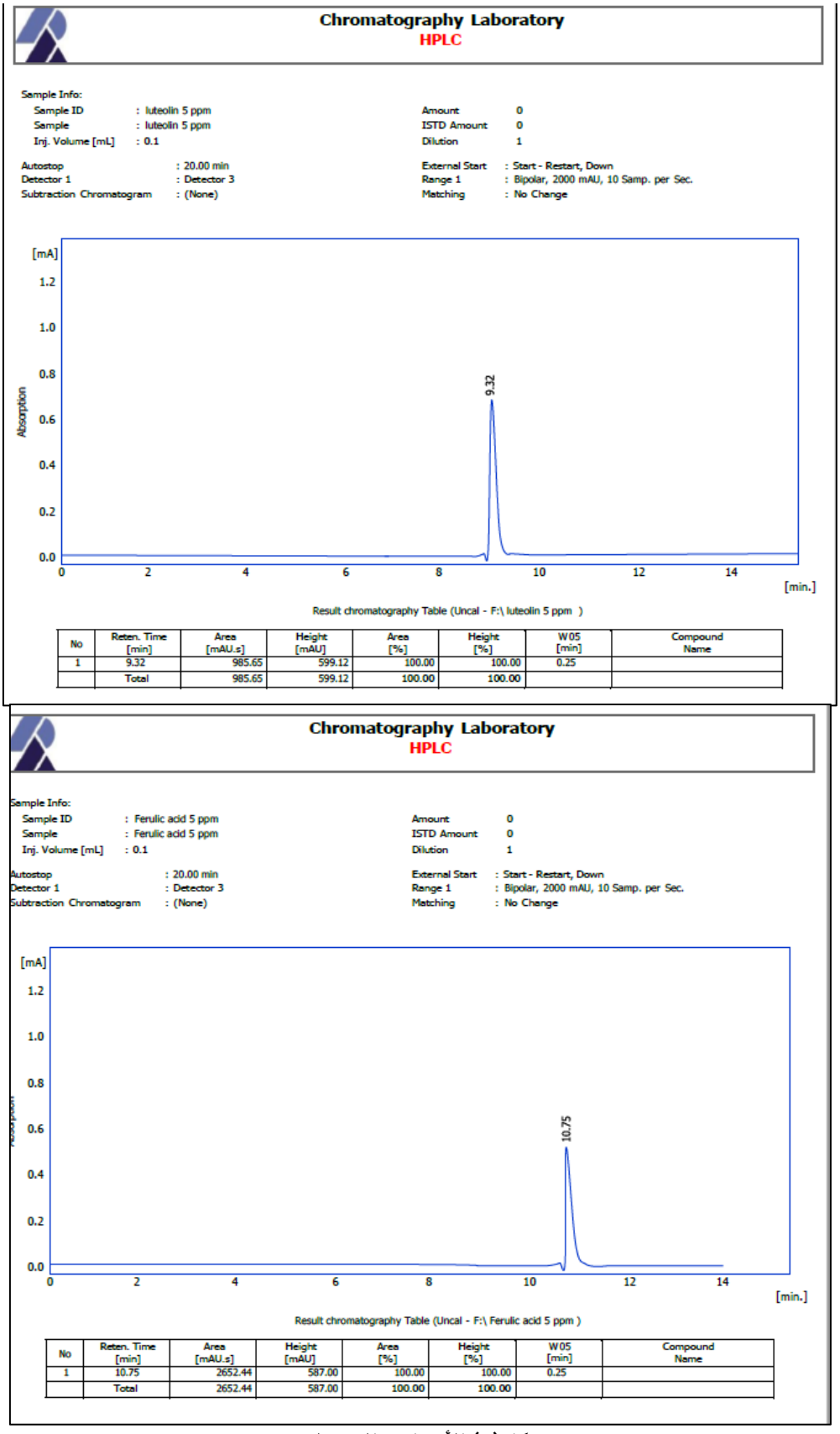
Sample ID	: caffeic acid 5 ppm	Amount	0
Sample	: caffeic acid 5 ppm	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ caffeic acid 5 ppm)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	4.88	1369.99	611.14	100.00	100.00	0.25	
	Total	1369.99	611.14	100.00	100.00		



Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : luteolin 5 ppm
Sample : luteolin 5 ppm
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Matching : No Change

Result chromatography Table (Uncal - F:\ luteolin 5 ppm)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	9.32	985.65	599.12	100.00	100.00	0.25	
	Total	985.65	599.12	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : Ferulic acid 5 ppm
Sample : Ferulic acid 5 ppm
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Samp. per Sec.
Matching : No Change

Result chromatography Table (Uncal - F:\ Ferulic acid 5 ppm)

