الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة الاخوة منتوري قسنطينة -1-

كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم بيولوجيا النبات
تخصص تنوع حيوي و فيزيولوجيا النبات

رقم° الطلب :
رقم° التسلسل:

اطروحة لنيل شهادة الماستر و المدمجة ضمن قرار 1275 حول موضوع

دراسة حول طحلب ازرق "السبيرولين "

Arthrospira platansis

من اعداد الطالبتين
عميمور انفال
بن سبتي اميرة

أعضاء لجنة المناقشة

الرئيس	**شيباني صليح**	**استاذ محاضر -أ- جامعة قسنطينة 01**
المشرف	**عوايجية نوال**	**استاذ محاضر –ب- جامعة قسنطينة 01**
الممتحن	**زغمار مريم**	**استاذ محاضر –ب- جامعة قسنطينة 01**

السنة الدراسية 2023_2024

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر

ما سلكنا البدايات الا بتيسيره و ما بلغنا النهايات الا بتوفيقه و ما حققنا الغايات الا بفضله فالحمدلله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية نود أن نشكر الله سبحانه وتعالى الذي أنار لي الطريق وفتح لي أبواب المعرفة، ومنحني الإرادة والشجاعة لإعداد هذا العمل.

إن كل عبارات التقدير والامتنان في العالم لا تكفي للتعبير عن شكرنا لوالدينا اللذين رافقانا طوال فترة دراستنا.

وفي نهاية هذا العمل نود ان نعبر عن شكرنا العميق لربان هذا العمل الاستاذة **عو ايجية نوال** على قبولها الإشراف على هذا العمل، وعلى كرمها وعطفها وتشجيعها ودعمها، وعلى ثقتها بنا طوال فترة إعداد هذا العمل.

نود أن نشكر جميع أعضاء لجنة التحكيم الاستاذ **شيباني صليح** على قبوله ترؤس لجنة المناقشة و الاستاذة **زغمار مريم** لإمتحانها و تقييمها

كما نتوجه بالشكر إلى جميع أساتذة وإطارات كلية علوم الطبيعة والحياة بجامعة الاخوة منتوري بقسنطينة و اطارات مركز البحث في البيوتكنولوجيا .

كما نود أن نشكر جميع أصدقائنا الذين دعمونا على مر السنين.

وأخيراً، نود أن نشكر كل من ساهم من اساتذة و دكاترة بأي شكل من الأشكال في هذا المشروع المتواضع.

إهداء

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

و الصلاة و السلام على اشرف الانبياء و المرسلين

في البداية نشكر الله عز وجل اولا واخيرا له الحمد و له الفضل ماكنا نفعل لولا فضل الله فالحمدلله عند البدء و عند الختام الحمد لله ماانتهى درب ولا ختم سعى الا بفضله الحمد لله على التمام و على لذة الانجاز . هاهي السنين قد انطوت وتعب الايام قد زال و ها نحن اليوم امام حلمنا نقف بكل شموخ و نعبر بانجازاتنا و فخرنا لانفسنا لما نحن عليه الان.

من قال انا لها "نالها" و انا لها و ان ابت رغما عنها اتيت بها .

- الى الايادي الطاهرة التي ازالت من طريقي اشواك الفشل ...
- الى من ساندني بكل حب عند ضعفي ..
- الى من رسمولي المستقبل بخطوط من الثقة و الحب ..
- اليكم عائلتي ..

اهدي فرحة تخرجي الى تلك الانسانة العظيمة التي طالما تمنت ان تقر عينها برؤيتي في يوم كهذا الى من كانت في السنوات العجاف سحابا ممطرا ..الى امي الحبيبة (جميلة)

و الى من كلل العرق جبينه وعلمني ان النجاح لا ياتي الى بالصبروالاصرار... ابي (براهيم)

و الى من كانو داعمين لي بالاوقات الصعبة ...اخوتي (انور و اكرم)

- الى رفيقة الخطوات الاولى (هدير)
- الى اصدقائي و احبائي , الى كل من سندني و رافقني و دعمني و وقف بجانبي (منال – خلود – اميرة – جهاد- فردوس)

انا ممتنة لكم جميعا ...

و في الاخير :

Last but not least ;I wanna thank me ; I wanna thank me for believing in me ; i wanna thank me for doing all this hard work ;I wanna thank me for having no days off ; I wanna thank me for never quitting ; I wanna thank me for always being a giver and trying give more than receive; I wanna thank me for for trying do more right than wrong ; I wanna thank me for just being me at all times <3

Anfel

اهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

"وكان فضل الله عليك عظيما" صدق الله العظيم

الهي لا يطيب الليل الا بشكرك ولا النهار الا بطاعتك و لا تطيب اللحظات الا بذكرك و لا تطيب الاخرة الا بعفوك و لا تطيب الجنة الا برؤيتك .

انتهت رحلتي في مرحلة الماستر لم تكن سهلة لكنها مهما طالت مضت بحلوها و مرها و ها انا الان بعون الله تعالى اتمم هذا العمل المتواضع فالحمد لله حمدا كثيرا مباركا فيه .

اهدي هذا النجاح لنفسي اولا ثم الى كل من سعى معي لاتمام هذه المسيرة دمتم لي سندا لاعمرله

اهدي تخرجي و ثمار جهدي الى من مهدلي طريق العلم و الى من دعمني بلا حدود و اعطاني

بدون مقابل الى اغلاهم على قلبي و الذي احمل اسمه بكل فخر و اعتزاز ابي الغالي **بن سبتي جليل**

الى اليد الخفية التي ازالت عن طريقي الاشواك و من تحملت كل لحظة الم مررت بها و ساندتني عند ضعفي و هزلي .الى ملهمتي ومعلمتي الاولى من ابصرت بها طريق حياتي ...

الى القلب الحنون من كانت دعواتها تحيطني والدتي العزيزة **زدراوي صليحة**

الى رفاق الخطوات الاولى الى من كانو في السنوات العجاف سحابا ممطرا اخواتي البنات

ونيا ندى و صفاء دمتما لي سندا لا يميل

اهدي تخرجي الى جدتي الحضن الدافئ و منبع الحنان احب دعواتك الجميلة التي تحيطيني بها كلما رايتني شكرا لك يا اطيب قلب

لا انسى رفيقات الروح اللواتي شاركوني خطوات هذا الطريق و شجعوني على اكمال المسيرة

الى رفيقات السنين **جهاد هاجر انفال بثينة دنيا خلود** ادامكم الله نعمة.

الى كل الاهل و العائلة الكريمة بن سبتي كل باسمه و مقامه.

و اخيرا من قال انا لها نالها و ان ابت رغما عنها اتيت بها .و انتهت المسيرة الجامعية بخيرها و شرها فرحة مختلطة بين فرحة التخرج و حزن الوداع فاللهم لك الحمد قبل الرضا و لك الحمد ان رضيت و لك الحمد بعد الرضا.

اميرة

الملخص

هدفت الدراسة الى تسليط الضوء على الفوائد العلاجية لطحلب السبيرولينا *Arthrospira platensis*المنتج محليا في ولاية الوادي من اجل انجاز مشروع بحث في اطارمذكرة مؤسسة ناشئة لانتاج غسول يقوم بعلاج مشاكل تساقط الشعر

تمت الدراسة في المخابر البيداغوجية و البحثية لجامعة قسنطينة01 و مركز البحث في البيوتكنولوجيا(CRBT) في في الفترة الممتدة من نوفمبر2023 الى غاية يومنا هذا.

من اهم النتائج المتوصل اليها من الدراسة النظرية للمادة محل البحث تبين انها غنية البروتينات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية الأساسية والفيتامينات والمعادن المرتبطة بقابلية الهضم العالية وهي ما دفعنا الى انجاز جانبين تطبيقي و ميداني للتحقق من فاعلية المنتج بعد ان تم اخضاعه للعديد من الاختبارات كاختبار الفحص الكميائي و الانشطة البيولوجية .

الكلمات المفتاحية:طحلب ، سبيرولينا ، الشعر،مضادات الأكسدة

.

Résumé

L'étude visait à mettre en évidence les bienfaits thérapeutiques de la spiruline Arthrospira platensis produite localement dans le gouvernorat de l'Oued afin de réaliser un projet de recherche dans le cadre d'un mémorandum de démarrage pour la production d'une lotion pour le traitement de la chute des cheveux.

L'étude a été menée dans les laboratoires d'enseignement et de recherche de l'Université de Constantine01 et du Centre de Recherche en Biotechnologie (CRBT) de novembre 2023 à ce jour.

L'un des résultats les plus importants de l'étude théorique du matériau en question est qu'il est riche en protéines, en acides aminés, en acides gras essentiels, en vitamines et en minéraux, et qu'il présente une digestibilité élevée.

Ceci nous a incité à réaliser deux aspects appliqués et sur le terrain pour vérifier l'efficacité du produit après qu'il ait été soumis à plusieurs tests tels que le test de dépistage chimique et les activités biologiques.

Mots clés : Algues, spiruline, cheveux , anti oxidants

Abstract

The study aimed to highlight the therapeutic benefits of Spirulina Arthrospira platensis locally produced in Wadi in order to realize a research project in the framework of a startup memorandum to produce a lotion that treats hair loss.

The study was conducted in the pedagogical and research laboratories of the University of Constantine01 and the Center for Research in Biotechnology (CRBT) from November 2023 to the present day.

One of the most important findings from the theoretical study of the material in question is that it is rich in proteins, amino acids, essential fatty acids, vitamins and minerals associated with high digestibility.

This prompted us to carry out two applied and field aspects to verify the effectiveness of the product after it was subjected to several tests such as chemical screening test and biological activities.

Keywords: algae, spirulina, hair , anti oxidants

قائمة الجداول :

الجدول01 تحليل وسط الاستزراع النموذجي 41
الجدول02 العناصر الاساسية لنمو سبيرولينا 42
الجدول03 نتائج الاختبارات الكميائية النباتية التي اجريت على مستخلص سبيرولينا.....88
الجدول04 اجمالي محتوى البوليفينول 91
الجدول05 اجمالي محتوى الفلافونويد.....92
الجدول06 نتائج النشاط لبيولوجي الاول.....93
الجدول07 نتائج معدل تثبيط الجذور الحرة **DPP**.....94
الجدول08 نتائج اختبار **FRAP**.....95
الجدول09 نتائج اختبار **ABTS** 97
الجدول10 نتائج اختبار **Phynantroline**.....98

قائمة الاشكال:

الشكل01:طحلب **Prochlorococcus**.....**20**
الشكل**02**:تقسيم الطحالب حسب العمق 21
الشكل**03** :تقديم حول دورة التكاثر لدى طحلب 22
الشكل**04** :انواع من الطحالب الخضراء.....23
الشكل**05**:انواع من الطحالب الحمراء.....24
الشكل**06**:انواع من الطحالب البنية 25
الشكل**07**:بكتيريا زرقاء **Les cyanobacteries**.....27
الشكل08:مناطق التوزيع الطبيعي لسبيرولينا.....29
الشكل**09**:**A** سبيرولين تحت مجهر الضوئي **B** خيط سبيرولينا 30
الشكل**10** :الدورة البيولوجية لسبيرولينا 31
الشكل11:تركيبة السبيرولين 32
الشكل**12**:احواض السبيرولينا 38
الشكل**13**:قرص سيكي.....44
الشكل14 :مسحوق سبيرولينا 48
الشكل**15** :كبسولات سبيرولينا 49
الشكل**16**:سبيرولينا في شكل اقراص 50
الشكل**17**: مرحلة النقع.....78
الشكل**18**:يوضح جهاز المبخر الدوراني 79
الشكل19:تفاعل مانح هيدروجين (مضادات الاكسدة مع جذر **DPPH**). 83
الشكل20 : منحنى معايرة حمض غاليك 91
الشكل21:منحنى معايرة حمض كيرسيتين.....92
الشكل22 :اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار **DPPH**.....95
الشكل 23: :اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار**FRAP**.....96
الشكل24: :اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار **ABTS**.....98
الشكل 25:اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار **Phynantroline**.....99
الشكل 26: **plaque 96 puits**.....99

الفهرس

اهداء 3
مقدمة عامة 1
الجزء الاول : النظري 2
الفصل الاول عموميات حول الطحالب 2
تمهيد 2
1- تعريف الطحالب: 2
2 - موطن وبيئة الطحالب : 3
3 **-تكاثر الطحالب :** 3
1-3 التكاثر الخضري : 3
2-3 التكاثر اللاجنسي: 4
3-3 التكاثر الجنسي : 4
4 تصنيف الطحالب: 4
4- 1 الطحالب الخضراء : 5
4-2-الطحالب الحمراء : 5
4-3 الطحالب البنية : 6
5 - البكتيريا الزرقاء les cyanobactéries : 7
الفصل الثاني : السبيرولين 9
تمهيد 9
: عموميات حول السبيرولين 1- 9
1_1 تاريخ سبيرولينا : 9
1-2 التوزيع الجغرافي : 10
1-3 مورفولوجيا السبيرولينا : 10
1- 4 التصنيف classification taxonomique 11
1- 5 مكان عيش سبيرولين: 12
1-6 الدورة البيولوجية: 12
1 - 7 تركيبة السبيرولينا : 13
1- 8 نمو وتطور السبيرولينا: 16

1-8-1 العوامل المؤثرة على نمو السبيرولينا:..... 16
1-8-2 الأملاح المعدنية الضرورية لنمو السبيرولينا:..... 17
1-8-3 البناء الضوئي (تنمية الكتلة الحيوية):..... 18
1-8-4 تأثيرات النيتروجين والكربون على معدل نمو السبيرولينا وتطورها: 18
1-9 إنتاج سبيرولينا في الجزائر :..... 19
1-10 القيمة الاقتصادية ل سبيرولينا : 19
الفصل الثالث: انتاج السبيرولين..... 20
تمهيد 20
1- ظروف الزراعة:..... 20
1.1. درجة الحرارة:..... 20
1. 2 الضوء:..... 20
3.1. الأس الهيدروجيني:..... 20
2 - الأوقات الأنسب لزراعة طحالب السبيرولينا : 20
3- وسط الاستنبات: 21
4- عناصر اخرى اساسية لوسط الاستنبات : 22
5- طرق مختلفة لإنتاج سبيرولينا:..... 22
5 - 1الزراعة الحرفية..... 22
2-4 الزراعة الصناعية: 23
6- بناء احواض الزراعة :..... 23
7 - تقنيات الزرع: 23
1-7 البذر l'ensemencement..... 23
2-7 التحريك : 24
3-7 الحصاد : 24
4-7 التجفيف:..... 25
الفصل الرابع : اشكال و انشطة السبيرولينا..... 26
تمهيد :..... 26
1 –الأشكال الغالينية المختلفة :..... 26
1-1الرقائق:..... 26
1-2المسحوق :..... 27
1-3الكبسولات:..... 28
1-4الأقراص: 28
2- سبيرولينا في الحياة اليومية :..... 29
2-1 الأطفال :..... 29

2-2المراهقة: 29
2-3المرأة: 30
2-4الجماليات : 32
2-5الرياضة: 33
2-6كبار السن: 33
الفصل الخامس :دراسات عن سبيرولينا وتطبيقاتها 37
تمهيد : 37
1-سوء التغذية : 37
2-الجهاز المناعي : 39
3-اضطرابات الجهاز الهضمي : 40
4-اضطرابات القلب والأوعية الدموية : 41
5-داء السكري : 43
6-الحساسية : 44
7-العدوى الفيروسية: 46
8-اضطرابات الجهاز العصبي المركزي : 46
9-فوائد السبيرولينا للشعر: 51
الجزء الثاني : 1
التطبيقي 1
الفصل الاول : المواد و الطريقة 54
1-المواد 54
1-1المواد البيولوجية : 54
1-2المواد الغير بيولوجية : 54
2-الطريقة : 54
2-1 تحضير مستخلص السبيرولين: 54
2-2الفحص الكميائي النباتي (الكشف عن المستقبلات الثانوية) 55
2-3 الانشطة البيولوجية 58
الفصل الثاني : النتائج و المناقشة 62
1- الفحص الكميائي النباتي (الكشف عن المستقبلات الثانوية) 62
2- تحديد المركبات الفينولية الكلية : 66
3- تحديد مركبات الفلافونويد 67
3-الانشطة البيولوجية: 68
الخاتمة : 77
المراجع 79

قائمة الاختصارات:

µg: ميكروغرام.
mg : مليغرام .
mm : مليمتر
µl -: ميكروليتر
nm -ر: نانومتر.
T :-زمن.
% :-نسبة مئوية.
v/v :-نسبة الحجم إلى الحجم.
H2O :-ماء.
H2O2 :-بيروكسيد الهيدروجين.
HCl :-حمض الهيدروكلوريك.
IC50 :-التركيز المثبط بنسبة 50.%
KOH :-هيدروكسيد البوتاسيوم.
DPPH :-ثنائي فينيل-1-بيكريل هيدرازيل(α) ، -αثنائي فينيل-بيكريل هيدرازيل.(
µg EAG/mg PS :-مكافئ ميكروغرام لكل مليغرام.
TLC :-كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة.
MeOH :-ميثانول.
BHA: -هيدروكسيانيسول هيدروكسيانيسول البوتيل.
FeCl3 :-كلوريد الحديديك.
NaOH: -هيدروكسيد الصوديوم.
Mg: -مغنيسيوم.
UV: -الأشعة فوق البنفسجية.
AlCl3: -كلوريد الألومنيوم.
NaNO2 :-نيتريت الصوديوم.
غ: غرام
سم: سنتيمتر
كغ: كيلوغرام
IP :-داخل الصفاق.
n :-عدد.
NaCl :-ماء فسيولوجي.
h : ساعة.
X -: تكبير.
ES : مستخلص الميثانولي من*Spirulina plantsis*.

مقدمة عامة

مقدمة عامة

النباتات الطبية والعطرية هي كائنات حية تقوم بعملية التمثيل الضوئي غنية بالمستقلبات الأولية (الدهون والكربوهيدرات) والمستقلبات الثانوية (الفينولات والفلافونويدات والعفص). يختلف تركيبها الكيميائي الحيوي حسب الأنواع المستخدمة والظروف المناخية، وتستخدم كعلاجات لعلاج العديد من الأمراض. الطحالب المجهرية هي كائنات مجهرية وحيدة الخلية تقوم بعملية التمثيل الضوئي وتتطور في بيئات مائية عالية وقادرة على تحويل الطاقة الضوئية ومصدر الكربون (ثاني أكسيد الكربون) إلى مجموعة من المنتجات العضوية. ويستخدم مصطلح "ميكرو" لأن حجم الطحالب المجهرية يتراوح من بضعة ميكرومترات إلى حوالي مائة ميكرومتر **(Dejoy C, 2013)**

استخدم الإنسان الطحالب الدقيقة منذ مئات السنين كغذاء وعلف وعلاج وسماد. وتعود الآثار الأولى لاستخدام الطحالب إلى 13,000 سنة في تشيلي، وعُثر عليها في المواقد والمصنوعات الحجرية في بقايا الأكواخ المنزلية في موقع مونتي فيردي الأثري في جنوب تشيلي. جميع الطحالب صالحة للأكل ولها خصائص طبية مهمة، بما في ذلك السبيرولينا. سبيرولينا هي "طحالب دقيقة خضراء مزرقة الشكل حلزونية الشكل" تنمو وتعيش في البحيرات المالحة والمحيطات، وقد اكتشفها العالم في عام 1962 كطحالب مهدئة قادرة على استخدام الطاقة الضوئية في عملية البناء الضوئي وإنتاج الأكسجين.

المعروف هو أنها من أكثر الأطعمة المغذية على كوكب الأرض، وتستخدم السبيرولينا في جميع أنحاء العالم في مختلف مجالات الغذاء ومستحضرات التجميل والأدوية، ومؤخراً تم اعتماد السبيرولينا من قبل منظمة الصحة العالمية في مشروع لزراعتها وإكثارها للسكان الذين يعانون من نقص التغذية. في الجزائر، كانت أول مزرعة في تمنراست، حيث تُزرع السبيرولينا بشكل تقليدي في الجزائر، وتستخدم هذه السبيرولينا لأغراض غذائية، سواء في الطهي أو في الكسكسي..

لهذا السبب، هل هناك اختلاف في النشاط البيولوجي بين السبيرولينا (أرثروسبيرا بلاتينسيس) . المزروعة في الجزائر؟ دراسة هل لها نفس تركيبة المستقلبات الثانوية؟ الهدف من عملنا هو الكشف عن المستقلبات الثانوية للسبيرولينا، ودراسة الأنشطة البيولوجية ومعرفة الفرق بين السبيرولينا. ينقسم هذا العمل إلى جزأين: الجزء الأول (الجزء النظري) ويتكون من خمسة فصول، الفصل الأول: عموميات عن الطحالب ، الفصل الثاني: السبيرولين، الفصل الثالث: كيفية انتاج السبيرولين الفصل الرابع : اشكال وانشطة السبيرولين ،الفصل الخامس : دراسات عن سبيرولينا و تطبيقاتها أما الجزء الثاني (الجزء العملي) فيضم فصلين، الفصل الأول: عرض المواد والطرق المستخدمة، الفصل الثاني: النتائج والمناقشة .

وأخيراً، سيتم تحديد الاستنتاجات الرئيسية لهذا العمل ككل وآفاق استمراريته.

الجزء الاول :
النظري

الفصل الاول

عموميات حول الطحالب

الفصل الاول عموميات حول الطحالب

تمهيد

الطحالب **Algae** هي نباتات بسيطة التركيب ذاتية التغذية لاترتقي الى مستوى التباين الخاص بالنباتات الاركيكونية) النباتات اللازهرية(، اي ان الاكياس الجنسية والاكياس البوغية تكون متعددة الخلايا ومحاطة بطبقة من الخلايا العقيمة .

يسمى العلم الخاص بهذه الكائنات بعلم الطحالب**logos=Phucos=algae) study of Phycology**
وهو علم قديم ، حيث اطلق عليها اسم اعشاب البحر **Sea weeds** من قبل اليونانيين القدماء .وتمت الاشارة الى الطحالب في الحضارة الصينية القديمة وفي مراجع الرومان والاغريق.

معظم انواع الطحالب تكون مائية المعيشة سواء اكانت هذه المياه عذبة او او مالحة وتتواجد كذلك في الترب الرطبة او على سقوف البيوت او جذوع الاشجار والصخور و في الينابيع الحارة وكذلك توجد متطفلة على النباتات او داخل أجسام الحيوانات.

تُعرَّف الطحالب على أنها كائنات حقيقية النواة (باستثناء البكتيريا الزرقاء التي هي بدائيات النوى الضوئية) بدون جذور وسيقان (غياب الأنسجة الوعائية) والأوراق، ولكنها تمتلك الكلوروفيل وأصباغاً ملحقة أخرى للقيام بعملية التمثيل الضوئي المنتجة للأكسجين

تتكون في الغالب من خلية واحدة، وهي ذاتية التغذية حيث تحول ثاني أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات في وجود الضوء. إحدى الخصائص المميزة هي أنها تعرف باللون الأخضر, والأزرق، والبني، والأحمر، والأخضر المزرق ... إلخ (محاضرة حول مقدمة في علم الطحالب)

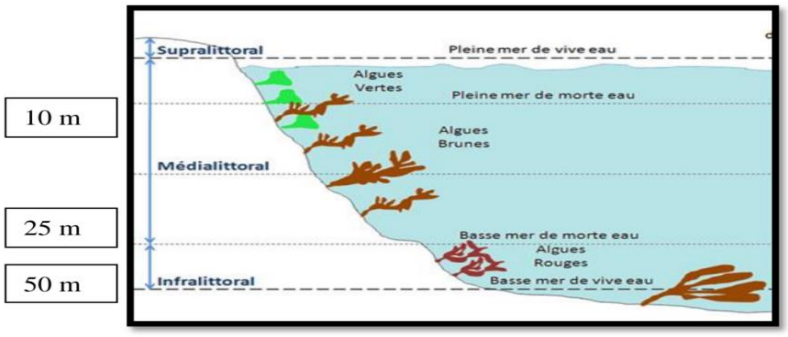
1- تعريف الطحالب:

وفقاً ل **MARFAING(2012)**، فإن الكلمة النباتية "طحالب" les algues (من كلمة "alga" اللاتينية) أُدخلت في عام 1951 للدلالة على كائن حي يقوم بعملية التمثيل الضوئي وليس له ساق أو جذر أو ورقة أو نسيج موصل.
ووفقاً ل**(GARON-LARDIERE 2004)** ، هناك ما بين 20,000 و30,000 نوع في جميع أنحاء العالم. وهي تشمل البكتيريا (المعروفة باسم الطحالب الخضراء المزرقة أو البكتيريا الزرقاء الزرقاء) والكائنات الحية الأكثر تطوراً (حقيقيات النوى) التي تكون مفردة أو متعددة الخلايا وتعيش منفردة أو في مستعمرات. يمكن أن تتحرك بحرية أو أن تكون مرتبطة بدعامة.
ووفقاً لـ (**LECLER**)و **(FLOC'H (2010))**، يمكن أن يتراوح حجمها من أقل من ميكرومتر واحد بالنسبة لطحالب Prochlorococcus إلى عدة عشرات من الأمتار بالنسبة لبعض الطحالب التي تسمى .Macrocystis

الشكل01: طحلب Prochlorococcus

2 - موطن وبيئة الطحالب :

وفقاً لـ **LECLERC و FLOC'H (2010)**، يمكن العثور على الطحالب في كل مكان تقريباً على كوكبنا. وهي لا تحتاج إلى قدر كبير من الضوء والماء لتنمو. تعيش معظم الطحالب في المحيطات، كما هو موضح في الشكل، ولكن يمكن العثور عليها أيضًا في القارات، في البحيرات والأنهار والبرك، إلخ.



وتزدهر طحالب أخرى في البيئات غير المائية. فهي تنمو على الأرض، وجذوع الأشجار، والجدران، والأسقف، والنوافذ الزجاجية الملونة، والصخور، إلخ

الشكل 02 : تقسيم الطحالب حسب العمق**(2011 FALLER)**

3 - تكاثر الطحالب :

تتكاثر الطحالب بثلاث طرق هي :-

1-3 التكاثر الخضري :

وهي طريقة تكاثر شائعة في الطحالب وتحدث بعدة طرق منها انقسام الخلية البسيط division cellulaire حيث تنقسم الخلية الام الى خليتين بنتين تنمو كل منهما الى خليتين مستقلتين كما في

الطحالب العصوية او التجزؤ Fragmentation ويحدث في الطحالب الخيطية حيث ينقسم الخيط الى عدة اجزاء وينمو كل جزء الى نبات مستقل كما في Zygnema او عن طريق تكوين الفروع العرضية Formation of adventitious branches ويحدث في الطحالب الكبيرة الحجم حيث ينفصل الفرع عن النبات الام لينمو ويكون نبات جديد كما في طحلب Fucus. او عن طريق تكوين الدرنات Tubers كما في طحلب Chara او عن طريق التبرعم Budding كما في طحلب Protosiphon

2-3 التكاثر اللاجنسي:

يحدث نتيجة لانقسام الكتلة البروتوبلازمية (انقسام النواة لاجنسيا) لتكوين الابواغ Spores وتكون هذه الابواغ متحركة Zoospores او ساكنة وتدعى Aplanospores وتتكون الابواغ في خلايا خاصة تسمى Sporangium او قد تتكون في اي خلية خضرية .

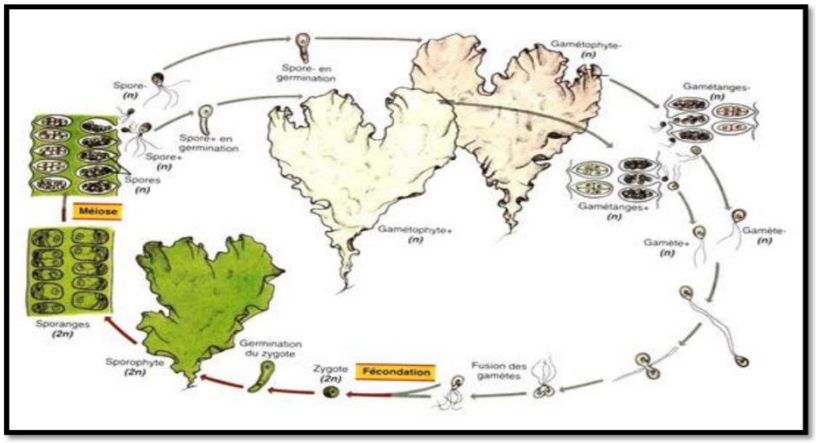
3-3 التكاثر الجنسي :

ويحدث في كل مجاميع الطحالب ما عدا الطحالب الخضر المزرقة . وهناك انواع عديدة من التكاثر الجنسي

أ- عندما تكون الامشاج من نفس الخلية الام وتتحد لتكون اللاقحة Zygot تكون اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية) تسمى Autogamy .

ب- عندما تكون الامشاج متشابهة في الشكل والحجم ولا يمكن التفريق بينها تدعى عملية التزاوج بـ Isogamy وهنا تكون الامشاج مسوطة ومتحركة .

ت- عندما تكون الامشاج غير متماثلة في الشكل والحجم تدعى عملية التزاوج بـ Anisogamy حيث يكون كلا المشيجين مسوطين ومتحركين



الشكل03 : تقديم حول دورة التكاثر لدى طحلب (**RAVEN P N 2007**)

4 تصنيف الطحالب:

تتسم الطحالب بالتنوع الشديد وتشكل مجموعة غير متجانسة من حيث أنها لا تنتمي جميعها إلى نفس المسار التطوري بل إلى مجموعات سلالية مختلفة جداً. **(Cabioc'H J. 1992)**

ويتضح هذا التنوع من خلال الاختلافات الكبيرة في علم وظائف الأعضاء والتمثيل الغذائي لديها، مما يعكس تنوعها الجيني الكبير **(Floc'h J. Y. 2010)**.

ونتيجة لذلك، يتم التمييز بين الكائنات الحقيقية النواة أحادية الخلية أو متعددة الخلايا ذات الصبغة الحمراء بالنسبة للطحالب الحمراء، والصفراء بالنسبة للطحالب البنية، والطحالب ذات الصبغة الصفراء بالنسبة للطحالب البنية، والطحالب ذات الصبغة الصفراء بالنسبة للطحالب البنية.

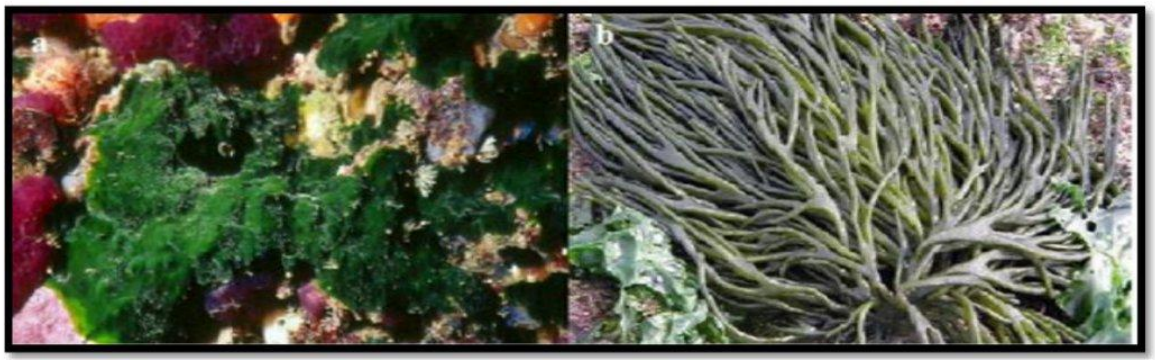
ومن ثم يتم التمييز بين الكائنات الحقيقية النواة أحادية الخلية أو متعددة الخلايا ذات الصبغة الحمراء بالنسبة للطحالب الحمراء، والصفراء بالنسبة للطحالب البنية، والطحالب الخضراء ذات الصبغة الخضراء، والكائنات البدائية النوى، أي البكتيريا الخضراء المزرقة أو البكتيريا الزرقاء المزرقة أو البكتيريا الزرقاء المزرقة المعروفة باسم الطحالب الخضراء المزرقة.

هناك 3 أنواع فقط من الصبغات التي تعطي الطحالب لونها: الكلوروفيلات، والكاروتينات والكاروتينات النباتية **(Floc'h J. Y. 2010؛ Garon-Lardiere S .2004)**.

4- 1 الطحالب الخضراء :

الطحالب الخضراء أو الفطريات الخضراء هي مجموعة من الطحالب التي تتمثل أصباغها الأساسية لعملية البناء الضوئي في الكلوروفيل A و B. وتتلون بلاستيدات هذه الطحالب باللون الأخضر بواسطة هذه الأصباغ التي ترتبط بها الكاروتينات ((caroténoïdes أحياناً. وتشمل مجموعة متنوعة من الكائنات الحية التي لا تنتمي إلى نفس المجموعة التطورية. وتوجد بشكل رئيسي في المياه العذبة وفي البحار والمحيطات، على الرغم من أن بعض الأنواع يمكن العثور عليها على اليابسة. الطحالب الخضراء غنية جداً بالكالسيوم والبروتين، ولها قيمة غذائية عالية، فضلاً عن احتوائها على الفيتامينات ومضادات الأكسدة. كما أن لها خصائص تبلور كبيرة **(Garon-Lardiere S. 2004؛ Laplace C .2015).**

ومع ذلك، لا يجب تصنيف جميع النباتات المائية الخضراء على أنها طحالب خضراء



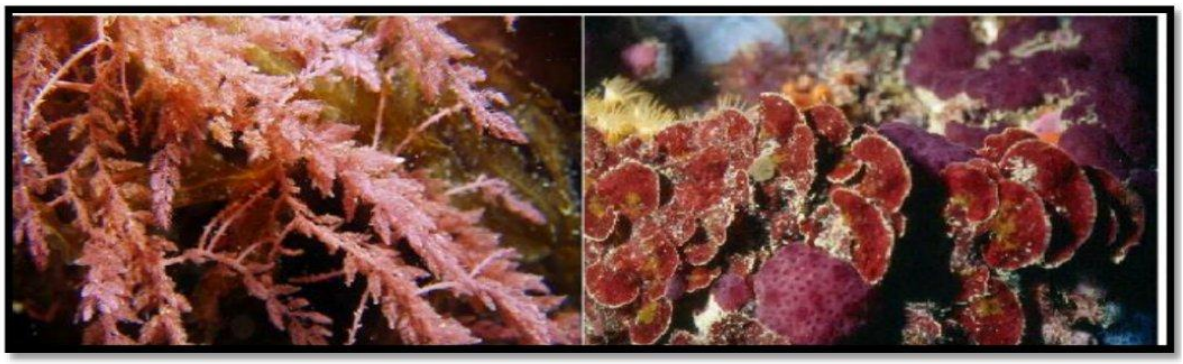
الشكل04: انواع من الطحالب الخضراء

a- Palmophyllum crassum
b- Codium tomentosum
Site web (http://www.merlittoral.org/)

4-2-الطحالب الحمراء :

تُعرف الطحالب الحمراء أيضاً باسم الطحالب الرودوفيتية،les rhodophytes وهي صنف شديد التنوع. وهي متعددة الخلايا بشكل عام وتوجد في البيئة البحرية.

وتتلون هذه الطحالب باللون الأحمر بسبب وجود صبغة في بلاستيداتها تسمى فيكورايثرين. la phycoérythrine ويرتبط هذا الصباغ بأصباغ أخرى مثل الكلوروفيل أ "مركز تفاعل التمثيل الضوئي"، والفيكوسيانين واليوفيكوسيانين (1992 . Cabioc'h J؛ 1997. Perez R) يعتمد التصبغ أيضاً على الطول الموجي للضوء الذي تمتصه الطحالب. وتفسر وفرة الطحالب الحمراء في العمق بقدرة الفيكوإيريثرين على امتصاص الضوء في هذا العمق. هذه الطحالب غنية بالمواد الهلامية مثل الكاراجينان Les carraghenanes الذي يستخدم على نطاق واسع في الصناعة (2010 .Floc'h J. Y)



الشكل05 : انواع من الطحالب الحمراء

a- Asparagopsis armata
b- Peyssonnelia cf squamaria
Site web (http://www.merlittoral.org/)

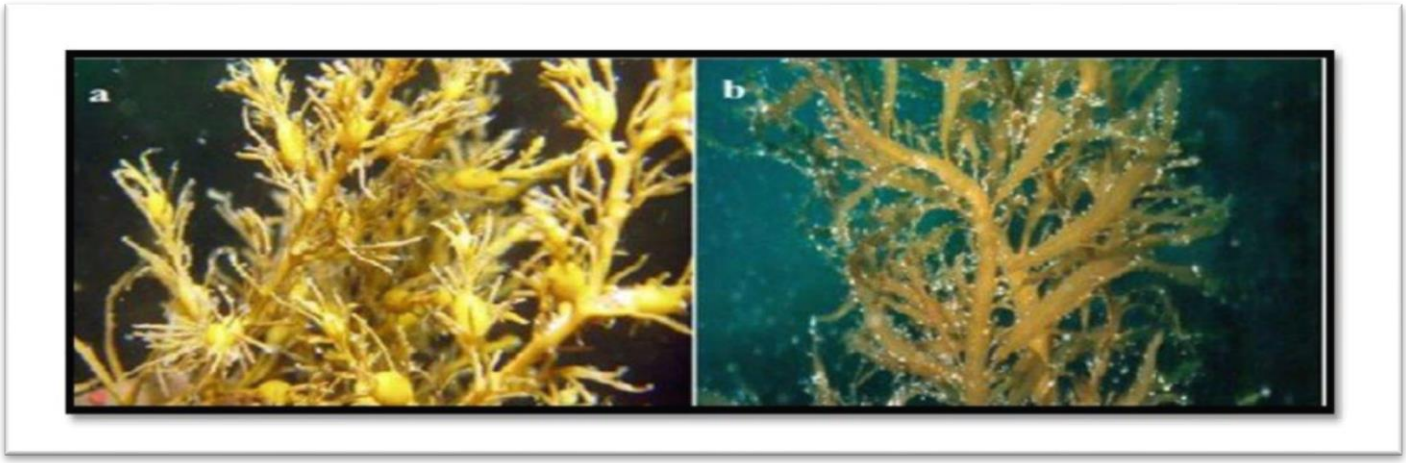
3-4 الطحالب البنية :

تُعرف هذه الطحالب أيضاً باسم الطحالب الفايوفية Phaeophyceae أو الطحالب البنية. هناك 1500 نوع

مختلفة من الطحالب البنية، وهي أكثر الطحالب البحرية وفرة. توجد بشكل رئيسي على السواحل الصخرية في الأعماق الضحلة.