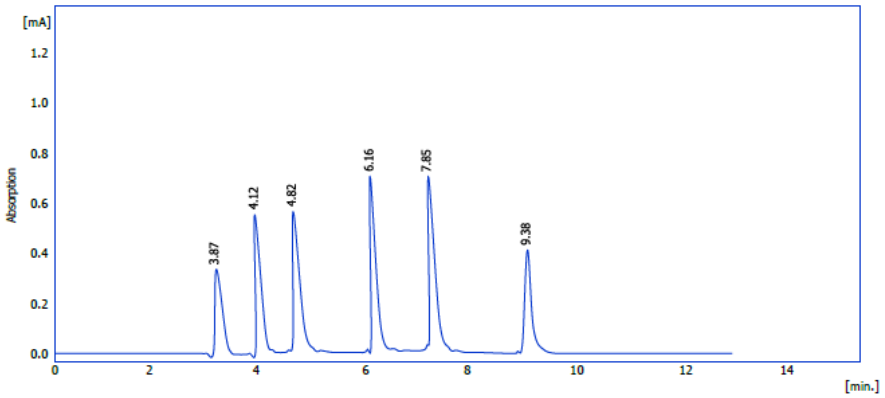
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	10.75	2652.44	587.00	100.00	100.00	0.25	
	Total	2652.44	587.00	100.00	100.00		

شكل(3) الأحماض الفينولية

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 1	Amount	0
Sample	: sample 1	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



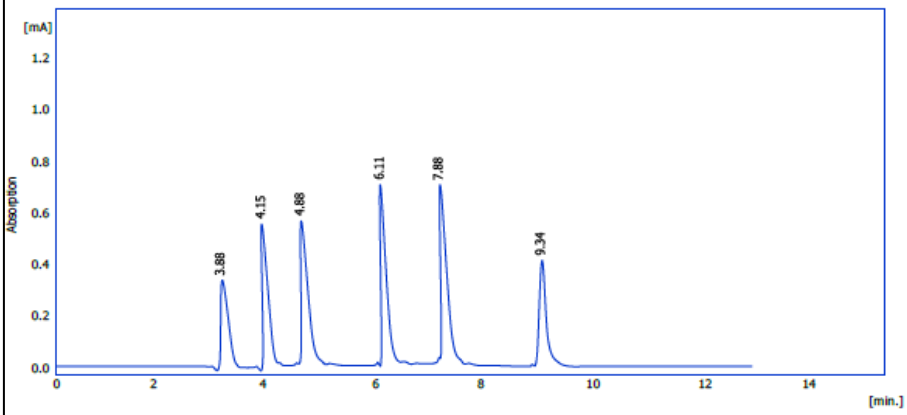
Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 1

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.87	2011.14	382.65	10.00	10.00	0.05	
2	4.12	3085.41	571.55	15.00	15.00	0.08	
3	4.82	3121.11	572.65	15.00	15.00	0.08	
4	6.16	4365.08	713.30	23.00	23.00	0.10	
5	7.85	4652.32	714.11	23.00	23.00	0.10	
6	9.38	2041.05	422.50	14.00	14.00	0.07	
	Total	17985.08	3419.08	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 2	Amount	0
Sample	: sample 2	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



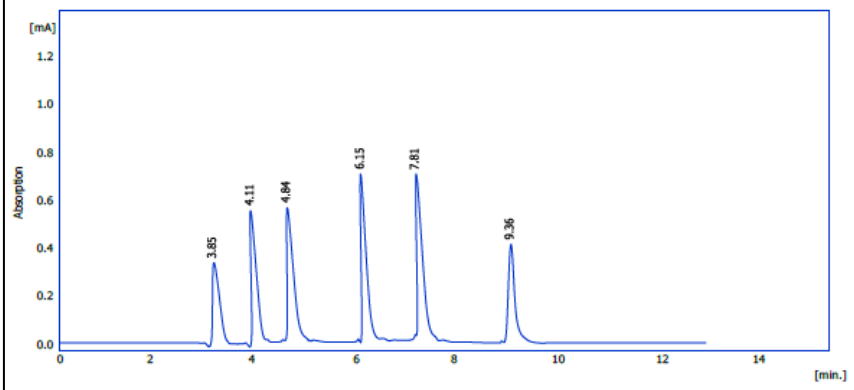
Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 2)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.88	2125.65	381.50	10.00	10.00	0.05	
2	4.15	3125.90	572.98	15.00	15.00	0.08	
3	4.88	3214.59	570.90	15.00	15.00	0.08	
4	6.11	4625.99	715.80	23.00	23.00	0.10	
5	7.88	4145.00	713.55	23.00	23.00	0.10	
6	9.34	2125.90	421.45	14.00	14.00	0.07	
	Total	19363.25	3420.98	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 3	Amount	0
Sample	: sample 3	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 3)