تمتلك جميعها بنية متعددة الخلايا، ويرجع لونها المائل للصفرة إلى اللون البني إلى وفرة الزانثوفيل la xanthophylle والفوكوكسانثين la fucoxanthine اللذين يهيمنان على الأصباغ الأخرى مثل الكلوروفيل A و C. وهي غنية بالألجينات والفلوروتانين phlorotanins

ذات الخصائص المضادة للأكسدة. **Wijesinghe)(Garon-Lardiere S. 2004 (2011).W.A.J.P**



الشكل06 : انواع من الطحالب البنية

a- Cystoseira baccata
b- Desmarestia ligulata

Site web (http://www.merlittoral.org/)

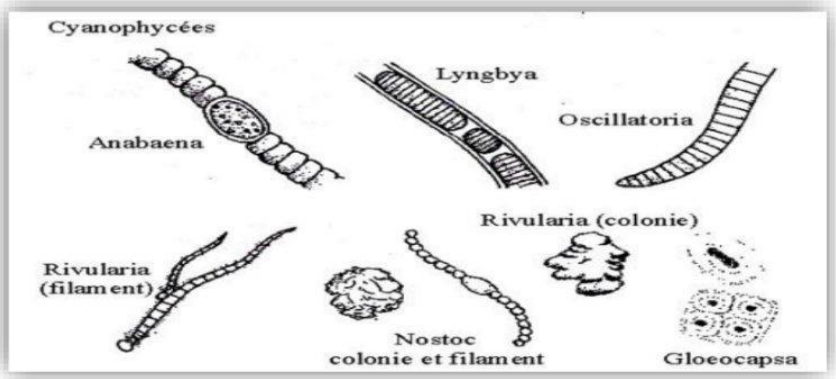
5 - **البكتيريا الزرقاء** les cyanobactéries :

- كانت النباتات الكلوروفيلية الأولى موجودة بالفعل على الأرض منذ 3.7 مليار سنة، وقد تطورت في جميع البيئات المائية على كوكب الأرض. كانت أول الكائنات الحية التي أنتجت الأكسجين هي الطحالب الخضراء المزرقة أو السيانوبيونات cyanobiontes ، التي قللت من حموضة مياه البحر وشجعت على توسع الحياة **(Perez، 1997).**

- وهي تنتمي إلى مجموعة البكتيريا الحقيقية، وهي المجموعة الوحيدة من بدائيات النوى **(Fott, 1971 in Reviers, 2003)**

التي تضم فقط فئة السيانوفيشيا (**Gayral، 1975).** تتميز عن البكتيريا بوجود الكلوروفيل والأصباغ الملحقة **(بوريلي، 1970)**.

-بشكل عام، البكتيريا الزرقاء هي عبارة عن خيوط دقيقة (الشكل) تحتوي على صبغة تعطيها صبغة زرقاء (من كلمة ,(« cyan », « cyano » du grec))، ويمكن أن تغير لون الماء وتكون سامة للثدييات وخاصة الإنسان.



الشكل07:البكتيريا الزرقاء *les cyanobacteries*

Site web 01

- وفقًا **Mollo et Noury (2013)** ، فإن السبيرولينا هي واحدة من البكتيريا الزرقاء غير السامة .

- -تتكاثر بشكل أساسي عن طريق الانقسام الخلوي **,(Reviers, 2003)**، حيث تنقسم الخلايا إلى قسمين وتشبه الخلية الأم **.(Floc'h et Lecler, 2010)**

- توجد السيانوبكتيريا في مجموعة متنوعة من البيئات، ويمكنها التأقلم مع ظروف صعبة للغاية (المناطق الباردة أو الحارة، المياه العذبة أو المالحة، على سطح التربة والمياه الملوثة). يمكّنها وجود خلايا متخصصة تسمى الكيسات المتغايرة من تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي، مثل النباتات، وتثبيت ثاني أكسيد الكربون لإنتاج الأكسجين **(Reviers, 2003).**

الفصل الثاني

السبيرولين

الفصل الثاني : السبيرولين

تمهيد

وفقًا **Jeon et al. (2005) et Castro et al. (2014)**، يُنظر إلى السبيرولينا على أنها وسيلة فعالة لتوليد مركبات ذات قيمة اقتصادية وعلمية عالية.
وقد تمت دراسة السبيرولينا على نطاق واسع، خاصةً كغذاء ومكمل غذائي وعلف للإنسان والحيوان **(Gershwin et Belay, 2007).**

وفقًا **Cornet et al. (1992) et Medkour (2012),** يتأثر نمو السبيرولينا وتكوين الكتلة الحيوية المنتجة بعوامل مختلفة، مثل توافر المغذيات ودرجة الحرارة والضوء.
وأكد مؤتمر الأغذية العالمي للأمم المتحدة في عام 1974 على قيمتها الغذائية واعتبرها مورداً غذائياً أساسياً للمستقبل **(Batello et al., 2005).**
تستطيع الطحالب المجهرية امتصاص ثاني أكسيد الكربون وتحويله إلى أكسجين وكتلة حيوية، مما يمكنها من إنتاج طاقات متجددة مثل الديزل الحيوي والغاز الحيوي. ويمكنها أيضًا إنتاج المواد النشطة بيولوجيًا التي يمكن استخدامها في الأغذية والأدوية ومستحضرات التجميل، مثل الكاروتينات والأحماض الدهنية والمركبات العضوية الأخرى **(Ferreira et al., 2013 in Rosa et al., 2015).**

1- عموميات حول السبيرولين :

لطالما اعتبرت سبيرولينا من الطحالب الدقيقة الزرقاء. هي في الواقع بكتيريا زرقاء اللون **(krocho)،(2008)** ، توجد في المياه العذبة أو المالحة التي يرجع لونها الأزرق والأخضر المميز إلى صبغة بروتينية نادرة: الفيكوسيانين la phycocyanine **(Debleds, 2015).**
تحتوي على حويصلات منتفخة بالغازات تسمح له بالطفو على الماء **(Doumenge et al)**

1_1 تاريخ سبيرولينا :

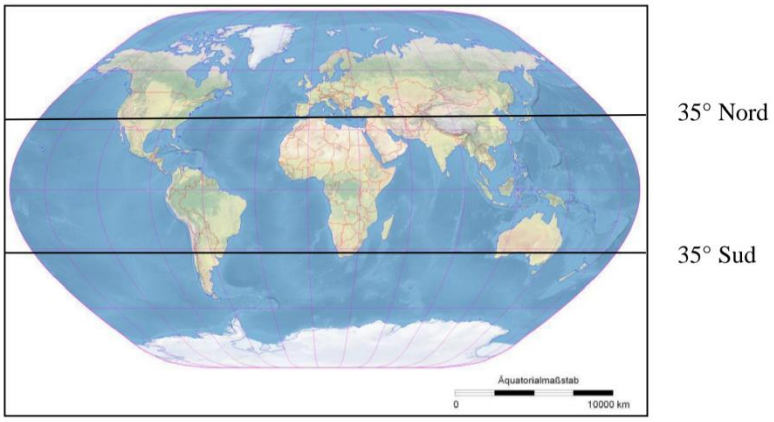
في القرن السادس عشر، استخدم شعب الأزتيك (المكسيك) السبيرولينا كمصدر للغذاء **(Sguera 2008).**

في عام 1931، لاحظ **RICH** وجود مجموعة من الخيوط الوردية على ضفاف بحيرة في الوادي المتصدع في شرق أفريقيا.
وكان نظامهم الغذائي الأساسي هو السبيرولينا **(Doumenge et al 1993)**
أعيد اكتشاف السبيرولينا أو الأرثروسبيرا في منتصف الستينيات. وكانت قبيلة الكانيمبو التي تعيش على طول البحيرات القلوية في تشاد والنيجر تستهلكه وتطلق عليه اسم "ديهي" dihe '' '' باللهجة المحلية.
وفي الوقت نفسه، وبناءً على طلب من شركة سوسا تكسكوكو، تم إجراء دراسة منهجية ومفصلة لمتطلبات النمو وفسيولوجيا السبيرولينا من قبل Institut Français du Pétrole، في بحيرة بالقرب من مدينة مكسيكو **(Vonshak, 1997).**

في البلدان الصناعية، لم يبدأ نموها إلا في التسعينيات مع اكتشاف الجزيئات النشطة مثل الفيكوسيانين phycocyanineوالكالسيوم-سبيرولان le calcium-spirulan **. - (Sguera 2008).**

2-1 التوزيع الجغرافي :

- إن حقيقة كونها محبة للحرارة وتحتاج إلى الضوء تمنعه من التوزع في غير المنطقة المدارية الواقعة بين خط عرض 35 درجة شمالاً وخط عرض 35 درجة جنوباً (الشكل).
- ووفقًا لـ **Debledes (2015),** فإنه يوجد بشكل رئيسي في بحيرة تشاد والبحيرات المكسيكية والبرك المحيطة بتوليار في مدغشقر. يزدهر بشكل أفضل في المياه الدافئة والقلوية والغنية بالنيتروجين والفوسفور المغذيات. ويلاحظ بشكل أكثر تواتراً في المياه معتدلة الملوحة والبحيرات المالحة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية **(Castenholz et al., 2001 in Charpy et al., 2008)**



الشكل08: مناطق التوزيع الطبيعي للسبيرولينا

3-1 مورفولوجيا السبيرولينا :

- السبيرولينا عبارة عن خيوط حلزونية (trichome)بسيطة متعددة الخلايا.
- ويختلف شكلها. عندما يكون لها 7 لفات، ويبلغ طولها حوالي 200 إلى 300 ميكرومتر، ويبلغ سمك خيوطها 10 ميكرومتر. كما أن لديها حركة محددة (**Euzen et al 1993**) وجدران سالبة الغرام **(Batelloet al 2005)**.
- عندما تتغير البيئة، تُظهر هذه الطحالب تغيرات شكلية وحجمية كبيرة: اتساع أو تضييق في الممرات الحلزونية، وتضييق المنعطفات المركزية للحلزون، واسترخاء الخيوط وحتى اختفاء الشكل الحلزوني، وزيادة عدد المنعطفات إلى ما يزيد عن 50 منعطفًا عن طريق إيقاف انقسام الطحلبة، والتي يصل طولها بالتالي إلى عدة مم **(Zerrouk2017)**

A B

الشكل 09 :

- A سبيرولين تحت المجهر الضوئي (site web)
- B خيط سبيرولين (site web)

1- 4 التصنيف classification taxonomique

تمت دراسة التصنيف المنهجي للسبيرولينا من قبل العديد من المؤلفين الذين اعتبروها في الأصل طحلب وتم اعتماد التصنيف النهائي كبكتيريا زرقاء وتم قبوله لاحقاً لإدراجه في "دليل بيرجي لعلم البكتيريا التحديدية".**(Goulambasse, 2018)**

- من وجهة نظر تصنيفية، أدرج علماء التصنيف سبيرولينا في : **Charpy et al.,** **2008)**

- مملكة البدائيات
  - المجال الفرعي بدائيات النوى
  - شُعبة النباتات الزرقاء
  - طائفة السيانوفيتات الزرقاء
  - رتبة النوستوكاليس (أو المذبذباتية)
  - الفصيلة المذبذباتية
  - جنس أوسيلاتوريا
  - الجنس الفرعي سبيرولينا أو أرثروسبيرا

Règne des Monera
Sous Règne des Procaryotes
Embranchement des Cyanophyta
Classe des Cyanophyceae
Ordre des Nostocales (ou Oscillatoriales)
Famille des Oscillatoriaceae
Genre Oscillatoria
Sous genre Spirulina ou Arthrospira
Espece ***Spirulina platensis***

- النوعان الأكثر شهرة هما سبيرولينا بلاتينسيس**Spirulina platensis** ، وموطنها الأصلي أفريقيا، وسبيرولينا ماكسيما**Spirulina maxima** ، وموطنها الأصلي أمريكا الوسطى (Sguera, 2008).

ومع ذلك، في الآونة الأخيرة، فإن فكرة الفصل بين مجموعتي سبيرولينا و مجموعة أرثروسبيرا (Arthrospira) وقد شارك العديد من المؤلفين وأكدوا على هذه الفكرة على أساس العديد من الخصائص مثل: حجم الهيليكولية والخيوط والرؤية تحت المجهر وجدار الخلية وبنية المسام والتيلاكويدات والحركة ومحتوى G + C **(Vonshak, 2002)**

1- 5 مكان عيش سبيرولين :

- تنمو سبيرولينا بشكل رئيسي في المياه قليلة الملوحة والقلوية والدافئة (30 إلى 40 درجة) **(Goulambasse 2018)**

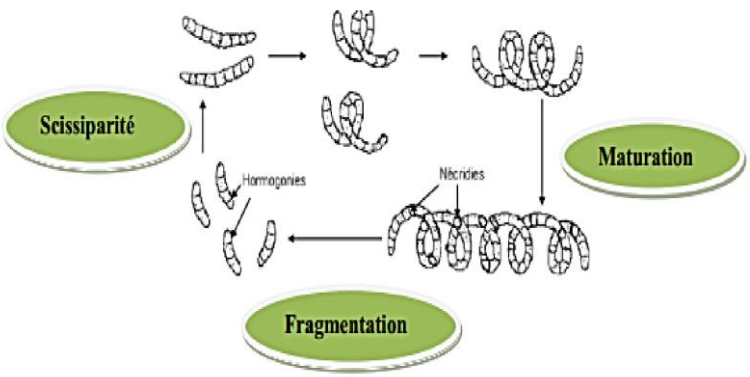
. في الواقع، تسكن بشكل طبيعي في بعض البحيرات في الحزام الاستوائي في أمريكا الوسطى أو أفريقيا. من المهم أن تتعرض الطحالب لأشعة الشمس الكافية وأن تكون المياه غنية بالمغذيات والنيتروجين. ويقتصر تكاثر بعض الكائنات الدقيقة الأخرى على ظروف النمو هذه. **(Ahounou 2018)**

- إن طبيعتها المحبة للحرارة ومتطلباته العالية من الضوء تعني أن هذا الكائن الحي ينمو حتى في البحيرات البركانية (بحيرة كيليوتوا، الإكوادور) والمناطق الصحراوية (منطقة تمنراست) حيث يتم جمع المياه من الجبال من حين لآخر .**(Elyah, 2003)**

1-6 الدورة البيولوجية:

- تتكاثر السبيرولينا تكاثراً نباتياً باستخدام نمط التكاثر اللاجنسي القائم على التكاثر الثنائي عن طريق الانشطار البسيط. يتضمن ذلك انقسام الخيوط في مراحل مختلفة. بعد الوصول إلى مرحلة النضج، تتحول خيوط السبيرولينا إلى خلايا مقعرة نخرية. ونتيجة لذلك، تتفتت الخيوط الثلاثية من النخريديات، مما يؤدي إلى ظهور خيوط جديدة مكونة من خليتين إلى 4 خلايا، وهي خلايا الهورموجونيا.

- وفقًا **,**Manet (2016) ، تتطور هذه الخلايا عن طريق الانقسام الثنائي وتتخذ شكلًا حلزونيًا نموذجيًا، حيث تنتج كل خلية خليتين عن طريق التشقق



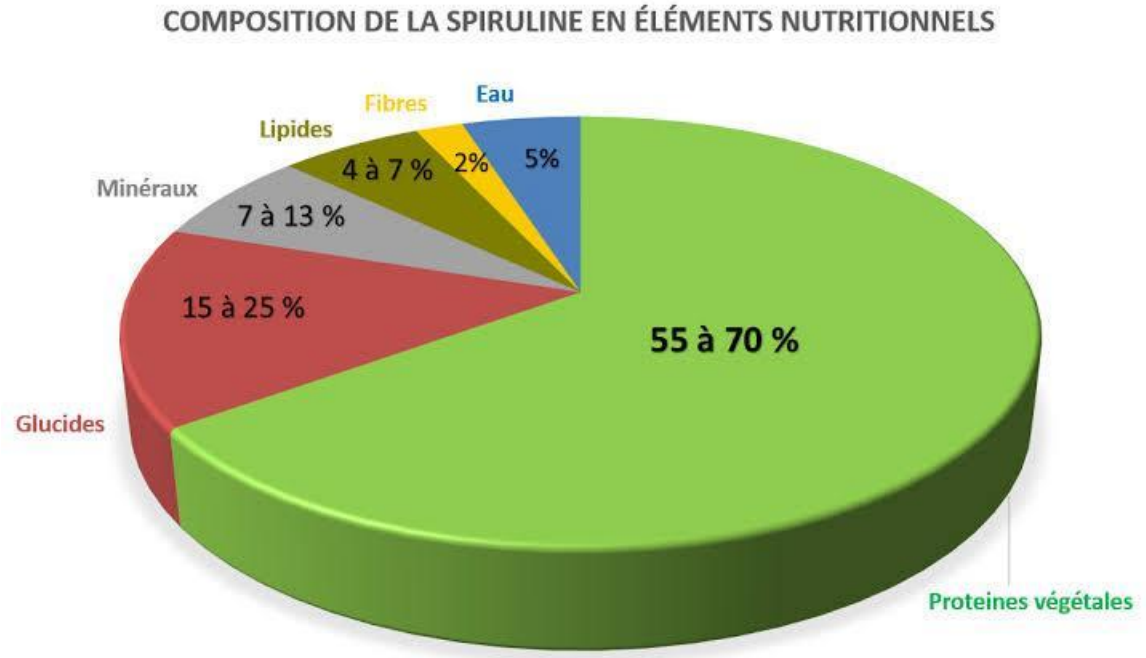
ترجمة

- ***S***cissiparité: الانشطار
Fragmentation: التجزئة
Maturation: النضج
Homogonies: التجانس
Necrides: النخرات

الشكل 10: الدورة البيولوجية لسبيرولين **(Charpy et al 2008)**

1 - 7 تركيبة السبيرولينا :

- تعتمد تركيبة السبيرولينا على ظروف النمو، وفترة الحصاد، والمنشأ الجغرافي، وعملية الحصاد والتجفيف والطحن والتعبئة، بالإضافة إلى كمية ضوء الشمس ومكملات وسط النمو من قبل بعض المصنعين لتحسين محتوى الحديد والزنك والأحماض الدهنية في السبيرولينا المنتجة
. تتكون سبيرولينا بشكل عام من 70% بروتين و20% كربوهيدرات و7% دهون، وما بين 3 و6% معادن وماء. هذه التركيبة كاملة ومتنوعة للغاية: فهي توفر تركيزًا جيدًا من البروتينات ومستوى عالٍ من الزنك والأحماض الدهنية توزيع متوازن للدهون والكربوهيدرات والفيتامينات والمعادن . لا تحتوي سبيرولينا على فيتامين C أو اليود أو أوميغا 3.