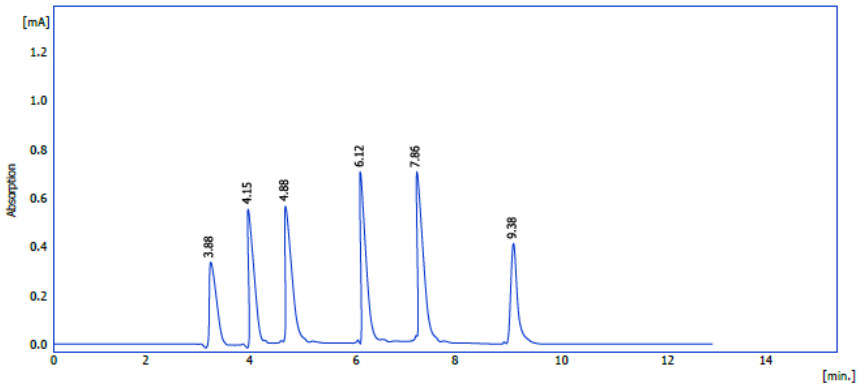
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.85	2230.65	382.65	10.00	10.00	0.05	
2	4.11	3259.88	571.80	15.00	15.00	0.08	
3	4.84	3321.45	571.55	15.00	15.00	0.08	
4	6.15	4451.44	716.98	23.00	23.00	0.10	
5	7.81	4558.90	711.80	23.00	23.00	0.10	
6	9.36	2362.50	425.90	14.00	14.00	0.07	
	Total	20184.70	3423.90	100.00	100.00		

Ni Before

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 4	Amount	0
Sample	: sample 4	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 4)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.88	2365.90	381.90	10.00	10.00	0.05	
2	4.15	3541.11	572.45	15.00	15.00	0.08	
3	4.88	3369.90	572.99	15.00	15.00	0.08	
4	6.12	4584.70	711.40	23.00	23.00	0.10	
5	7.86	4336.90	712.66	23.00	23.00	0.10	
6	9.38	2141.74	423.90	14.00	14.00	0.07	
	Total	20340.15	3410.99	100.00	100.00		

Ni After

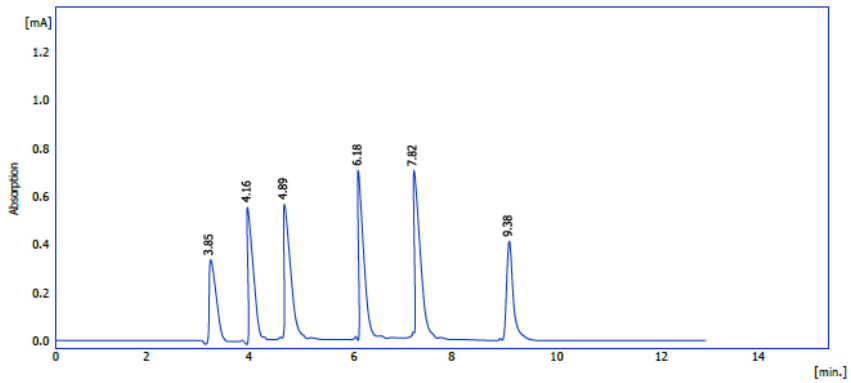
Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : sample 5
Sample : sample 5
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Matching : No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 5)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.85	2120.65	382.65	10.00	10.00	0.05	
2	4.16	3112.65	570.99	15.00	15.00	0.08	
3	4.89	3130.25	571.55	15.00	15.00	0.08	
4	6.18	4114.80	712.98	23.00	23.00	0.10	
5	7.82	4452.65	713.65	23.00	23.00	0.10	
6	9.38	2325.69	422.99	14.00	14.00	0.07	
	Total	19268.90	3415.12	100.00	100.00		

Cu before

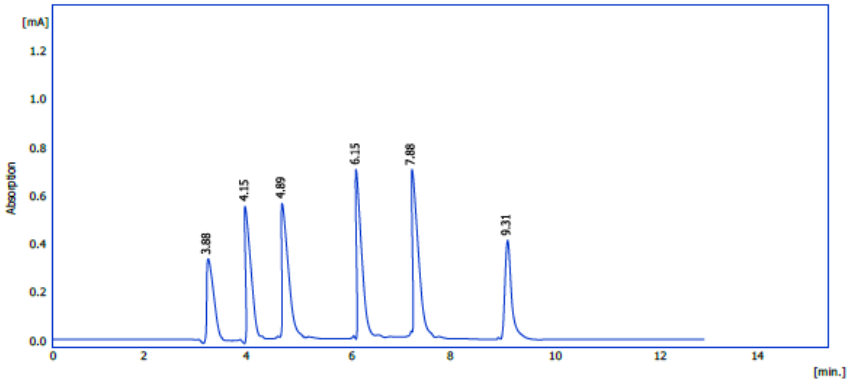
Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : sample 6
Sample : sample 6
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