الشكل 11: تركيبة السبيرولين
Site web

1-7-1 البروتينات :

- البروتينات، وهي ضرورية للحياة، هي الجزيئات العضوية الأكثر عددًا الموجودة في جسم الإنسان. وهي تلعب دورًا أساسيًا في البنية والتركيب الكيميائي للأفراد. وتشارك في الإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة وإصلاح الأنسجة والتوازن الحمضي القاعدي. تتكون البروتينات من 20 حمضاً أمينياً، 12 منها يصنعها الجسم، بينما تعتبر الثمانية الأخرى ضرورية ويجب أن يوفرها النظام الغذائي. تحتوي سبيرولينا على نسب مثيرة للاهتمام من هذه الأحماض الأمينية الثمانية الأساسية التي يمكن استيعابها بسهولة. 50-70% من وزنها الجاف عبارة عن بروتين، مع تقلبات تتراوح بين 10-15% حسب وقت الحصاد. ومع زيادة مستويات الضوء، تزداد مستويات البروتين. يحتوي الوزن الإجمالي

للبروتين على 47% من الأحماض الأمينية الأساسية. ويُعد التريبتوفان والأحماض الأمينية الكبريتية (الميثيونين والسيستين والليسين) الأقل وجودًا.

- أما فيما يتعلق بالبروتينات، فمن الضروري مراعاة صافي استخدام البروتين (NPU)، والذي يتم حسابه على أساس قابلية الهضم ونسبة النيتروجين الممتص. ونظرًا لهشاشة جدار خلية السبيرولينا الذي لا يحتوي على السليلوز، فإن التوافر البيولوجي للعناصر الغذائية يكون في أقصى حد له. ومن ثم ليس من الضروري طهي البروتينات أو معالجتها على وجه التحديد لجعل البروتينات متاحة. بعد 18 ساعة، يكون 85% من البروتين قد تم امتصاصه وهضمه. وهذا ما يجعل الأمر أكثر إثارة للاهتمام عند مقارنة وحدة البروتين الصفرية في السبيرولينا (83-90%) مع تلك الموجودة في العدس (30%) أو اللحم البقري (15%) أو حليب البقر (12%). **(Dr Dupire J. (2011). La spiruline un super aliment. 151p)**

- توصي منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بحد أدنى من البروتين يبلغ 0.57 غ/كغ/يوم، أي 42 غ لشخص بالغ وزنه 75 كغ. في النهاية، توفر 10 غ من سبيرولينا كمية صغيرة فقط من البروتين (7 غ) من أصل 42 غ المطلوبة، لكن المساهمة النوعية، أي التركيبة في الأحماض الأمينية الأساسية، أكثر أهمية من المساهمة الكمية.

- تحتوي سبيرولينا على أحماض نووية (4.2 إلى 6% من الوزن الجاف) (30% من الحمض النووي و70% من الحمض النووي الريبي) والتي عند تكسيرها تنتج حمض اليوريك. وبما أن حمض اليوريك يمكن أن يؤدي إلى حصى الكلى أو نوبات النقرس، يجب استخدام سبيرولينا بحذر في المرضى الذين عانوا بالفعل من نوبة النقرس. على الرغم من أن 80 غ من سبيرولينا مطلوبة للوصول إلى 4 غ من الحمض النووي، وهي الجرعة القصوى المسموح بها على المدى الطويل، يجب استخدام سبيرولينا بحذر في المرضى الذين عانوا بالفعل من نوبة النقرس. على الرغم من أن هناك حاجة إلى 80 غ من السبيرولينا للحصول على 4 غ من الأحماض النووية، فإن الجرعة القصوى المسموح بها على المدى الطويل هي 80 غ. **(Charpy L., Langlade M-J, Alliod R (2008**

1-7-2 الدهون :

يمكن أن تمثل الدهون الكلية ما بين 5.6 و11% من الوزن الجاف اعتماداً على طرق الاستخلاص وسلالة السبيرولينا المستخدمة **(Charpy L., Langlade M-J, Alliod R (2008)).**

كمية الكوليسترول عالية (3.25 مغ/ 10 غ)؛ تحتوي ملعقة واحدة من السبيرولينا على 1.3 مغ من الكوليسترول و36 سعرة حرارية **(Habib MAB. (2008)**

يحتوي سبيرولينا على كمية قليلة من الأحماض الدهنية المشبعة (مثل البالميتيك وستياريك والاراكيد)، ولكن يحتوي على كمية كبيرة من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (25 إلى 60% من إجمالي الدهون). ويُعد حمض اللينولينيك (GLA) γ-linolénique(30 إلى 35% من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة) وحمض اللينوليك من بين المصادر القليلة المتاحة. من الممكن زيادة مستويات GLA (بنسبة 1.2 إلى 1.6%) عن طريق التناوب بين الضوء والظلام أثناء الزراعة. تحتوي زيوت زهرة الربيع المسائية ولسان الثور وبذور الكشمش الأسود والقنب والسبيرولينا على GLA، وهو أوميغا 6 الضروري لإنتاج الليكوترينات والبروستاغلاندين. من الضروري استكمال النظام الغذائي بإضافة مصدر أوميغا 3، مثل الأسماك الزيتية، إلى السبيرولينا. في الواقع، لا يوجد أي كشف كروماتوغرافي لحمض ألفا لينوليك (ALA) أو حمض إيكوسابنتاينويك (EPA) أو حمض الدوكوساهيكسانويك (DHA)، وهي ثلاثة أوميغا 3، في عينات سبيرولينا. **(Otleş S, Pire R. (2001)**

1-7-3الكربوهيدرات :

- تشكل الكربوهيدرات، التي تمثل ما بين 15 و25% من المادة الجافة، غشاء السبيرولينا . هناك كمية صغيرة من الكربوهيدرات البسيطة (الفركتوز والجلوكوز والسكروز)، مثل الجلسرين والمانيتول والسوربيتول. إن النسبة المنخفضة من السبيرولينا تجعل منه غذاءً منخفض السعرات الحرارية.
ويلعب مركبان من الكربوهيدرات دورًا حاسمًا في ذلك: فوسفات ميزو- إنوزيتول، وهو مصدر استثنائي للفوسفور، والكالسيوم. ويتكون عديد السكاريد المسمى سبيرولان من الرامنوز والفركتوز، وبدرجة أقل من الريبوز والمانوز والجلوكوز والجلوكوز والزيلوز والكبريت والكالسيوم. وقد قامت عدة فرق بعزله وكان موضوعاً للعديد من الدراسات التي سيتم تطويرها لاحقاً.

1-7-4-الفيتامينات :

- الفيتامينات هي مواد عضوية تلعب دورًا في نمو الجسم وعمله وصيانته بكميات صغيرة. وبصرف النظر عن فيتامين (د)، الذي يتم إنتاجه في الجلد، من الضروري تناول الفيتامينات بكميات صغيرة من خلال النظام الغذائي، بضعة مليغرامات أو حتى ميكروغرامات في اليوم. يستغرق ظهور نقص الفيتامينات وقتاً طويلاً حتى يظهر، ولكن يمكن أن يؤدي إلى الإرهاق ومشاكل في الذاكرة وأمراض مثل الإسقربوط (نقص فيتامين C) والبريري (نقص فيتامين 1B). هناك 13 فيتامیناً مذكورة ويمكن أن يعزى إليها العديد من الوظائف، مثل الوقاية من السرطان وإعتام عدسة العين وأمراض العظام وأمراض القلب والأوعية الدموية وتشوهات الأجنة ونقص المناعة. يجب أن نتذكر أن السبيرولينا لا تحتوي على أي فيتامين سي.

- **1-4-7-1 الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون**: في الدهون تتفكك الفيتامينات A وD وE وK في الجلد. يمكن العثور عليها في الأطعمة التي تحتوي على الدهون ويتم تخزينها في الكبد أو في الأنسجة الدهنية، مما يؤدي إلى خطر التعرض لجرعة زائدة. بالإضافة إلى وجود فيتامين (د) في الدهون (مصدر خارجي)، يتم تصنيعه أيضًا بواسطة الجلد (مصدر داخلي) بعد التعرض الكافي للشمس. 80% من الكاروتينات الموجودة في سبيرولينا هي كاروتين بيتا، بينما الـ 20% المتبقية هي فيزوكسانثين وكريبتوكسانثين.

والثدييات هي الوحيدة التي تحول هذين الكاروتينين إلى فيتامين أ. يوجد فيتامين أ في الأطعمة ذات الأصل الحيواني (مثل الكبد وزيت كبد سمك القد والأسماك والبيض ومنتجات الألبان) على شكل ريتينول، والذي يمكن استخدامه مباشرة. أما في النباتات، فنجد في النباتات سلائفه، بيتا كاروتين، والمعروف أيضًا باسم بروفيتامين أ، والذي يتحول فقط وفقًا لاحتياجات الجسم. يحتوي 4 غ من السبيرولينا على كمية من بيتا كاروتين تعادل 100 غرام من الخضروات الملونة.

- **1-7-4-2 الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء**: لا يخزن الجسم الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء 1B و 2B و 3B و 3B و 5B و 6B و 6B و 8B و 9B و 12B و C، ولكنه يتخلص منها عن طريق الكلى وفي العرق. لذلك إذا لم يتم تلبية الاحتياجات اليومية، يتم استنفاد الاحتياطي. اعتمادًا على أصل السبيرولينا، يكون فيتامين C إما غائبًا أو موجودًا بكميات قليلة.

1-7-5 الأصباغ:

- تحتوي سبيرولينا على صبغين رئيسيين:
- يمثل الكلوروفيل حوالي 1% من الكتلة الجافة، وهو ما يفسر لونه الأخضر. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي التي تقوم بها النباتات تمكن جسم الإنسان من استهلاك المغنيسيوم العضوي الضروري للحفاظ

على التوازن الحمضي القاعدي. يعمل الكلوروفيل أيضًا مع عامل مساعد، وهو البورفيرين (مركب موجود أيضًا في سبيرولينا)، على مخلب المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والنيكل والتخلص منها من الجسم. يساعد الكلوروفيل على زيادة التمعج، مما يخفف من الإمساك. ومع ذلك، يتم تدمير الكلوروفيل في درجات الحرارة المرتفعة، لذا فإن التجفيف في درجات حرارة منخفضة أمر ضروري. وفقاً للمصادر **(Patel S, Goyal A. (2013)**

- يمثل الفيكوسيانين(المسؤول عن اللون الأزرق) ، ما بين 12.6% و20% من الوزن الجاف. يحتوي هذا البروتين، الذي لا يظهر إلا في السبيرولينا، على نواة تحتوي على أيون الحديد وأيون المغنيسيوم، وبالتالي يعتبر سليفة الهيموجلوبين (نواة تحتوي على أيون الحديد) والكلوروفيل (نواة تحتوي على أيون المغنيسيوم)، على الحد الفاصل بين عالمي النبات والحيوان.

1-7-6 الإنزيمات:

- يحتوي سبيرولينا على كمية كبيرة من SOD superoxyde dismutase)() (ديسموتاز الأكسيد الفائق) (بين 1000 و4000 وحدة دولية/غرام)، وهو إنزيم قوي مضاد للأكسدة يلعب دوراً أساسياً في النظام الداخلي لمكافحة الإجهاد التأكسدي. التوافر البيولوجي لـ SOD مرتفع للغاية بسبب غشاء سبيرولينا الخالي من السليلوز.

1-7-7المعادن والعناصر النزرة:

- ويكمن الفرق بين المعادن والعناصر النزرة في أن المعدن يتجاوز وزنه 10,000/1 من وزن الجسم، في حين أن العنصر النزر موجود بكميات أقل 10 مرات. وبالتالي فإن الاحتياجات المعدنية تتراوح بين غرام واحد إلى مليغرام واحد أو ميكروغرام واحد. جميع المعادن الأساسية موجودة في السبيرولينا (7% من الوزن الجاف). ويختلف امتصاص المعادن باختلاف درجة الحموضة وتكوين وسط الاستزراع، مما يؤدي إلى تفاوت مستوياتها. إن امتصاص الحديد أفضل بمرتين إلى 3 مرات من امتصاص الخضروات أو اللحوم، حيث أن الحديد في سبيرولينا ليس حرًا ولكنه مخلّب بالأحماض الأمينية التي تعزز امتصاصه.

1-7-8. المعادن الثقيلة:

- يجب التحكم في مستويات المعادن الثقيلة وإبقائها منخفضة قدر الإمكان.

1- 8 نمو وتطور السبيرولينا:

- تقدم الطحالب المجهرية، وهي فئة من الكائنات الدقيقة سريعة النمو، العديد من الفوائد، مثل التمثيل الضوئي الأكثر كفاءة، ومعدلات النمو العالية وإنتاج كتلة حيوية أعلى من محاصيل الطاقة الأخرى **(Sostaric et al., 2009).** تتغذى الطحالب الخضراء المزرقة بالماء وضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين من الغلاف الجوي. تلعب الظروف التغذوية دوراً أساسياً في نمو وإنتاجية سلالات السبيرولينا في المزارع الجماعية **(Madkour et al., 2012).**

1-8-1 العوامل المؤثرة على نمو السبيرولينا:

يؤثر الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة تأثيرًا مباشرًا على معدل نمو السبيرولينا، حيث لوحظ أن الحد الأقصى بين 35 و37 درجة مئوية (نيانغوران، 2017).

- **أ- درجة الحرارة:**

- درجة الحرارة المثلى للزراعة هي 37 درجة مئوية. وفوق هذه الحدود (43 درجة مئوية)، تتعرض السبيرولينا لخطر الموت، بينما يتوقف تكاثرها عند درجة حرارة 20 درجة مئوية.

وفقًا لجوردان (2018)، من الضروري تغطية أحواض الزراعة بالبيوت الزجاجية في المناطق الباردة.

ب- الأس الهيدروجيني :Ph

- إذا كان الرقم الهيدروجيني أقل من 9، فقد لا تبدأ المزرعة بشكل صحيح، مما يؤدي إلى تكوين كتل أو ترسيب السبيرولينا في قاع الخزان (Jourdan، 2018). ويتأثر إنتاج الكتلة الحيوية، والتفكك الكيميائي وفسيولوجيا الخلية بشدة بدوره في الأنشطة الأيضية للسبيرولينا. **(Ogbonda et al., 2007 in Sharma et al., 2014, Celekli et al., 2009 in Sharma et al., 2014)**

ج- الضوء :

- يلعب الضوء دورًا حاسمًا في تطور الطحالب الدقيقة، حيث أنه ضروري لعملية البناء الضوئي. وبالتالي يمكن أن يتأثر التمثيل الغذائي للخلايا (تحلل الخلايا) ونموها بقلة الضوء أو كثرته، مما يعني أن نوعية الضوء وكميته لها تأثير على نمو السبيرولينا وفسيولوجيا الطحالب الدقيقة **(Niangoran, 2017)**

د- التحريض

- وفقًا **(Niangoran, 2017)**، فإن تقليب وسط الاستزراع يعزز التوزيع الأمثل للضوء ويشجع على تبادل الغازات (التخلص من الأكسجين وامتصاص ثاني أكسيد الكربون)، كما يلعب تواتر التقليب دورًا حاسمًا، فمن الأفضل أن يكون التقليب متقطعًا ونشطًا بدلًا من التقليب المستمر ولكن الضعيف. وفقًا (Jourdan، 2018)، يتم تحقيق التقليب المستمر للمزارع في حاويات صغيرة (زجاجات أو دلاء أو أحواض) باستخدام كمية صغيرة من فقاعات الهواء، على غرار ما يحدث في أحواض السمك

2-8-1 الأملاح المعدنية الضرورية لنمو السبيرولينا:

- تحتاج سبيرولينا إلى كمية كبيرة من العناصر مثل الكربون (C) والأكسجين (O) والهيدروجين (H) والنيتروجين (N) والبوتاسيوم (K) والكالسيوم (Ca) والمغنيسيوم (Mg) والحديد (Fe) والكبريت (S) والفوسفور (P) (شين وآخرون، 2010 في نيابوتو وآخرون، 2015).
- وفقًا لفوكس (1999)، تفضل سبيرولينا النمو في المياه التي تحتوي على كربونات الصوديوم (3Na2CO) أو بيكربونات الصوديوم (3NaCO)، وكذلك المياه الغنية بالنيتروجين والفوسفور.

1-2-8-1النيتروجين:

- تتمتع السيانوبكتيريا الزرقاء بالقدرة على الحصول على النيتروجين الغازي من الغلاف الجوي بحرية، بمجرد ذوبانه في الماء. وفقًا لمينيسغوين (2018)، يلعب النيتروجين دورًا في المجموعات الأمينية للبروتينات. السبيرولينا غنية بالنيتروجين بنسبة 12%، بينما يحتوي الغلاف الجوي على 78%. وبصفة عامة، لا يمكن استخدام هذا النيتروجين في عملية البناء الضوئي؛ إذ يجب أن يرتبط أولاً بذرات أخرى مثل الأمونيا 3NH، والنتريت 2NO، والنترات 3NH، واليوريا (NH2)2CO (فوكس، 1999)..

2-2-8-1 الكربون:

- تحتوي سبيرولينا على 47% من الكربون، وهو ما يتطلب استهلاكًا كبيرًا لتعزيز النمو السريع. ووفقاً لما ذكره فوكس (1999)، يمكن الحصول على الكربون في البحيرات الطبيعية إما من الكربونات البركانية أو من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي. يتراوح الرقم الهيدروجيني الأمثل لازدهار مزرعة سبيرولينا بين 9.5 و10.5. عندما يتجاوز الرقم الهيدروجيني 10.5، يكون إمداد ثاني أكسيد الكربون غير كافٍ لتعويض امتصاص الطحالب، مما يؤدي إلى وجود

مستنبت محدود من ثاني أكسيد الكربون. يقلل وجود ثاني أكسيد الكربون من الأس الهيدروجيني ويوفر الكربون لاستمرار النمو.
ووفقًا **(1999Fox)**، من الممكن زيادة المساحة السطحية الفعالة للبركة وبالتالي معدل امتصاص ثاني أكسيد الكربون عن طريق خلق موجات أو شذوذات سطحية.

1-8-3 البناء الضوئي (تنمية الكتلة الحيوية):

- البناء الضوئي هو عملية حيوية حيوية تستخدمها النباتات الأرضية والكائنات الدقيقة ذات التمثيل الضوئي.
- وتتألف من سلسلة من تفاعلات الأكسدة والاختزال المعقدة التي يتم خلالها امتصاص الطاقة الضوئية على شكل طاقة كهرومغناطيسية بواسطة الأصباغ، وخاصة الكلوروفيل، وتحويلها إلى طاقة كيميائية ينتج عنها إنتاج الأكسجين والسكريات والمستقلبات الثانوية الأخرى.
ويحدث ذلك بشكل رئيسي في الأغشية الثايلاكويدية. تخضع هذه الظاهرة للمعادلة التالية **(Fareno Et Moro Godri 2018)**

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة ضوئية} \rightarrow C6H_{12}O6 + 6O_2$$

- يتكون التمثيل الضوئي بشكل أساسي من مرحلتين:
تفاعل أول، يسمى "المرحلة الصافية"، يحدث خلالها تفاعل أكسدة كيميائي ضوئي عن طريق انقسام الماء.

$$2H_2O\ O_2 + 4H^+ + 4e^- \textbf{ (Morot-Gaudry et Farineau, 2011)}$$

"المرحلة المظلمة" الثانية، التي توصف بتثبيت الكربون وفقًا لدورة كالفن **(Farineau etMorot-Gaudry, 2018)**

1-8-4 تأثيرات النيتروجين والكربون على معدل نمو السبيرولينا وتطورها:

- يُعرَّف نمو الكائن الحي بأنه زيادة في الكتلة أو الحجم مصحوبة بتخليق جزيئات كبيرة تؤدي إلى إنتاج بنية منظمة جديدة **(Healy et Henzdel, 1976).**
- في البيئات المعدنية تماماً، تُظهر السبيرولينا معدل نمو مرتفع جداً **(Falquet and Hurni, 2006)**.

1-8-4-1 تثبيت النيتروجين:

- وفقاً **(Healy et Henzdel, 1976).**، يتميز نمو الكائن الحي بزيادة في الكتلة أو الحجم مرتبطة بإنتاج جزيئات كبيرة الحجم، مما يؤدي إلى خلق بنية جديدة منظمة.
- في البيئات المعدنية بالكامل، تنمو السبيرولينا بسرعة كبيرة ..**Falquet and Hurni, 2006**
- يتم تصنيع الأحماض الأمينية مباشرةً من الأمونيا، بينما يجب تحويل مصادر النيتروجين الأخرى إلى أمونيا لكي يتم تصنيعها. وفقًا لما ذكره **Junying et al. (2013) et Nyabuto et al. (2015).**

- كما أن للأصل ومحتوى النيتروجين تأثير على تراكم الدهون في السبيرولينا وفقًا لـ **(شين وآخرون (2010) ونيابوتو وآخرون (2015)).**
- تتمتع بعض الطحالب الخضراء المزرقة بالقدرة على الارتباط الهيدروجيني مع النيتروجين من الهواء لإنتاج الأمونيا 3NH، وذلك باستخدام خلايا متخصصة تسمى الأكياس غير المتجانسة. وبما أن السبيرولينا لا تحتوي على كيسات مغايرة، فإنها لا تحتفظ بالنيتروجين في الغلاف الجوي. تعد النترات أو الصوديوم أو البوتاسيوم (3NaNO أو 3KNO) أسهل المصادر التي يمكن استخدامها **(fox، 1999).**

1-8-4-2 تثبيت ثاني أكسيد الكربون :

- في الموطن الطبيعي لـ Arthrospira، يكون تثبيت ثاني أكسيد الكربون مسؤولاً بشكل رئيسي عن تكوين الكتلة الحيوية البنيوية في البكتيريا الزرقاء. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التركيز العالي من بيكربونات الكربونات ثنائي الكربون يعزز الإنتاجية العالية .**(Witton and Potts, 2000)**

- يتم تثبيت المحاليل الملحية ذات الأس الهيدروجيني المرتفع بسهولة شديدة بواسطة ثاني أكسيد الكربون الجوي أثناء الليل، خاصةً عندما يكون التمثيل الضوئي غير نشط، وبالتالي استعادة ظروف الإنتاج المثلى في وسط مستنبت السبيرولينا **.(Doumenge et al., 1993)**

1-9 إنتاج سبيرولينا في الجزائر :

- لا تزال زراعة السبيرولينا في الجزائر صغيرة النطاق وتجريبية. وفي أوائل عام 2000، تم إنشاء مزرعة تجريبية في الجنوب (تمنراست) من قبل هيري عبد القادر، وهو خبير في إنتاج السبيرولينا. وقد أتيحت الفرصة لسكان الجنوب لتشغيل وإنشاء مشاريع صغيرة بتكلفة أقل في المناطق التي تساعد البيئة الطبيعية والظروف المناخية على زراعة السبيرولينا. وإلى أن يتم إنتاج السبيرولينا على نطاق واسع، فإن استيراد وبيع هذه الطحالب المعجزة يتيح للجزائريين فرصة الاستفادة من خصائصها الغذائية والعلاجية **(site web)**

الشكل 12: احواض السبيرولينا (site web)

1-10 القيمة الاقتصادية ل سبيرولينا :

- تحظى سبيرولينا باهتمام العديد من الشركات الصغيرة التي تقوم بتصنيعها في مفاعلات وتبيعها كمكملات غذائية في شكل كبسولات للناس في الدول الغنية، محققة أرباحًا طائلة من البلدان الغنية **(فيليه2012).** ،

- يتم استخدامه الآن في العديد من البلدان، حيث يتم إنتاج 8,000 طن من المسحوق المجفف مسحوق مجفف يتم إنتاجه سنويًا: اليابان، وتايلاند، وتايلاند، والهند، وأستراليا، وفرنسا، وكوبا، والبرازيل, جنوب أفريقيا والعديد من البلدان الأخرى

- يباع محلياً في أفريقيا بسعر يتراوح بين 20 إلى 28 يورو للكيلوغرام الواحد، وفي البلدان المتقدمة بسعر 150 يورو للكيلوغرام الواحد على شكل رقائق، وبسعر 200 يورو للكيلوغرام الواحد على شكل أقراص، وبسعر 200 يورو للكيلوغرام الواحد على شكل كبسولات

- الكيلوغرام الواحد في شكل أقراص و500 يورو في شكل كبسولات **(ديبليدز، 2015).**
- يتم إنتاج 12,000 طن من الكتلة الحيوية للسبيرولينا كل عام (بحوالي 30

دولار أمريكي / كجم)، يتم إنتاج حوالي 70٪ منها في الصين والهند وتايوان، مقارنة بـ 5000 طن / سنة من الكلوريلا المنتجة في جميع أنحاء العالم **(غارسيا وآخرون، 2017).**

الفصل الثالث

انتاج السبيرولين

الفصل الثالث: انتاج السبيرولين

تمهيد

- أرثروسبيرا (سبيرولينا بلاتينسيس) هي طحالب دقيقة تزرع على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. ومنذ عام 1995، زاد الإنتاج العالمي بأكثر من 4000 طن/سنة (Statistique Cubia, 2000).
- تنمو *S. platensis* إما في مزارع اصطناعية أو في مزارع البحيرات. وهي تتكيف مع العديد من البيئات الحيوية (الرمل والمياه العذبة ومياه البحر) (تريديسي وآخرون 1986؛ وو وآخرون 1993؛ هالاند، 2006).
- طورت الجزائر زراعة سبيرولينا الاصطناعية في جنوب البلاد، وتحديداً في منطقة تمنراست. ومع ذلك، فإن سبيرولينا المنتجة محليًا لا تلبي احتياجات المستهلكين.

1- ظروف الزراعة:

هناك ثلاثة عوامل أساسية تحدد زراعة سبيرولينا.
درجة الحرارة والضوء والأس الهيدروجيني.

1.1. درجة الحرارة:

تنمو سبيرولينا بشكل أفضل عندما تكون درجة حرارة وسط الاستزراع 37 درجة مئوية.
درجات الحرارة التي تزيد عن 40 درجة مئوية غير مناسبة، وتموت سبيرولينا عند تعرضها لدرجات حرارة
تصل إلى 43 درجة مئوية. علاوة على ذلك، عند درجة حرارة 20 درجة مئوية، يكون نموها معدومًا عمليًا **(فوكس، 1999).**

1. 2 الضوء:

نظرًا لأن تقليل مستويات الضوء يقلل أيضًا من التمثيل الضوئي الكلي، يجب تجنب التحلل الضوئي إن أمكن. وبعبارة أخرى، هناك شرطان ضروريان لـ نمو سبيرولينا :

* تلقيح البركة بما يكفي من الطحالب بحيث لا يصل الضوء إلى قاع البركة.
. يمكن التحقق من ذلك باستخدام قرص سيكي بسيط.
* تحريك المزرعة بشكل كافٍ بحيث لا تبقى الخيوط الفردية على السطح لأكثر من نصف دقيقة.
على السطح في ضوء الشمس الكامل، ولكن تغوص وترتفع بشكل متكرر.
- "عجلات التجديف" هي أكثر أنظمة التقليب شيوعًا؛ والهدف هو تحريك الماء وليس جعله يطفو. **(Fox, 1999)**

3.1. الأس الهيدروجيني:

عند زراعة سبيرولينا، يتراوح الأس الهيدروجيني بين 8.5 و10.5 **(Jordan, 1999)**
تميل سبيرولينا إلى قلوية الوسط. وذلك لأن ثاني أكسيد الكربون المذاب في الماء، بمجرد أن
الذي يتم تعبئته بواسطة سبيرولينا يطلق أيونات الكربونات (32CO-) والتي عندما تتحلل مائيًا
تطلق أيونات OH السالبة (**Danesiet al 2004**) .
يجب أيضًا أخذ عوامل أخرى أقل أهمية في الاعتبار، مثل ملوحة البيئة وإثارة البيئة.
تهييج الوسط.

2 - الأوقات الأنسب لزراعة طحالب السبيرولينا :

يمكن زراعة طحالب الاسبيرولينا في جميع المواسم، لكن تحتاج للتحكم بدرجة الحرارة والضوء حسب كل موسم، وإن فصل الصيف مناسب لأن طحالب الاسبيرولينا تحتاج للدفء وأشعة الشمس، أما في فصل الخريف والشتاء فتكون درجات الحرارة منخفضة، لذا يجب تهيئة الظروف، أي أن تحافظ على درجة الحرارة الدافئة المناسبة لنمو طحالب الاسبيرولينا، وهي التي تتراوح بين 30 إلى 35 درجة مئوية، وتحتاج مصدر ضوء

3- وسط الاستنبات:

هذا الوسط هو استنساخ اصطناعي للوسط الذي تنمو فيه سبيرولينا بشكل طبيعي. ولذلك فهو عبارة عن محلول قلوي نتروني مكون من خليط من الماء والأملاح المعدنية، التي تزود سبيرولينا بجميع العناصر الكيميائية التي تحتاجها
النيتروجين (N) والفوسفور (P) والبوتاسيوم (K). **(Jordan 2014)**

- **الجدول 01:** يعطي التركيب الكيميائي لوسط الاستزراع النموذجي **(1999fox)**

العنصر	التركيز ب مغ \ل
بيكاربونات	2800
فوسفات	614
سولفات	25
كلور	350
صوديوم	3030
بوتاسيوم	4380
مغنزيوم	642
كالسيوم	10
امونيوم	5
امونياك	5
الحديد	1

4- عناصر اخرى اساسية لوسط الاستنبات :

4-1الماء : تزدهر سبيرولينا في بيئة مالحة وقلوية. ويفضل أن تكون المياه المستخدمة في وسط النمو صالحة للشرب (ولكن بدون رائحة كلور قوية) أو على الأقل مفلترة (على سبيل المثال باستخدام شمعة ترشيح أو رمل)، مع إزالة الطحالب الدخيلة .

بشكل عام، تكون مياه الأمطار أو الينابيع أو الآبار ذات جودة مناسبة. في حالة الماء العسر، تتشكل الحمأة المعدنية (أكثر أو أقل عددًا حسب محتوى الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد)، والتي تستقر بسرعة ولا تسبب مشاكل كبيرة للمزرعة، شريطة أن تكون البذر الأولي للسبيرولينا ملحوظًا بشكل كافٍ jordan) 1999).

4-2المركبات المغذية : يمكن للمياه المستخدمة أن توفر بشكل طبيعي العناصر الغذائية اللازمة لنمو سبيرولينا، مما يقلل من كمية المدخلات المطلوبة لنموها. إطار المغذيات

جميع العناصر التالية ضرورية لنمو سبيرولينا **(Jordan، 1999).**

جدول 02:العناصر الاساسية لنمو سبيرولينا

العنصر	دوره
بيكربونات الصوديوم (3**NaHCO**)	هو مصدر القلوية، والذي يمكن أيضًا عن طريق النطرون أو ماء الرماد
الفوسفور (**P**)	ضروري لعملية البناء الضوئي، ويتم توفيره عن طريق أي أورثوفوسفات قابل للذوبان.
النيتروجين (**N**)	و مكون مهم للأحماض الأمينية، يتم توفيره بشكل رئيسي من النيتروجين الجوي، وكذلك اليوريا.
الكربون (**C**)	هو مصدر التغذية الرئيسي للسبيرولينا ويتم توفيره عن طريق ثاني أكسيد الكربون، وكذلك السكر
المعادن	وهي بشكل رئيسي الحديد والبورون والمغنيسيوم...

5- طرق مختلفة لإنتاج سبيرولينا:

يتم إنتاج سبيرولينا في عدة بلدان في أربع قارات: أفريقيا وآسيا والأمريكتين وأوروبا, آسيا والأمريكتين وأوروبا. وتختلف طرق ووسائل الإنتاج من بلد إلى آخر ، اعتمادًا على المعايير المناخية والموارد، وهو ما يفسر التنوع في حجم الموارد المستخدمة في بناء المزارع ومناطق الإنتاج .

اعتمادًا على المساحة الإجمالية المزروعة في كل حوض، وعلى الوسائل التكنولوجية المستخدمة، يتم التمييز بين الزراعة على نطاق صغيراي الحرفية والزراعة الصناعية.

5 - 1الزراعة الحرفية

يتضمن ذلك إنشاء أحواض خرسانية وخزان بالقرب من بحيرة. يجب ملء الخزان بالمياه التي يتم ضخها من البحيرة، ثم تمريرها بالجاذبية إلى الخزان.
يلزم وجود مرشح رملي قبل الوصول إلى خزانات زراعة سبيرولينا. مع هذا النظام، من الممكن الحصول على منتج عالي الجودة للاستهلاك الآدمي (مرشح بفلتر 50 ميكرومتر قبل الوصول إلى الخزانات) وكذلك حصاد طحالب أقل نقاءً (فلتر 150 ميكرومتر)، مناسب لتربية الدواجن أو تربية الأحياء المائية.

2-4 الزراعة الصناعية:

تُزرع السبيرولينا في خزانات يتم تحريكها ميكانيكياً بأشكال وأحجام مختلفة (عدة هكتارات).
(يتم تجفيف سبيرولينا بالتذرية) الاستثمار مرتفع، لكن الإنتاج يمكن أن يصل إلى مئات الأطنان.**(jordan ، 2006).**

6- بناء احواض الزراعة :

بالنسبة للإنتاج العائلي أو الإنتاج على نطاق صغير، تكفي الأحواض الصغيرة, بدون تحريك بعجلة مجداف أو حواجز متوسطة. هناك العديد من الطرق لبناء بركة مناسبة، اعتمادًا على الظروف المحلية.

- **الأغطية البلاستيكية**

يوصى بأن يكون الحد الأدنى لسمك الغشاء 0.25 مم، ويفضل أن يكون 0.5 مم. يجب أن يكون الغشاء من الدرجة الغذائية (أو على الأقل غير سام) ومقاوم للأشعة فوق البنفسجية. بقدر الإمكان، أن تكون التجاعيد في الزوايا مما يعطي مناطق غير مهتزة أو غير مهواة جيدًا. **(جوردان، 2006).**

- **في الخرسانة "الصلبة"** (الخرسانة، كتل الرماد، الطوب)

يجب بناء قاع حوض السباحة الخرساني على شكل بلاطة خرسانية مسلحة لا يقل سمكها عن بسمك 10 سم على أرض مضغوطة جيدًا. يمكن أن تكون حواف البركة مصنوعة من الطوب أو كتل النسيم أو الخرسانة المسلحة. تجنب الحواف الحادة **(جوردان، 2006).**

- **في الطين** (إذا لم يكن هناك خيار آخر)

احفر لأسفل 20 سم واصنع سداً معبأ جيداً بطول 20 سم. إذا لم تكن التربة طينية بشكل طبيعي، قم بتغطية السطح بطبقة من الطين الرطب عالي الجودة بسمك 3 إلى 5 سم، مضغوطة جيداً لمنع التشققات. قم بتغطية الحواف بالبلاط أو
أو البلاستيك لمنع التشقق عند انخفاض المستوى. ينمو السبيرولينا بشكل جيد جداً في البركة الطينية، ولكن يجب مراقبة نقاوتها البكتريولوجية عن كثب يجب مراقبته عن كثب أكثر (زيادة خطر الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في القاع
لأنه لا يمكن تحريك القاع).

*** غطاء حوض الزراعة:**

في الواقع، غالبًا ما يكون من المفيد، إن لم يكن ضروريًا، إقامة دفيئة أو على الأقل سقف فوق البركة، لحمايتها من المطر أو الشمس أو البرد، وكذلك من تساقط أوراق الشجر وفضلات الطيور والرياح الرملية والمخلفات المتنوعة.
كما يمكن تزويدها بسقف يسمح لك بالوقوف في الخلف. يمكن أن يكون السقف مصنوع من قماش أبيض أو قماش بولي أميد مطلي بالبولي فينيل كلوريد متعدد الفينيل الأبيضPVC، مما يسمح بنفاذ بعض الضوء ولكن أيضاً يمنع المطر. كما يمكن أن يكون مصنوعاً من الأغطية البلاستيكية. إذا كان معتماً، فسوف يرتفع عالياً بما يكفي للسماح للمسبح بتلقي الضوء الكافي حول الحواف.