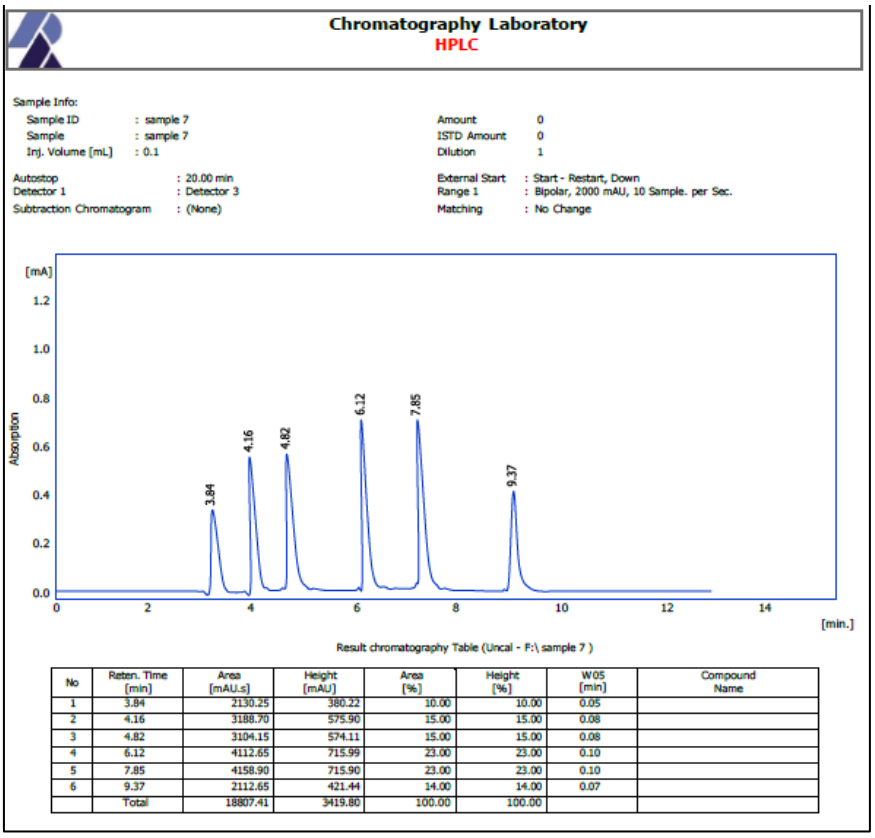
External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Matching : No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 6)

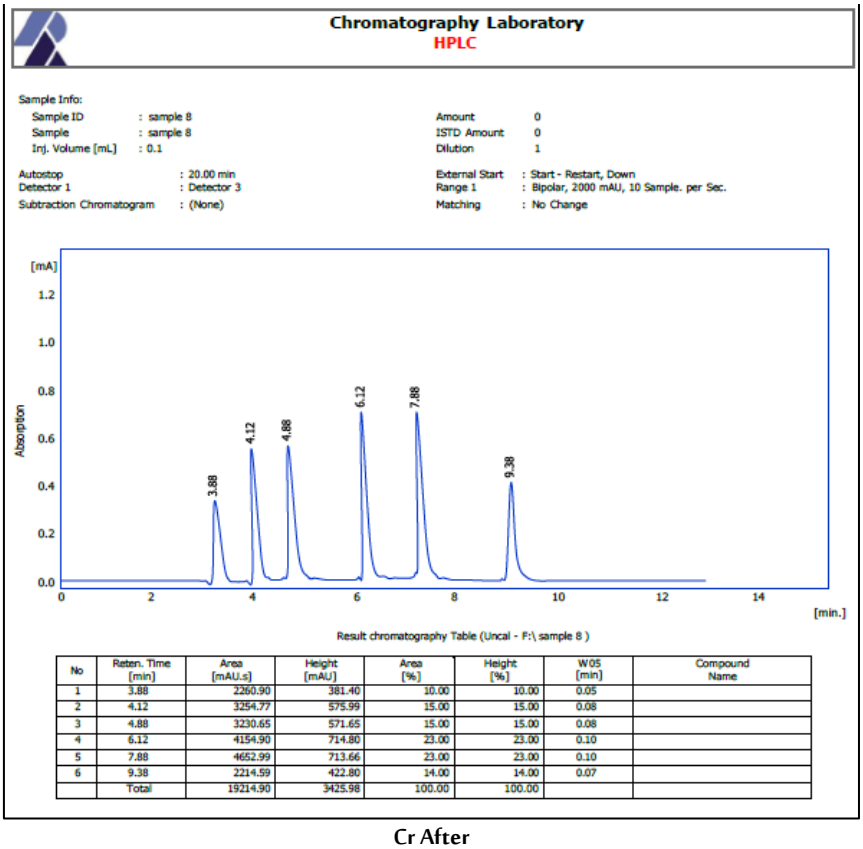
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.88	2325.15	381.90	10.00	10.00	0.05	
2	4.15	3250.33	571.55	15.00	15.00	0.08	
3	4.89	3214.10	571.45	15.00	15.00	0.08	
4	6.15	4250.32	713.65	23.00	23.00	0.10	
5	7.88	4320.14	711.80	23.00	23.00	0.10	
6	9.31	2221.04	421.50	14.00	14.00	0.07	
	Total	19581.40	3413.98	100.00	100.00		

Cu After



No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.84	2130.25	380.22	10.00	10.00	0.05	
2	4.16	3188.70	575.90	15.00	15.00	0.08	
3	4.82	3104.15	574.11	15.00	15.00	0.08	
4	6.12	4112.65	715.99	23.00	23.00	0.10	
5	7.85	4158.90	715.90	23.00	23.00	0.10	
6	9.37	2112.65	421.44	14.00	14.00	0.07	
	Total	18807.41	3419.80	100.00	100.00		

Cr Before



No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	3.88	2260.90	381.40	10.00	10.00	0.05	
2	4.12	3254.77	575.99	15.00	15.00	0.08	
3	4.88	3230.65	571.65	15.00	15.00	0.08	
4	6.12	4154.90	714.80	23.00	23.00	0.10	
5	7.88	4652.99	713.66	23.00	23.00	0.10	
6	9.38	2214.59	422.80	14.00	14.00	0.07	
	Total	19214.90	3425.98	100.00	100.00		

Cr After

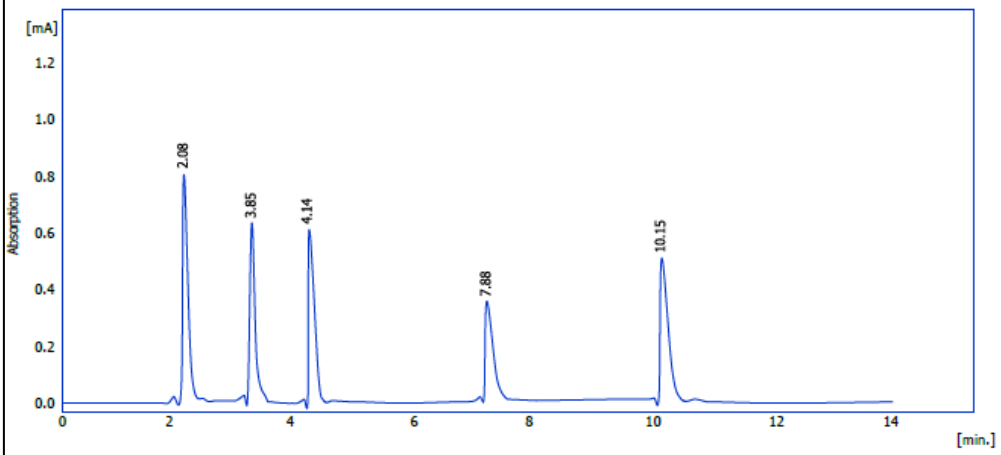
شكل (4) العينة الأولى *Dictyosphaerium sp*.

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 9	Amount	0
Sample	: sample 9	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 9)

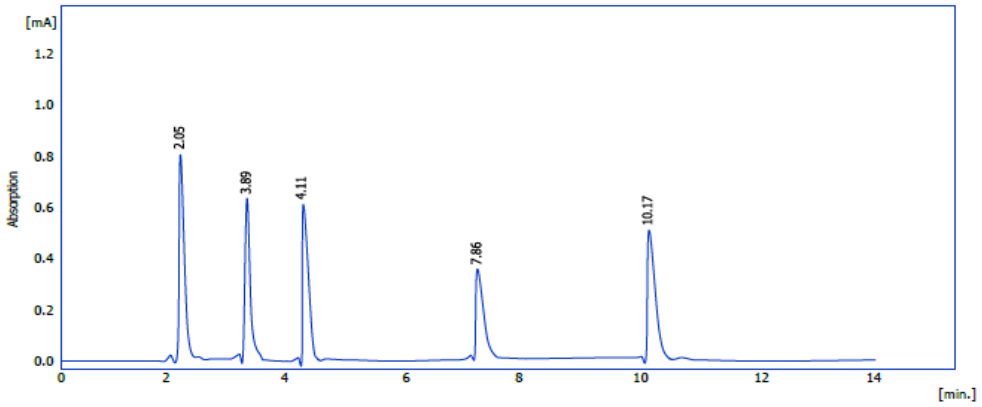
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.08	5621.49	800.14	25.00	25.00	0.10	
2	3.85	4512.66	641.15	20.00	20.00	0.08	
3	4.14	4015.77	600.25	20.00	20.00	0.08	
4	7.88	2589.90	395.80	15.00	15.00	0.05	
5	10.15	3698.00	422.65	20.00	20.00	0.08	
	Total	20437.15	2859.99	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 10	Amount	0
Sample	: sample 10	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1

Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



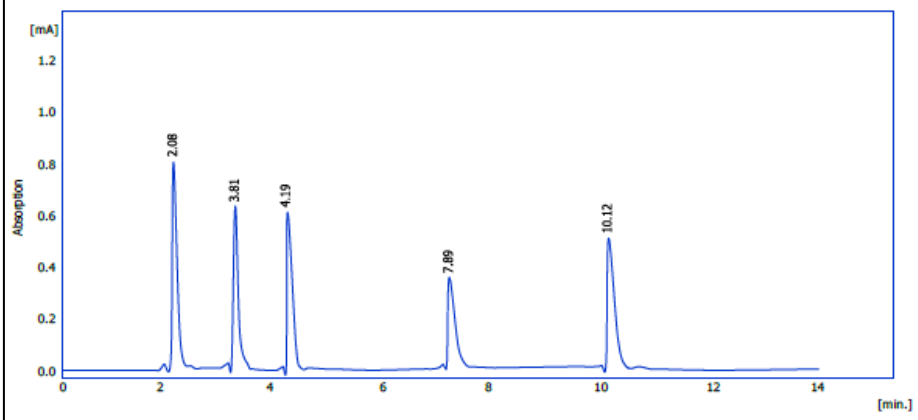
Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 10)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.05	5365.91	801.45	25.00	25.00	0.10	
2	3.89	4254.99	640.88	20.00	20.00	0.08	
3	4.11	4124.99	601.90	20.00	20.00	0.08	
4	7.86	2325.99	391.45	15.00	15.00	0.05	
5	10.17	3452.11	424.90	20.00	20.00	0.08	
	Total	19523.65	2852.99	100.00	100.00		