7 - تقنيات الزرع:

7-1 البذر l'ensemencement

7 -1-1 اختيار السلالة

توجد سبيرولينا من "أجناس" (سلالات) مختلفة، على الرغم من أنها تشترك جميعها في خصائص مشتركة تميزها عن الطحالب الأخرى. يمكن التعرّف على سبيرولينا بسرعة تحت المجهر أو حتى عدسة مكبرة عالية التكبير (25 مرة)، لكن تحديد السلالة التي تنتمي إليها أقل سهولة، حيث أن لديها ميل قوي لتغيير حجمها وشكلها (حلزوني أكثر أو أقل إحكاماً، متموج أو مستقيم).
قد تتسبب كثرة الخطوط المستقيمة في حدوث مشاكل في الحصاد. لذلك يُفضل اختيار بذرة لولبية كبيرة الحجم بنسبة 100% ذات لون أزرق مخضر مائل إلى الأخضر، والتي ترشح بشكل إيجابي. للتلقيح، ما عليك سوى صب كمية معينة من المستنبت من حوض آخر في الإنتاج في وسط نمو جديد، حتى يتحول اللون إلى اللون الأخضر.

2-1-7 قياسات تركيز مستنبت السبيرولينا.

تُستخدم شدة لون المستنبت لتقييم تركيزه حيث يستخدم "قرص سيكي"" disque de Secchi " لهذا الغرض: وهو عبارة عن مسطرة متدرجة في نهايتها قرص أبيض صغير. يتم تثبيت قرص أبيض صغير (بشكل عمودي) عليه. يتم غمر هذه الأداة في المستنبت حتى النقطة التي لا يظهر فيها القرص. ثم يتم تقييم عمق القرص باستخدام المسطرة المتدرجة. إذا ظل قرص سيكي مرئيًا بعد عمق يتراوح بين 5-6 سم، فإن المزرعة تعتبر مخففة؛ أما إذا كانت القيمة من 2-3 سم فتعني أن المزرعة جاهزة للإنتاج.
بالنسبة للقيم التي تقل عن 2 سم، نوصي بتخفيف المحصول أو حصاد كمية كبيرة.**(Flaquet.1996)**

الشكل 13 : قرص سيكي

2-7 التحريك :

هذا أمر ضروري لضمان الاستزراع الجيد، على الأقل (2-4) مرات في اليوم، ويزداد مع شدة الضوء.
و هذا يضمن:

- تجانس المستنبت
- توزيع الاضافة
- تجنب تكوين الحماة المعدنية و كذلك تكتل خيوط السبيرولينا

يمكن ان يكون التحريك يدويا باستخدام عصا او كهربائيا مع مضخة او عجلة مجداف , يمكن ان يكون التحريك مستمرا اذا كانت هناك مضخة دون اي خطر على وسط الزرع

3-7 الحصاد :

-يكون الحصاد بطريقة تحافظ على تركيزالسبيرولينا عند مستوى يترواح بين 0.4 غ\ل و0.6 غ\ل .
في حالة عدم وجود حصاد، مع وجود مغذيات كافية، يزداد تركيز السبيرولينا حتى يتم الوصول إلى التوازن بين البناء الضوئي والتنفس.
- ليس من الجيد للمحصول أن يمضي وقت طويل دون حصاده بتركيزات عالية جدًا لانه قد يكون ذلك سببًا في موته.

4-7 التجفيف:

- التجفيف هو الطريقة الآمنة الوحيدة لحفظ وتوزيع سبيرولينا بدون سلسلة تبريد. حيث يمكن تجفيف سبيرولينا في الظل، ببساطة في تيار هوائي في درجة حرارة الغرفة, تحت ناموسية (يجب أن يكون الهواء أعلى بكثير من نقطة الندى)
- التجفيف في الشمس في الهواء الطلق هو الأسرع والأقل تكلفة، ولكن له بعض العيوب مثل تعرض المنتج للغبار والحيوانات (على أقل تقدير، يجب أن يكون محميًا بناموسية)

الفصل الرابع

اشكال و تطبيقات

السبيرولين

الفصل الرابع : اشكال و تطبيقات السبيرولينا

تمهيد :

سبيرولينا هو غذاء من الطحالب الخضراء الدقيقة المعروفة على نطاق واسع في شكل مسحوق أو كبسولات، تُستخدم سبيرولينا كعلاج ولها عدد من الفوائد الصحية.عندما حط الأوروبيون رحالهم في أمريكا الوسطى، اكتشفوا أن شعب استخرجوا "طيناً" أزرق مغذٍ للغاية، وهو "تيكويتلاتل" أو سبيرولينا، من بحيرة تيكسكوكو العظيمة بالقرب من مكسيكو سيتي. وفي أفريقيا، كانت بعض شعوب الصحراء الكبرى في أفريقيا تستخرج مادة مماثلة، وهي مادة "ديهي" من بحيرة تشاد منذ فترة طويلة جداً، وتتناولها النساء الحوامل وخلال فترات نقص الغذاء. النوع الرئيسي الموجود حالياً في السوق هو سبيرولينا بلاتينسيس. نمت في الأصل بشكل رئيسي في كاليفورنيا وهاواي، ويتم إنتاج سبيرولينا الآن بطريقة خاضعة للرقابة في جميع أنحاء العالم حيثما يسمح المناخ بذلك: تشيلي، الصين، كوبا، الهند، غرب أفريقيا، اليونان (في البيوت الزجاجية الحرارية الأرضية)، إلخ. أظهرت العديد من التجارب على الحيوانات أن للسبيرولينا خصائص مضادة للأكسدة ومحفزة للمناعة ومضادة للسكري، وأنها يمكن أن تقلل من مستويات الدهون في الدم.

السبيرولينا منخفضة السعرات الحرارية وتحتوي على ثروة من العناصر الغذائية في حجم صغير جداً. ومع ذلك يمكن أن يختلف محتواها حسب منشأها الجغرافي وعمليات الزراعة والتجفيف والطحن المستخدمة. يحتوي سبيرولينا على 55% إلى 70% من البروتين عالي الجودة (نسبة الأحماض الأمينية المثلى وقابلية الهضم)، أي 2.5 جرام إلى 3.5 جرام من البروتين لكل 5 جرام من المسحوق.تعد مصدرًا استثنائيًا لمختلف الكاروتينات (بيتا كاروتين بشكل رئيسي، ولكن أيضًا الكريبتوكسانثين واللوتين والزياكسانثين وغيرها)، حوالي 22 مجم / 5 جم. وعلى وجه الخصوص، يوفر كمية فلكية من البيتا كاروتين، من 12000 وحدة دولية إلى 25000 وحدة دولية لكل 5 غرام من المسحوق. تعد سبيرولينا مصدرًا ممتازًا للحديد، حيث تحتوي على 3 مجم إلى 8 مجم لكل 5 جم. تحتوي هذه الطحالب الدقيقة على كمية كبيرة من حمض جاما لينولينيك (40 مجم إلى 50 مجم إلى 5 جم)، وهو حمض دهني غير مشبع من عائلة أوميغا 6.

كما أن سبيرولينا غنية بالصبغة الزرقاء الطبيعية الوحيدة التي يمكن استخدامها كعامل تلوين للأغذية ويُعتقد أن لها خصائص مضادة للأكسدة. كما يحتوي أيضاً على الكلوروفيل وكميات صغيرة من العديد من المعادن.ولهذا السبب غالباً ما يشار إليه باسم "الغذاء الخارق".(Site web 2)

1 –الأشكال الغالينية المختلفة :

تأتي سبيرولينا في مجموعة متنوعة من الأشكال الجالينية: رقائق ومسحوق وأقراص وكبسولات. الأقراص والكبسولات هما الشكلان الأكثر شيوعاً في الصيدليات.واليوم، بالإضافة إلى الصيدليات، يمكن شراء السبيرولينا من محلات السوبر ماركت والمتاجر العضوية ومواقع البيع عبر الإنترنت والأسواق ومن مزارعي السبيرولينا.

1-1الرقائق:

سبيرولينا في شكل رقائق هي أقل الأشكال الجالينية معالجة. لا يجب أن يخضع لعمليات التحويل المختلفة وإضافة السواغات للوصول إلى شكل صيدلاني مثل الأقراص. في الواقع، فإن الرقائق يتوافق مع الشكل الخام للسبيرولينا بعد التجفيف . يجب أن يميل لون هذه الرقائق إلى اللون الأخضر الداكن إلى حد ما مع مظهر غير لامع. إذا كانت السبيرولينا تبدو "لامعة"، فقد يكون السبب في ذلك هو أن جودة السبيرولينا قد تضررت بسبب إضافة مواد رابطة على سبيل المثال.

من السهل دمج الرقائق في أطباق الطهي أو تناولها مباشرة عن طريق الفم. إذا رغب المريض في تناول السبيرولينا مباشرة عن طريق الفم، يجب على الصيدلي أن يشير إلى أن رائحة وطعم السبيرولينا قد يكون مفاجئاً لغير المبتدئين. في هذه الحالة، وللحد من أي إزعاج ناتج عن الطعم أو الرائحة، قد ينصح الصيدلي بتناول مشروب لجعل السبيرولينا أسهل في البلع.

سيؤدي تناول مشروب غني بفيتامين C إلى تحسين امتصاص الحديد الموجود في السبيرولينا. يجب تجنب الشاي والقهوة لأنهما يحدان من امتصاص الحديد بسبب وجود العفص. من ناحية أخرى، إذا كان المريض يفضل تناوله عن طريق إضافته إلى أطباق معينة، فيجب على الصيدلي أن يشير إلى أنه لا يمكن طهي السبيرولينا لأن ذلك قد يغير مكوناته. لذلك يمكن للمرضى رش السبيرولينا على أنواع مختلفة من الأطباق في نهاية التحضير، بعد الطهي إذا لزم الأمر، أو يفضل دمجها في الأطباق الباردة.

الشكل : صورة فوتوغرافية لرقائق سبيرولينا من مزرعة سبيرولينا في فوج (رانكور، 88)

1-2المسحوق :

مسحوق سبيرولينا هو عبارة عن رقائق سبيرولينا التي تم اختزالها . يمكن استخدامه بنفس طريقة استخدام شكل الرقائق: إما مباشرة عن طريق الفم أو رشه على أطباق الطهي المختلفة. العيب هو نفسه بالنسبة لشكل الرقائق: يمكن أن تكون الرائحة كريهة. بالنسبة لهذا الشكل، كما هو الحال بالنسبة لشكل الرقائق، سيكون من الضروري وزن السبيرولينا أو، في حالة عدم القيام بذلك، استخدام مقاييس ملعقة صغيرة (ملعقة تساوي خمسة جرامات) أو ملعقة كبيرة (ملعقة تساوي عشرة جرامات). لا يذوب مسحوق سبيرولينا جيداً في الماء ويمكن أن يلتصق بالأسنان والحنك ولذلك لا ينصح باستخدامه مذاباً في الماء.

الشكل14: مسحوق سبيرولينا (ويكيبيديا)

1-3الكبسولات:

تحتوي كبسولات سبيرولينا على مسحوق سبيرولينا. إن استخدام الكبسولة يزيل أي طعم غير محبب، ولكن لسوء الحظ يمكن أن يؤدي إلى تكلفة أعلى من المسحوق أو الرقائق. يمكن أن تكون الكبسولات من أصل نباتي أو حيواني. الكبسولات التي تحتوي على مذيبات كيميائية أو المواد الكيماوية تصبح منتجاً معالجاً.

الشكل15: كبسولات سبيرولينا
site web (www.sport-equipement.fr)

1-4الأقراص:

أقراص سبيرولينا هي أكثر أشكال السبيرولينا استهلاكًا على نطاق واسع، وتندرج ضمن فئة المكملات الغذائية . لذلك يجب أن تتم الموافقة على تسويقها من قبل المديرية العامة للرقابة على الأغذية والمشروبات (DGCCRF) واتباع قواعد محددة.
قد يكون أغلى قليلاً من أشكال الرقائق والمسحوق، ولكنه يتميز بعدم وجود طعم أو رائحة كريهة. ومع ذلك، تتسبب العمليات الإضافية مثل الطحن أو السحق أو الضغط في فقدان جودته من خلال التعرض المفرط للأكسجين والضوء. علاوة على ذلك، يمكن إضافة عوامل إضافية مثل المواد المضافة أو المثبتات، مما يؤثر على جودة المنتج.
تأتي أقراص سبيرولينا بجرعات متنوعة، لذلك من المهم الانتباه بشكل خاص عند صرف أقراص سبيرولينا حتى يتمكن الصيدلي من تعديل نصيحته. يجب أن يتأكد الصيدلي أيضًا من أن المريض يفهم الجرعة اليومية وبالتالي عدد الأقراص التي يجب تناولها، والتي قد تختلف من مجموعة سبيرولينا إلى أخرى. قد يكون من الصعب ابتلاع الأقراص أيضًا، اعتمادًا على الفئة المستهدفة: كبار السن والأطفال والمرضى الذين يعانون من مشاكل في البلع، إلخ. لذلك يجب على الصيدلي التحقق من أن الشكل الجاليني مناسب للمريض.

الشكل16 : سبيرولينا في شكل أقراص (ويكيبيديا)

كما أن سبيرولينا غنية بالصبغة الزرقاء الطبيعية الوحيدة التي يمكن استخدامها كعامل تلوين للأغذية ويُعتقد أن لها خصائص مضادة للأكسدة. كما يحتوي أيضاً على الكلوروفيل وكميات صغيرة من العديد من المعادن.ولهذا السبب غالباً ما يشار إليه باسم "الغذاء الخارق"(site web 67)

2- سبيرولينا في الحياة اليومية :

2-1 الأطفال :

مرحلة الطفولة هي فترة نمو جسدي حقيقي، ولكنها أيضًا فترة تعلم مكثف بجميع أنواعه. ولهذا السبب، يحتاج الأطفال إلى الحصول على جميع العناصر الغذائية الأساسية للاستفادة القصوى من هذه الفترة من حياتهم، لأن أي نقص فيها يمكن أن يكون له عواقب وخيمة على المستقبل.لا يوجد علاج سحري للحصول على الكمية والنوعية المناسبة من هذه العناصر، يحتاج الأطفال إلى تناول نظام غذائي غني ومتوازن. ومع ذلك، يعترف بعض الآباء اليوم بأنهم يجدون صعوبة في الالتزام بهذا النظام الغذائي. ومهما كان السبب: ضيق الوقت، أو الثقافة، أو الآباء الذين لا يستطيعون جعل أطفالهم يستمعون إليهم، أو حتى دون وعي ومع ذلك، تظل التغذية جانبًا أساسيًا من جوانب النمو البدني والفكري والحركي والاجتماعي للطفل.

إذا كان الصيدلي قادرًا على تحديد هذا النوع من الحالات، فيمكنه أن يوصي بتناول السبيرولينا للطفل، على سبيل المثال على شكل دورة علاجية لمدة ثلاثة أسابيع، بمعدل غرامين يوميًا، كل شهرين أو خلال فصل الشتاء، عندما يكون الجهاز المناعي للطفل تحت ضغط أكبر ويكون النظام الغذائي أقل غنى بالفيتامينات بشكل عام. وقبل كل شيء، يجب ألا يُنظر إلى هذه المكملات على أنها وسيلة للتراخي في النظام الغذائي، بحجة تناول "مكمل غذائي". في هذه الحالة، يكون للصيدلي دور استشاري رئيسي، حيث يقوم بإشراك كل من الطفل والوالدين في هذه العملية. بطريقة ما، من خلال يمكن أن يكون السبيرولينا بوابة لاتباع نظام غذائي أكثر صحة وتوازنًا. (le guehennecJ,2009)

2-2المراهقة :

ربما أكثر مما كانت عليه خلال مرحلة الطفولة أو على الأقل بشكل مختلف، تبين أن فترة المراهقة هي فترة من الاضطرابات الكبيرة، الجسدية والنفسية وهذا له انعكاسات على نمط الحياة بشكل عام وعلى النظام الغذائي بشكل خاص.

في كثير من الأحيان لا يتناول المراهقون وجبات الطعام، ويتناولون وجبات خفيفة في أي وقت من اليوم، وينجذبون بشكل خاص إلى الأطعمة التي تحتوي على نسبة عالية جدًا من الدهون ومنخفضة الكربوهيدرات، نظامهم الغذائي غير متوازن وهذا يحدث عند نقص الحديد أو الكالسيوم أو الفيتامينات ،

قد تظهر خلال فترة المراهقة فترة "التجربة". يمكن أن تلعب العديد من مصادر النقص الأخرى دورًا مثل الكحول أو التبغ أو تناول وسائل منع الحمل عن طريق الفم في سن مبكرة ومبكرة. كل هذه العوامل مجتمعة يمكن أن تؤدي إلى حالة نقص حقيقية لها عواقب على النوم أو التركيز أو الحفظ وبالتالي عواقب على الأسرة والمدرسة والحياة الاجتماعية.

وهنا أيضًا، يقع على عاتق الصيدلي واجب تقديم معلومات حول العواقب المحتملة لسوء النظام الغذائي، دون أن يشعر المراهق بالذنب. إذا أمكن إجراء حوار مع الوالدين، أو حتى مع المراهق نفسه، يمكن للصيدلي أن ينصح المراهق بتناول السبيرولينا بعد تذكيره بالتدابير الصحية والغذائية الواجب اتخاذها، وذلك لإشراك المراهق بشكل كامل وتشجيعه على إعادة التوازن إلى نظامه الغذائي. وبسبب تركيبته، تعتبر السبيرولينا مصدرًا جيدًا للبروتين والعناصر الأساسية لتعويض النقص المختلف الذي يلاحظ خلال فترة المراهقة. يمكن للمراهقين تناول بمعدل جرامين إلى ثلاثة جرامات يوميًا في دورات مدتها ثلاثة أسابيع عند الحاجة. ميزة أخرى للسبيرولينا للمراهقين هي فعاليتها ضد حب الشباب. يمر العديد من المراهقين بفترة من حب الشباب، والتي يمكن أن تكون مؤلمة للبعض بسبب التأثير الجسدي الذي يمكن أن تحدثه.ينتج حب الشباب عن عوامل مختلفة، مثل فرط إفرازات البشرة بسبب الاضطرابات الهرمونية في فترة المراهقة، ورد الفعل الالتهابي المرتبط ببكتيريا تسمى البروبيونيباكتيريوم العدية، وتكوين الآفات بسبب انسداد القناة الجرابية.

تمكن سبيرولينا الجسم من الدفاع عن نفسه ضد هذا التفاعل الالتهابي، وذلك بفضل احتوائها على مادة الفيكوسيانين بشكل خاص. يساعد النشاط المضاد للبكتيريا في الأعشاب البحرية على مكافحة أي التهابات جلدية ناجمة عن تكاثر البكتيريا، وبالتالي الحد من الآفات. تساعد العناصر الأخرى الموجودة في السبيرولينا، مثل فيتامين E والزنك والبيتا كاروتين، على تسهيل الشفاء .