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 11	Amount	0
Sample	: sample 11	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 11)

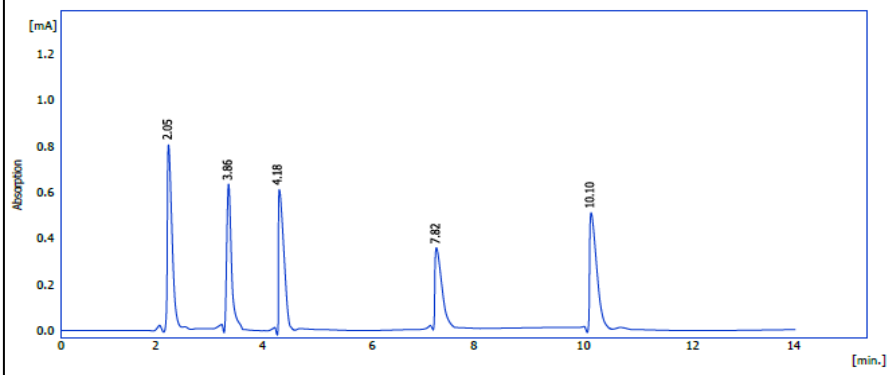
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.08	5412.66	800.11	25.00	25.00	0.10	
2	3.81	4580.99	641.45	20.00	20.00	0.08	
3	4.19	4251.44	600.88	20.00	20.00	0.08	
4	7.89	2365.99	392.65	15.00	15.00	0.05	
5	10.12	3520.11	425.11	20.00	20.00	0.08	
	Total	20131.25	2858.90	100.00	100.00		

Ni Before

Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:

Sample ID	: sample 12	Amount	0
Sample	: sample 12	ISTD Amount	0
Inj. Volume [mL]	: 0.1	Dilution	1
Autostop	: 20.00 min	External Start	: Start - Restart, Down
Detector 1	: Detector 3	Range 1	: Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Subtraction Chromatogram	: (None)	Matching	: No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 12)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.05	5120.66	801.44	25.00	25.00	0.10	
2	3.86	4452.66	640.80	20.00	20.00	0.08	
3	4.18	4148.90	601.45	20.00	20.00	0.08	
4	7.82	2258.99	390.80	15.00	15.00	0.05	
5	10.10	3114.98	426.98	20.00	20.00	0.08	
	Total	19524.11	2851.32	100.00	100.00		

Ni After

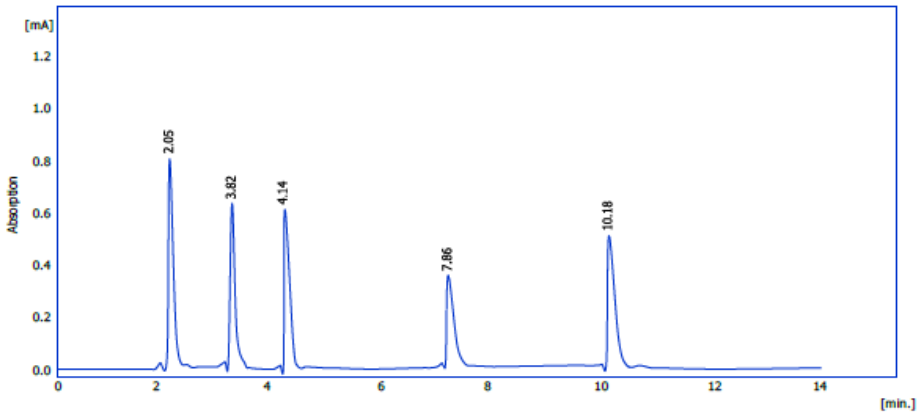
Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : sample 13
Sample : sample 13
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Matching : No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 13)

No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.05	5521.49	800.14	25.00	25.00	0.10	
2	3.82	4365.90	641.55	20.00	20.00	0.08	
3	4.14	4854.77	600.80	20.00	20.00	0.08	
4	7.86	2332.65	391.65	15.00	15.00	0.05	
5	10.18	3154.90	427.90	20.00	20.00	0.08	
	Total	20325.99	2855.90	100.00	100.00		

Cu Before

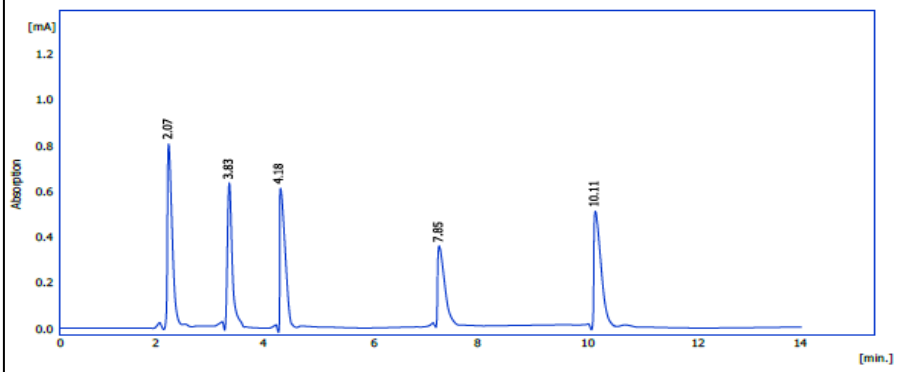
Chromatography Laboratory
HPLC

Sample Info:
Sample ID : sample 14
Sample : sample 14
Inj. Volume [mL] : 0.1

Amount 0
ISTD Amount 0
Dilution 1

Autostop : 20.00 min
Detector 1 : Detector 3
Subtraction Chromatogram : (None)

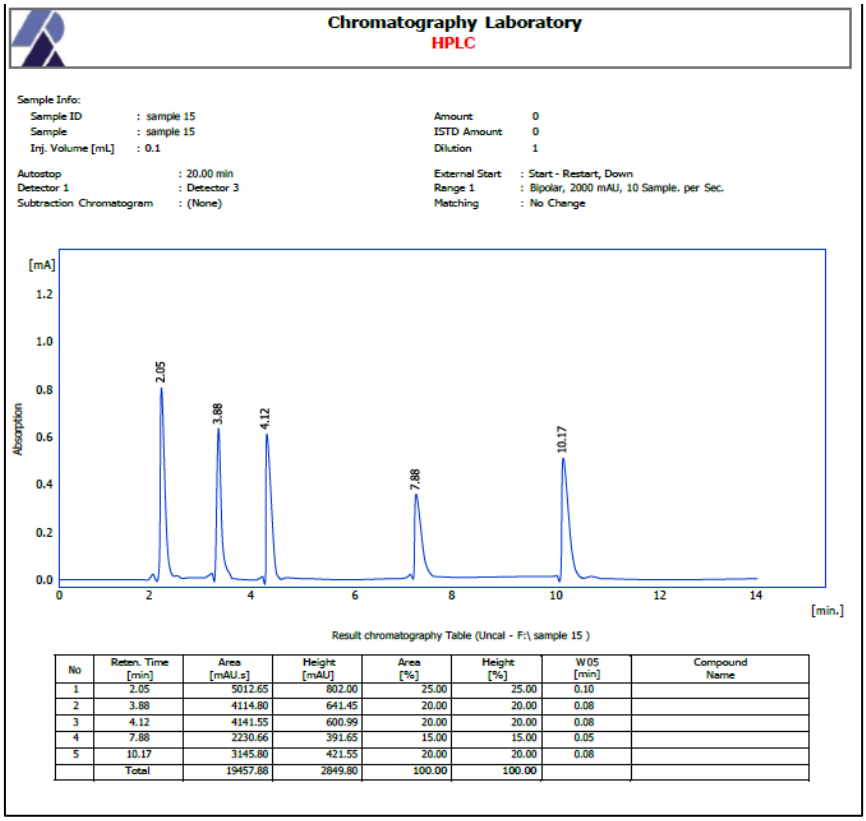
External Start : Start - Restart, Down
Range 1 : Bipolar, 2000 mAU, 10 Sample. per Sec.
Matching : No Change



Result chromatography Table (Uncal - F:\ sample 14)

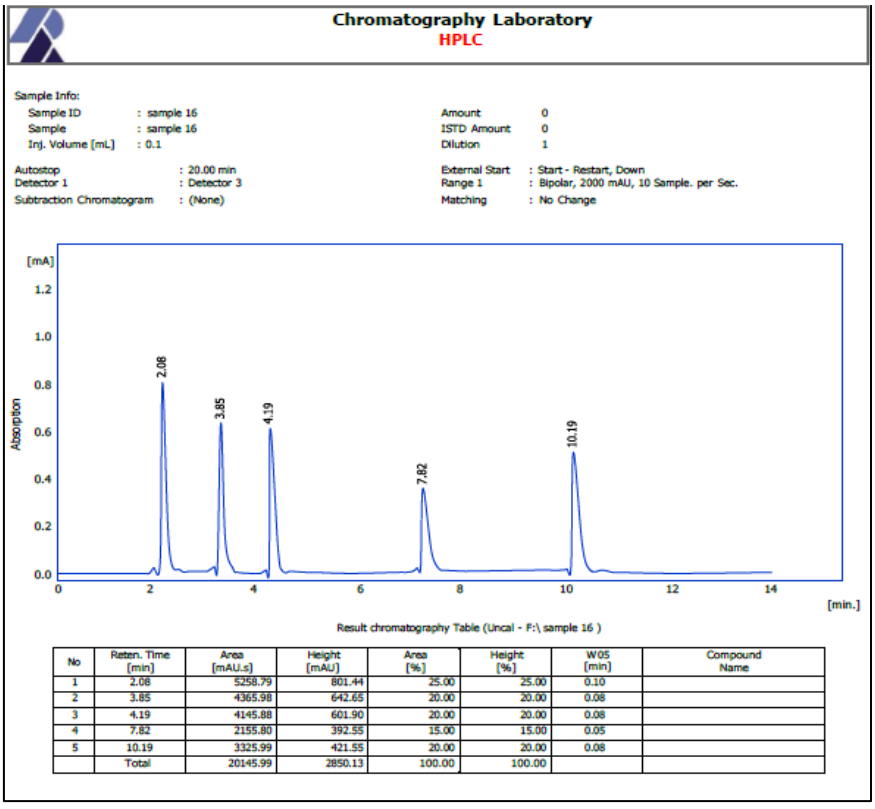
No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.07	5214.58	801.14	25.00	25.00	0.10	
2	3.83	4325.99	642.45	20.00	20.00	0.08	
3	4.18	4124.58	601.88	20.00	20.00	0.08	
4	7.85	2150.99	392.65	15.00	15.00	0.05	
5	10.11	3225.90	428.90	20.00	20.00	0.08	
	Total	21245.90	2859.80	100.00	100.00		