عند التعامل مع المراهقين المعرضين لحب الشباب، يمكن للصيادلة أن يقترحوا تناول السبيرولينا عن طريق الفم كمكمل لنمط الحياة الصحي والعلاج الموضعي.بالنسبة لحب الشباب الخفيف إلى المعتدل، يمكن تناول السبيرولينا بجرعة ثلاثة جرامات يومياً، أما بالنسبة لحب الشباب الشديد الذي يعاني من آفات ملتهبة، فيمكن تناول المكمل الغذائي بجرعة تصل إلى خمسة جرامات يومياً.

ومع ذلك هناك نصيحة أخرى يمكن أن يقدمها الصيدلي وهي تركيبة كريم أو قناع "منزلي الصنع" يجمع، على سبيل المثال بين هلام الصبار ومسحوق سبيرولينا الذي يمكن استخدامه موضعيًا للحصول على مفعول مضاد للبكتيريا ومضاد للالتهابات.من المهم أيضًا إخبار المريض بأن حب الشباب سيتحسن بعد عدة أسابيع من العلاج، حتى لا يشعر المراهق بالإحباط. إذا لم يلاحظ أي آثار سلبية من تناول السبيرولينا، يمكن أن تستمر دورة العلاج لمدة تصل إلى ثلاثة أشهر لتحقيق نتائج مرضية ، إذا لم يتحسن حب الشباب على الرغم من تدابير النظافة المناسبة واستهلاك السبيرولينا، فسوف يُنصح الصيدلي بإحالة المراهق إلى طبيبه العام أو طبيب الأمراض الجلدية لتكييف العلاج.(simporeJ,et all2005)

2-3المرأة:

أ- الحمل:

الحمل هو فترة التغيرات الجسدية والنفسية الحقيقية. ومن أجل تلبية احتياجاته، سيأخذ الجنين الموارد التي يحتاجها من الأم، والتي قد تصبح غير كافية أو حتى مفقودة. ومع ذلك، لا ينصح بالإكثار من تناول اللحوم الحمراء أو اللحوم المطبوخة ،بل يُنصح باختيار البروتينات عالية الجودة التي تجمع بين البروتينات النباتية والحيوانية.

تُعد سبيرولينا مصدراً جيداً للبروتين، خاصةً إذا تم تناولها في نفس الوجبة، حيث أن أحماضها الأمينية مكملة وسهلة الاستيعاب من قبل الجسم.كما أن محتوى سبيرولينا العالي من البروتين يجعله مكملاً مثالياً للنساء الحوامل اللاتي يكون نظامهن الغذائي منخفضاً جداً في البروتين. يمكن تناول سبيرولينا بمعدل بضع جرامات يومياً، وهي كمية يجب تكييفها وفقاً للكمية اليومية التي يتم تناولها من الأطعمة البروتينية.

الدهون ضرورية طوال الحياة لكي يعمل الجسم بشكل صحيح خلال فترة الحمل، تزداد الحاجة إلى الدهون من الشهر الثالث فصاعدًا، حيث تساهم هذه الأحماض الدهنية في توفير الطاقة وتكوين الخلايا بشكل عام. وتنتقل الأحماض الدهنية من الأم إلى الجنين وتُمكّنه من النمو بشكل سليم، ولهذا السبب يمكن أن يكون نقص الأحماض الدهنية الأساسية أثناء الحمل سبباً حقيقياً للقلق بسبب احتمال حدوث اضطرابات في نمو الجهاز العصبي المركزي للجنين.

إن حمض ألفا لينولينيك (أوميغا 3) وحمض اللينوليك (أوميغا 6) هما الوحيدان القادران على عبور المشيمة إلى الجنين، وبما أنهما ضروريان يجب أن يوفرهما النظام الغذائي للأم. ويمكن العثور عليها في أنواع مختلفة من الزيوت النباتية أو الأسماك الزيتية. ويوجد حمض اللينوليك أيضاً في السبيرولينا التي تعتبر مصدراً ممتازاً لهذا العنصر. إذا تم استهلاك السبيرولينا، يجب توفير إمدادات كافية من أوميغا 3، حيث أنه يفتقر إلى هذا العنصر. لذلك من المهم الحفاظ على تناول كمية متوازنة من أوميغا 3 وأوميغا 6 (حوالي واحد لكل خمسة) من أجل جني جميع الفوائد.

ومع ذلك، قد يستمر فقر الدم في بداية الحمل في بعض الحالات (الحمل بتوأم، وسوء التغذية، والنباتية، والجراحة التحويلية، وما إلى ذلك) لذلك، تنصح المرأة الحامل بتناول مجموعة متنوعة من الأطعمة الغنية بالحديد، بالإضافة إلى الأطعمة الغنية بالزنك وفيتامين E إن أمكن. ويمكن أن يصبح نقص الحديد لدى النساء الحوامل مشكلة بسرعة، مما يزيد من خطر الخداج وانخفاض نمو الجنين.

أما بالنسبة للفيتامينات، فإن الحاجة إلى الفيتامينات B1 وB6 وB12 تزداد قليلاً أثناء الحمل. في الوقت الحالي، يبدو أن النظام الغذائي المتنوع والمتوازن يلبي احتياجات النساء الحوامل. ومع ذلك، بالنسبة للنساء اللاتي يتبعن نظامًا غذائيًا نباتيًا، تعد السبيرولينا مصدرًا مهمًا لتزويد فيتامينات المجموعة ب وخاصة فيتامين ب 12 الذي يكون أحيانًا غير كافٍ في هذا النوع من النظام الغذائي. في الواقع، يمكن أن يؤدي نقص فيتامين ب 12 إلى الإجهاض المتكرر أو فقر الدم الضخم الأرومات.ومن ثم، حتى لو كان النظام الغذائي بشكل عام يتيح تلبية الاحتياجات المطلوبة من المغنيسيوم والزنك أثناء الحمل، فقد يحدث أن بعض النساء يعانين من نقص بسيط في هذه العناصر. قد يكون للمغنيسيوم تأثير مفيد على الوقاية من تسمم الحمل والتشنجات ومتلازمة موت الرضع المفاجئ ولكن المكملات الغذائية لا يبدو لها ما يبررها في الوقت الحاضر. يمكن أن يكون نقص الزنك عرضة لخطر تضخم الجنين والولادة المبكرة، ويمكن العثور عليها بسهولة أكبر عند النساء اللاتي يدخن أو يشربن الكحول أو يتبعن نظامًا غذائيًا مقيدًا. قد يوصى باستخدام مكملات الزنك مع مكملات حمض الفوليك والحديد. وفي هذه الحالة، فإن السبيرولينا التي تحتوي على هذه العناصر الثلاثة، مثيرة للاهتمام لتكملة تناول الطعام ضمن إطار مبرر. فيتامين د يمكن أن يسبب نقص فيتامين د كسورًا عفوية عند النساء الحوامل ويؤدي إلى اضطرابات عقلية وتشوهات في العظام لدى الطفل. يجب على الصيادلة تقديم النصائح السليمة فيما يتعلق باستهلاك النساء الحوامل للسبيرولينا. وهو فيتامين يعزز امتصاص الكالسيوم من الطعام وبالتالي يشارك في تكوين عظام الطفل.سيكون من المطمئن معرفة مصدر إنتاج الطحالب، مدعوماً بتحليل ميكروبيولوجي. **(le guehennecJ,2009)**

ب- متلازمة ما قبل الحيض :

يبدو أن 70٪ من النساء في سن الإنجاب يعانين من عدد من الأعراض المزعجة كل شهر قبل ظهور الدورة الشهرية، بما في ذلك الصداع وآلام المعدة أو الثدي، والتعب، واحتباس الماء والتهيج. وهذا ما يُعرف باسم متلازمة ما قبل الحيض، ويرجع ذلك أساساً إلى نقص المعادن والفيتامينات التي لها تأثير سلبي على التوازن الهرموني.وفقًا لبعض الدراسات العلمية، فإن فيتامين أ يمكن أن يقلل من أعراض متلازمة ما قبل الحيض. ومع ذلك، من المهم توخي الحذر في حالة تناول المكملات الغذائية، حيث يمكن أن يصبح فيتامين (أ) ساماً إذا تم تجاوز عتبة تحمل معينة. من ناحية أخرى، يبدو أنّ فيتامين B6 يلعب دوراً هاماً في التوازن الهرموني، ممّا يُساعد على تخفيف الألم وتقليل التعب الذي يُعاني منه النساء في هذا الوقت بالذات من الدورة الشهرية. والأكثر من ذلك، غالباً ما تعاني النساء اللاتي يتناولن وسائل منع

الحمل الهرمونية من نقص في فيتامين B6 وفيتامين B9، مما يساهم في ظهور كل هذه الأعراض يبدو أن فيتامين E يساعد أيضاً في الحد من آثار هذه المتلازمة.

وقد أظهرت دراسات أخرى أن تناول كمية غنية بالكالسيوم يساعد على تقليل أعراض متلازمة ما قبل الحيض بمقدار النصف تقريبًا وأن تناول كمية غنية بالمغنيسيوم من شأنه أن يؤدي إلى تقليل احتباس الماء بحوالي 40٪، بينما يؤثر على الحالة المزاجية. كما يلعب البوتاسيوم دورًا في تقليل الوذمة الناتجة عن احتباس الماء.

لذلك، في كثير من الأحيان، يمكن أن يوصي الصيادلة بتناول السبيرولينا للنساء اللاتي يعانين من نقص الحديد، وخاصة النساء اللاتي يعانين من الدورة الشهرية الغزيرة وبالتالي فقدان الحديد بشكل أكبر. وعندما تتحسن الأعراض، يمكن للمريض التحول إلى دورة علاجية كل شهرين، وهكذا مع تحسن الأعراض. إذا جاءت المريضة إلى الصيدلية للحصول على المشورة بشأن متلازمة ما قبل الحيض، بعد ظهور أعراض تعطل حياتها اليومية، يمكن للصيدلي أن يوصي بتناول سبيرولينا بجرعة تتراوح من ثلاثة إلى أربعة جرامات يوميًا، كدورة علاجية لمدة ثلاثة أسابيع كل شهر..(le guehennecJ,2009)

ت- انقطاع الطمث :

يمثل انقطاع الطمث اضطرابًا حقيقيًا في حياة المرأة جسديًا ونفسيًا على حد سواء، حيث يتوافق مع مرورها بمرحلة يتوقف فيها المبيضان ويختفي الحيض. وفي الطريق إلى سن اليأس، هناك عدد من التقلبات الهرمونية التي تختلف آثارها من امرأة لأخرى، بما في ذلك الهبّات الساخنة والتعرق الليلي والتعب وآلام المفاصل وزيادة الوزن وحتى الاكتئاب الكامن. وبمجرد أن يبدأ انقطاع الطمث بشكل نهائي، يتوقف إفراز الهرمونات وتختفي هذه الأعراض.بعد هذا التغير الهرموني، تكون النساء أكثر عرضة لخطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية وهشاشة العظام وأمراض القلب.تخضع لتغيرات جسدية أكثر حميدة مثل جفاف الجلد والأغشية المخاطية. لذلك يبدو أن سبيرولينا خياراً يوصى به للوقاية من الاضطرابات، وخاصة اضطرابات القلب والعظام .(**le guehennecJ,2009**)

2-4الجماليات :

من الواضح أن هذا الجانب ليس حكراً على النساء، ولكن غالباً ما يُنظر إلى الجماليات على أنها مهمة في نظرهن. من منا لم يحلم بالحصول على بشرة وشعر وأظافر خالية من العيوب؟أظافر في حالة مثالية؟ لا يوجد علاج سحري لهذا الأمر، ولكن أولاً وقبل كل شيء، من الضروري اتباع أسلوب حياة صحي. إن اتباع نظام غذائي متوازن وتناول كمية كافية من الماء وممارسة الرياضة والحالة الذهنية الجيدة كلها عوامل أساسية في نمط الحياة هذا. يحدث أحيانًا أنه عندما تتغير الفصول، أو خلال الفترات المتعبة أو المجهدة,في بعض الأحيان، مع تغير الفصول أو فترات التعب أو الإجهاد، أو حتى عند تناول الأدوية، لا يعود نمط الحياة الصحي هذا كافياً للجسم، وقد يؤثر ذلك على حالة البشرة والشعر. قد يأتي بعض المرضى إلى الصيدلية لطلب المشورة بشأن العلاجات المناسبة لمساعدتهم على استعادة بشرة وشعر جميلين وصحيين. يمكن للصيدلي عندئذٍ أن يوصي الصيدلي بالسبيرولينا، وهو أحد العناصر التي يمكن اعتمادها لمساعدة الجسم الضعيف أحياناً، ويمكن استخدامه في علاجات التجميل.يمكن تناول السبيرولينا عن طريق الفم، أي "داخلياً"، بحيث يمكن الاستفادة من جميع العناصر الغذائية والعناصر النادرة التي تحتويها والتي تفيد مظهر البشرة وملحقاتها، خاصةً بفضل خصائصها المضادة للأكسدة. الزنك والسيلينيوم هما مكونان لهما تأثيرات مضادة للأكسدة ومنقية، وذلك بالاشتراك مع أصباغ مختلفة (الكلوروفيل وبيتا كاروتين أو فيكوسيانين) وفيتامين E. يساهم فيتامين آخر موجود في السبيرولينا وهو فيتامين B5 في مقاومة الجلد والأغشية المخاطية. ومن المعروف أن الأحماض الدهنية مثل حمض جاما لينولينيك تجعل البشرة مرنة ونضرة.(**le guehennecJ,2009**)

إن تناول جرامين من السبيرولينا في دورة علاجية تستمر حوالي ثلاثة أسابيع خلال الفترات الصعبة، يمكّن الجسم من الاستفادة الكاملة من مكوناته وخصائصها وتعويض نقص الكائن الحي الضعيف.

نصيحة أخرى للحفاظ على جمال البشرة هي استخدام السبيرولينا خارجيًا عن طريق صنع قناع يوضع على الوجه. يمكن لهذا القناع أن يجمع بين زيت نباتي مثل زيت الأركان (أو زيت الورد أو زيت زهرة الربيع المسائية، على سبيل المثال) مع مسحوق السبيرولينا. يعتمد نوع الزيت النباتي الذي تختاره على نوع العقار الذي تبحث عنه (شفاء، تغذية، تنعيم، إلخ). تتيح لك سبيرولينا توصيل مضادات الأكسدة اللازمة للبشرة مباشرة إلى الجلد للحصول على بشرة جميلة.

2-5الرياضة :

سبيرولينا هو أحد العناصر التي يعرفها الرياضيون بأنها تساعدهم على تحقيق أدائهم البدني دون الحاجة إلى جميع أنواع المنشطات أو المنتجات البنائية.أثناء المجهود البدني، يميل مخزون الجليكوجين إلى الاستنزاف، ولهذا السبب فإن تناول الكربوهيدرات ضروري لتعويض هذا الفقدان. في حين أن تناول السكريات السريعة التقليدية، على الرغم من أنها توفر دفعة مؤقتة من الطاقة، إلا أنها ستؤدي أيضًا إلى نقص سكر الدم التفاعلي، بسبب الإفراط في إفراز الأنسولين مما يؤدي إلى ألم في العضلات بسبب تحمض الأنسجة. تُعد سبيرولينا طريقة مثيرة للاهتمام لتجديد مخزون الجليكوجين لدى الرياضيين، حيث تحتوي على الكربوهيدرات التي يمتصها الجسم بشكل جيد ولا تؤدي إلى إفراز الأنسولين بشكل مفرط، وبالتالي تمنع هذا الانخفاض في مستويات السكر في الدم وما ينتج عنه من آلام عضلية. **(le guehennecJ,2009)**

بالإضافة إلى ذلك فإن بعض الأحماض الدهنية، مثل حمض جاما لينولينيك، تساهم في تحسين الدورة الدموية وتعزيز الأنشطة الرياضية من خلال تحسين أنشطة الأنسجة. يتم تخزين الدهون في الجسم على شكل دهون ثلاثية. تعتبر السبيرولينا مصدرًا جيدًا جدًا للأحماض الدهنية الأساسية وبالتالي يمكنها المشاركة في تجديد مخازن هذه الدهون. يؤدي النشاط البدني إلى زيادة الاحتياجات من الحديد بمقدار أربعة إلى خمسة أضعاف عن المعدل الطبيعي. لذلك فإن سبيرولينا مصدر جيد للحديد للحد من نقص الحديد وبالتالي ظهور حالات قد تكون مزعجة للرياضيين، مثل التهاب الأوتار أو الشد العضلي المنتظم أو التقلصات أو التعب البدني البسيط.

بشكل عام، تعتبر السبيرولينا مصدرًا جيدًا للعناصر النزرة والمعادن الأساسية للرياضيين. غنية بالأحماض الأمينية الأساسية، تحتوي سبيرولينا على "BCAAs" أو الأحماض الأمينية "ذات السلسلة المتفرعة": الليوسين والأيسولوسين والفالين. وأظهرت النتائج أنه بالمقارنة مع مجموعة الدواء الوهمي، شهدت مجموعة مكملات الأحماض الأمينية زيادة في معدل التعافي، وإدراكًا أكبر لقوة العضلات، وزيادة معدل التعافي، وانخفاضًا في إدراك الألم حتى 24 ساعة بعد التمرين. وتدعم دراسة أخرى، أجريت هذه المرة على كبار السن، هذه النتيجة، حيث أظهرت تحسنًا واضحًا في الأداء العضلي والقوة والتوازن في المجموعة المدعمة بالأحماض الأمينية المتشعبة(BCAA).

بالنسبة للرياضيين ، يمكن للصيدلي أن ينصح باستهلاك السبيرولينا إما كمكمل غذائي قبل التمرين لتوفير الطاقة وتحسين القدرة على التحمل، أو أثناء التمرين للحد من تدمير الألياف العضلية والآلام المصاحبة له، أو حتى بعد التمرين لتشجيع التعافي البدني. والأكثر من ذلك، بعد المجهود البدني، تميل إلى الشعور بالجوع لذلك يمكن للصيدلاني أن ينصح بتناول السبيرولينا لتوفير تأثير معزز للشبع بعد التمرين مع تناول سعرات حرارية محدودة، لجميع الرياضيين الذين يحتاجون إلى الحفاظ على وزنهم .

2-6كبار السن:

كما هو الحال بالنسبة للنساء الحوامل، تميل متطلبات المغذيات الدقيقة إلى التغير مع تقدم الشخص في العمر من الناحية الفسيولوجية مع التقدم في العمر، يمكن أن تحدث مشاكل في الشهية خاصةً انخفاض الإحساس بالجوع والعطش وتراجع حاسة التذوق والشم. وهذا يمكن أن يؤدي إلى ساركوبينيا، مما يزيد من خطر السقوط ويقلل من احتياطي البروتين. كل هذه العوامل يمكن أن تؤدي إلى نقص التغذية، والذي يمكن أن يكون قاتلاً إذا لم يتم علاجه. في هذه المرحلة يكون للصيدلي الذي يقوم بالصرف دور محدد

يلعبه في تحديد الفئات السكانية المعرضة للخطر واكتشاف حالة نقص التغذية المحتملة، والتي يكون العلاج ضروريًا لها بعد ذلك. والهدف أولاً وقبل كل شيء هو تقديم المشورة الغذائية لتشجيع تناول الغذاء المنتظم والمتنوع الذي يلبي احتياجات الفرد. إذا لم يكن ذلك كافيًا، وقبل الانتقال إلى المكملات الغذائية الفموية التي توجد مؤشرات دقيقة بشأنها، يمكن للصيدلي أن يقترح تناول المكملات الغذائية، وخاصةً السبيرولينا التي، بسبب تركيبتها الطبيعية قادرة على تلبية بعض الاحتياجات الخاصة بالشيخوخة.