Cu After



No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.05	5012.65	802.00	25.00	25.00	0.10	
2	3.88	4114.80	641.45	20.00	20.00	0.08	
3	4.12	4141.55	600.99	20.00	20.00	0.08	
4	7.88	2230.66	391.65	15.00	15.00	0.05	
5	10.17	3145.80	421.55	20.00	20.00	0.08	
	Total	19457.88	2849.80	100.00	100.00		

Cr Before



No	Reten. Time [min]	Area [mAU.s]	Height [mAU]	Area [%]	Height [%]	W05 [min]	Compound Name
1	2.08	5258.79	801.44	25.00	25.00	0.10	
2	3.85	4365.98	642.65	20.00	20.00	0.08	
3	4.19	4145.88	601.90	20.00	20.00	0.08	
4	7.82	2155.80	392.55	15.00	15.00	0.05	
5	10.19	3325.99	421.55	20.00	20.00	0.08	
	Total	20145.99	2850.13	100.00	100.00		

Cr After

شكل (5) العينة الثانية *Chlorosarcinopsis.eremi*

المصادر:

[1] V. Dolganyuk , D. Belova , O. Babich , A. Prosekov ,S. Ivanova , D. Katserov, & S. Sukhikh. (2020). Microalgae: A promising source of valuable bioproducts. Biomolecules, 10(8):1.

[2] L. Krienitz, C. Bock ,K. Kotut , & T. Pröschold. (2012). Genotypic diversity of Dictyosphaerium–morphospecies (Chlorellaceae, Trebouxiophyceae) in African inland waters, including the description of four new genera.12 (2) 1231-253

[3] M. Halaj ,M. Matulora and P. Capek. (2022) - Structural Reatures of bidogically active extracellular features of bio Polysaccharide produced by green microalgae Dictyo sphaerium. Int. J. Bio. Macr. 244; 152-161

[4] A. A. Cortes ; S. Sanchez – Fortun ; M. Garcia and C. Bartolome. (2018). Effect of PH on the growth rate exhibited of the wild-type and Cd-resistant Dictyo sphaerium, Chlorellordes strains, Lim netica 37(2): 229-238

[5] T. Wongsnansilp ; P. Tansaku and M. Arunyanart. (2007). Factors Affecting Growth and B-carotent of chlorosarcinopsis sp. (Pus/CHL20) in Batch Culture Kasetsart J. 41: 153-157

[6] S. Santhosh ,R. Dhandapani, and 9 N Hemalatha. (2016). Bioactive compounds from Microalgae and its different applications a review. Advances in Applied Science Research, 7(4): 153-158

[7] N. Kumar & N. Goel. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. Biotechnology reports, 24, e00370

[8] C-T. Vu, C.Lin, ; G. Yeh, M.C Villanueva.(2017). Bioaccumulation and potential Sources of heavy metal contamination in Rish species in Taiwan Assessment and possible human health implication Environ. Sci. Pollut. Res 24:19422 19434.

[9] P. Antiago-Diaz ; A. Rivero ; M. Rico and G. Pinchetti. (2021). Characterization of Novel Selected Microalgae for th Antioxidant Activity and poly Phenolos, Amino Acids and carbohydrates. marin drugs 3:20-40.

[10] Y. Liu, Z. Zhao , H. Yang , L. Fu and H. Fu and D. Zhou. (2022). Trace Phenolic acid Simultaneously enhance degradation of Chlorophenol and biofuel production by chlorella water Research, 218: 118524

[11] M. Rico , A. Lopez , M. Santana - Gaspano. and M. Davila.(2015). Phenolic profile of Dundiella Fectio lect a growing under high Levels of copper and iron, Environmental Science and pollution. Research 22:14820-. 14828

[12] D. Anouch , N. EL-Ghattchouli. and Tl Arroussi.(2022). Overview of the management of heavy metals toxicity by microalgae. Jour. App. Phyco. 43:475-488.

[13] Y.K. , Zolotariova , V.N. Mokrosnop, and S.S Stepanong. (2019). Polyphenol compounds of Macroscopic and Microscopic Algae Inter. Jou. Alg. 21: 5-24

[14] K. Goiris, Golen, wow, wilches I Leon – F. Tamariz, and K. Myleart.(2015) Impact of nutrient stress on antioxidant production in the species of microalge. Algal Research 7:51-57.