تكون احتياجات الطاقة أعلى لدى كبار السن، الأمر نفسه ينطبق على احتياجات البروتين والتي يمكن أن يكون الإجهاد أو قلة الشهية للحوم أو انخفاض الأجزاء مسؤولاً عن نقص تناول البروتين. فإن الأنظمة الغذائية منخفضة الكوليسترول بالنسبة لأولئك الذين تزيد أعمارهم عن 70 عامًا تكون عديمة الفائدة نظرًا لأن نقص كوليستيرول الدم يعد علامة على سوء التشخيص. لذلك يُنصح باستهلاك الأحماض الدهنية بحكمة، مع إعطاء الأولوية للأحماض الدهنية غير المشبعة والأحماض الدهنية الأساسية. إن سبيرولينا بتركيبتها من الحديد والفيتامينات والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض الدهنية مناسبة تماماً للتدبير الغذائي لكبار السن، قد يعاني الشخص المسن عدد من الأمراض: لذلك يجب أن يكون الصيدلي على دراية بالعلاج الدوائي الحالي. لذلك يجب أن يكون الصيدلي على دراية بالأدوية التي يتم تناولها. يجب على المرضى الذين يتناولون علاجاً مضاداً لفيتامين K مناقشة استهلاك السبيرولينا مع طبيبهم العام قبل تناولها. يحتوي السبيرولينا على مادة الفيكوسيانين ذات النشاط المضاد للصفائح الدموية وفيتامين ك، يجب أيضاً على الأشخاص الذين يعانون من أمراض الكلى استشارة الطبيب قبل التحول إلى تناول مكملات سبيرولينا لأنها قد تشكل ضغطاً على الكلى بسبب احتوائها على نسبة عالية من البروتين.

2-7الحيوانات :

تُعرف سبيرولينا في عالم الرياضة بقدرتها على تحسين الأداء البدني لبعض الأفراد. وبنفس الآلية المتبعة في البشر، يُقال أن سبيرولينا مفيد لخيول السباق، حيث يحسن من تعافيها بعد التمرين ويسرع من شفاء بعض الإصابات. في الواقع، كانت جامعة مدينة بالتعاون مع شركة Bioprex، من أوائل من ابتكروا مستحضرًا يعتمد على السبيرولينا لاستخدامه على خيول السباق لخصائصه العلاجية والمطهرة .

تعاني الخيول أيضًا مما يُعرف باسم "متلازمة التمثيل الغذائي للخيول" أو EMS، وهي حالة يمكن تشبيهها بمرض السكري من النوع الثاني لدى البشر. يمكن أن يؤدي هذا المرض الاستقلابي، الذي غالباً ما يوجد في المهور أو الخيول ذات الوزن الزائد، إلى التهاب الصفيح وهو ضار على المدى الطويل. في حالة الحصان الذي يعاني من هذا الاضطراب، فإن الحل هو الحد من تناول الكربوهيدرات القابلة للذوبان: العشب غني جدًا بهذه الكربوهيدرات، لذلك يجب تكييف النظام الغذائي مع الحيوان.**(Dupire J2016)**

اعتمادًا على زيادة وزن الحيوان ومرحلة المرض، يجب تجنب الأعلاف القائمة على الحبوب أو دبس السكر أو البنجر، ويجب إطعام الحصان التبن بشكل أساسي مع التحكم في الكمية اليومية . إلى فقدان الوزن بشكل كبير وتحسين حساسية الأنسولين. سلطت دراسة سريرية أجريت على الخيول التي تعاني من مرض السكري من النوع الثاني الضوء على الدور الإيجابي للسبيرولينا في علاج مرض السكري. ليس من غير المألوف أن يأتي الناس إلى المستوصف للحصول على المشورة بشأن حيواناتهم الأليفة، في حالة تشخيص الطبيب البيطري لحالة الحيوانات الأليفة ، قد يقترح الصيدلي في المستوصف تناول السبيرولينا لمساعدة الحيوان على إنقاص وزنه. اعتمادًا على احتياجات الحيوان ووزنه.

ومع ذلك، سيكون من الجيد مناقشة هذا الحل مع الطبيب البيطري حتى يتمكن من تقدير الجرعة المناسبة بناءً على معرفته بالحيوان. بشكل عام سبيرولينا هو منتج يمكن للصيادلة التوصية به لجميع الحيوانات الأليفة (الكلاب والقطط) التي في مرحلة النقاهة أو الهشة أو المسنة. نظرًا لتكوينه الطبيعي، يوفر السبيرولينا العناصر الأساسية اللازمة للحفاظ على حيوانك الأليف في حالة بدنية جيدة وبشرة صحية ومعطف حريري وجهاز مناعي عالي الأداء. يمكن التوصية به بجرعات قدرها خمسون ملليغراماً لكل

كيلوغرام من وزن الجسم، يومياً، في دورات من 10 إلى 21 يوماً. يمكن وضع سبيرولينا في الطعام المعتاد للحيوان، ولكن لا ينبغي تسخينه، لأن ذلك قد يؤدي إلى فقدان الجودة الغذائية لمكوناته. وثمة مشكلة أخرى تتمثل في التربية المكثفة للماشية مثل الماشية والدواجن والخنازير، الأمر الذي أدى إلى انتقادات واسعة النطاق لاستخدام منتجات مثل المضادات الحيوية والهرمونات. ومع التحكم في استخدام هذه الأخيرة الآن من قبل السلطات الصحية المختصة، يجب إيجاد حلول بديلة لتلبية الاحتياجات الحالية لتربية الماشية. يمكن أن تكون سبيرولينا استجابة لهذه الظاهرة، بفضل تأثيرها الطبيعي "عامل النمو"، بفضل خصائصها المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات والمضادة للميكروبات وحتى البريبايوتك ، وبالتالي الحد من استخدام الهرمونات أو المضادات الحيوية. وقد أظهرت الأبحاث العلمية أن استهلاك بعض حيوانات المزرعة للسبيرولينا يحسن من نموها وخصوبتها وخصائصها الجمالية والغذائية، مما يساعد على تلبية الاحتياجات الحالية من حيث الإنتاجية الحيوانية .

ملخص أنشطة سبيرولينا :

الطفل	استكمال المدخول الغذائي إذا تم تحديد حالة معينة
المراهق	مضاد لحب الشباب لملأ نقص الفيتامينات
فترة الحمل	تناول الفيتامينات التكميلية للنساء ذوات الوضع الخاص (نباتيات، مراهقات، إلخ.)
متلازمة ما قبل الحيض	تعويض نقص الفيتامينات والمعادن
انقطاع الدورة الشهرية	الوقاية من اضطرابات القلب والعظام
علم الجمال	الاستخدام الداخلي أو الخارجي يحافظ على مظهر البشرة وملحقاتها (الفيتامينات ومضادات الأكسدة)
الرياضي	يوفر البروتينات والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والمعادن يوفر الطاقة يحسّن القدرة على التحمل يحد من الألم العضلي تأثير ساتيوجيني
المسنين	الوقاية من نقص التغذية

الفصل الخامس

دراسات عن السبيرولينا

الفصل الخامس :دراسات عن سبيرولينا وتطبيقاتها

تمهيد :

سبيرولينا هو عنصر طبيعي نشط تم تحليله على نطاق واسع من قبل المجتمع العلمي منذ وصوله إلى الغرب في الستينيات. وقد ارتفع عدد الدراسات المكرسة له بشكل مطرد، ووصلت إلى ذروتها في عشرينيات القرن الماضي.في الوقت الحاضر، فإن الببليوغرافيا الرسمية حول سبيرولينا واسعة للغاية، وهناك بالفعل مصدر موثوق للأدلة على فوائده لمجموعة واسعة من الأمراض، سواء كانت هذه الفوائد تعزى مباشرة إلى المادة نفسها أو إلى عناصر معينة في تركيبته (أو ميغا 3 و 6، والفيكوسيانين، وبيتا كاروتين، وما إلى ذلك). وأخيراً، يجب أن تعلم أن الدراسات المستهدفة على حالات معينة مثل داء السكري وأمراض القلب والأوعية الدموية والتهاب المفاصل والربو وما إلى ذلك يجب أن توفر في المستقبل معلومات عن فعالية سبيرولينا كمكمل للعلاجات الطبية الأخرى أو كعلاج مستقل.)

1-سوء التغذية :

يمكن أن يشمل سوء التغذية حالتين "متطرفتين" من حالات سوء التغذية: زيادة الوزن ونقص التغذية. ويشمل نقص التغذية توقف النمو أو نقص الوزن أو نقص المغذيات الدقيقة ، بينما يشمل الوزن الزائد السمنة والأمراض المرتبطة بالنظام الغذائي (أمراض القلب والسكتة الدماغية والسكري والسرطان وغيرها). ولسوء الحظ، عندما يصبح سوء التغذية مزمنًا، يمكن أن يسبب ضررًا لا يمكن علاجه لدى الأطفال ويكون له تأثير سلبي على صحة البالغين. ويؤثر سوء التغذية حالياً على أكثر من 30 في المائة من سكان العالم وهو مسؤول عن حوالي 30 مليون حالة وفاة سنوياً.**(site web oms,2019)**

أ- نقص التغذية :

يمكن تفسير نقص التغذية ليس بنقص إنتاج الغذاء، بل بصعوبات في الحصول عليه: الأسعار المفروضة والفقر والحرب والسياسة والعولمة. وتدين منظمة "العمل ضد الجوع" (Action contre la faim) الإنسانية هذه الحقائق وتقدر أنه بدونها سيكون الإنتاج الزراعي العالمي الحالي كافياً لإطعام الكوكب بأسره . كما يمكن للعادات الثقافية أن تفسر بعض أوجه النقص الغذائي. فعلى سبيل المثال، تفيد العديد من المنظمات غير الحكومية بأن الأطفال الرضع في جمهورية أفريقيا الوسطى يتغذون حصريًا على المنيهوت بمجرد فطامهم. وعند إجراء مقابلات مع هؤلاء الأفارقة، تفيد هذه المنظمات غير الحكومية أن هذا الخيار الغذائي هو حقيقة ثقافية، على الرغم من توفر أغذية أخرى أكثر غنى وتنوعًا في المغذيات الدقيقة الأخرى. وفي المناطق التي ينتشر فيها سوء التغذية، لا سيما في الهند وأفريقيا، تدرس العديد من الجمعيات الإنسانية إدخال محاصيل محلية بسيطة وغير مكلفة للتخفيف من آفة سوء التغذية. وفي هذه المرحلة، برزت زراعة السبيرولينا كحل، نظرًا لجودة تركيبته وطريقة إنتاجه البسيطة وحاجته القليلة إلى الماء والمساحة (أقل بأربع مرات وعشرين مرة على التوالي من محصول الصويا للحصول على محصول بروتيني مكافئ) .**(Vidalo J,2014)**

لا يوجد نقص في الدراسات السريرية حول استخدام السبيرولينا لمكافحة نقص التغذية، لكن معظم هذه التجارب تعرضت للانتقاد لكونها صغيرة جدًا من حيث حجم العينة، أو لكونها "ضاعت للمتابعة"، أو لكونها قصيرة جدًا من حيث فترات التعرض، أو لصعوبة إكمالها بسبب المشاكل الجيوسياسية.

ولسوء الحظ، وكما أشارت منظمات غير حكومية مختلفة، فإن إجراء تجارب سريرية على عينات كبيرة من الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية مع متابعة طويلة الأمد يطرح مشاكل أخلاقية ومكلفة. ونظراً لنقص الموارد، لا تطبق هذه التجارب في كثير من الأحيان البروتوكولات المطلوبة للتحقق من

صحتها من قبل المجتمع العلمي، وتفشل عموماً في إكمالها ونشرها. وبدون المنشورات العلمية، يصبح من الصعب على السبيرولينا أن تحتل مكانة حقيقية في مكافحة نقص التغذية. والأكثر من ذلك، لا يبدو أن المجموعات الصيدلانية والغذائية الزراعية الكبرى التي لديها الموارد اللازمة لتمويل هذه الدراسات مهتمة بمنتج يستهدف الناس في البلدان النامية وبلدان العالم الثالث .وتركز الدراسات التي تم نشرها على مجموعات صغيرة من الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية والمكملات الغذائية التي تحتوي على السبيرولينا. وقد أجريت أحدث دراسة يعود تاريخها إلى عام 2016 في الكونغو وأظهرت تحسنًا واضحًا في الحالة التغذوية للأطفال الذين يعانون من سوء التغذية بعد تناول مكملات السبيرولينا . **(Vidalo J,2014)**

أظهرت دراسات أخرى أقدم، ولا سيما في جمهورية أفريقيا الوسطى، فعالية السبيرولينا في علاج أمراض مثل الماراسموس والكواشيوركور . وأثبتت دراسة أجريت في بوركينا فاسو أن السبيرولينا يمكن أن تصحح فقر الدم وفقدان الوزن، لا سيما لدى الأطفال المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية . وأخيرًا، نجحت دراسة هندية في إثبات فعالية السبيرولينا في الأطفال الذين يعانون من نقص مزمن في فيتامين أ، مع تحسن في أعراض "بقعة بيتوت" . وبصفة عامة، تميل معظم الدراسات التي أجريت على مكملات السبيرولينا لدى الأطفال الذين يعانون من نقص التغذية إلى إظهار أن هذه الطحالب يمكن أن تكون أملاً حقيقياً في مكافحة نقص التغذية. ومع ذلك، على الرغم من أن نقص التغذية يؤثر بشكل رئيسي على البلدان النامية وبلدان العالم الثالث، إلا أن البلدان المتقدمة ليست محصنة ضد نقص التغذية. وتتعرض فئات معينة من الأشخاص المحرومين من ذوي الموارد المالية المحدودة لخطر نقص التغذية، وبالتالي نقص التغذية الذي يمكن أن يؤدي إلى مجموعة متنوعة من الأمراض. **(Matondo FK,2005)**

وعلاوة على ذلك، تُظهر دراستان أجريتا في عامي 2005 و2012 (النظام الغذائي والحالة التغذوية لمتلقي المعونة الغذائية) أن الأشخاص الذين يتلقون المعونة الغذائية غالباً ما تكون حالتهم الغذائية ضارة، مع ظهور أمراض مثل ارتفاع ضغط الدم أو السمنة، بسبب عدم كفاية مدخولهم الغذائي الإجمالي أو عدم كفايته من حيث تركيبته الغذائية . بالنسبة لهذا النوع من السكان، يمكن النظر في تناول مكملات السبيرولينا من خلال الدقيق المدعم، على سبيل المثال، للحد من نقص التغذية وبالتالي تطور الأمراض ذات الصلة. فئة أخرى من السكان المعرضين لخطر نقص التغذية هم كبار السن، سواء كانوا يعيشون في المنزل أو في مؤسسة . في الواقع، غالباً ما تؤدي الشيخوخة الفسيولوجية للفرد إلى فقدان التذوق ومن ثم الشهية، على الرغم من أن المتطلبات الغذائية تبقى هي نفسها بالنسبة للبالغين. هذا الفقدان للشهية يجعل المسن أكثر هشاشة وأكثر عرضة للإصابة بالالتهابات، ويساهم في هزال العضلات ويؤدي إلى حلقة مفرغة يمكن أن تكون نتيجتها بالنسبة للشخص خطيرة أو حتى قاتلة.**(Vidalo J,2014)**

لهذا السبب يجب على الصيادلة الذين يقومون بالصرف أن يولوا اهتمامًا خاصًا لمرضاهم المسنين من خلال تقييم أي تغييرات في حالتهم السريرية بصريًا ثم سؤالهم عن نمط حياتهم، وبشكل أكثر تحديدًا عن نظامهم الغذائي، إذا كان هناك اشتباه في سوء التغذية، فقد يكون من المفيد إبلاغ الطبيب العام للمريض والتفكير في تناول المكملات الغذائية إذا لم تكن القواعد الغذائية كافية. يمكن أن يكون سبيرولينا بديلاً ممتازاً لكبار السن الذين يعانون من نقص شديد في الشهية. قبل تناول أي مكملات غذائية، من المهم التحقق من توافق الطحالب مع الأمراض الموجودة والعلاجات الطبية الحالية. المكملات ليست مسألة تافهة: يجب أن يكون لها ما يبررها ويجب ألا تسبب أي آثار غير مرغوب فيها أو مشاكل في التحمل لدى السكان الهشّين بالفعل.**(Seshadri CV,1993) (Simpore J,2005)**

ب- زيادة الوزن :

منذ عدة سنوات حتى الآن، هناك زيادة حقيقية في حالات زيادة الوزن وحتى السمنة، عملياً في جميع أنحاء العالم. ومن الأرقام المعبرة تلك التي تم الكشف عنها في الولايات المتحدة الأمريكية: ثلثا السكان يعانون من زيادة الوزن، وثلثهم يعانون من السمنة. حتى أن منظمة الصحة العالمية تشير إلى هذا الأمر

على أنه وباء عالمي، وتطلق عليه اسم "السمنة". وتنتج السمنة عن تناول طاقة زائدة عن حاجة الفرد: يتم تخزين هذه الكمية الزائدة في شكل دهون ثلاثية في الأنسجة الدهنية، وهي المسؤولة عن زيادة الدهون في الجسم. تم طرح فرضيتين رئيسيتين لتفسير الانتشار المذهل للسمنة في جميع أنحاء العالم. الأولى هي أن الأشخاص الذين يعانون من السمنة المفرطة لديهم استقلاب غير طبيعي لهرمون اللبتين. هرمون اللبتين هو هرمون شهي يتحكم في الإحساس بالشبع. وفي الواقع، يمتلك مركز الوطاء في الواقع مستوى محدد يتحكم في توازن الطاقة في الجسم بالكامل، ويستدعي هرمون اللبتين بمجرد تجاوز هذا المستوى. في الأشخاص الذين يعانون من السمنة المفرطة، يمكن أن تكون مستقبلات اللبتين المحددة معيبة، مما يؤدي إلى نقطة ضبط متحيزة وبالتالي خداع ظاهرة الشبع .

أما الفرضية الثانية، والتي ربما تأكدت على الأرجح، فهي الظهور المذهل لـ "الوجبات السريعة" في البلدان المتقدمة، والتي تنتشر حتى في البلدان النامية. لسوء الحظ، لا يمكن القول بأن هناك علاجاً سحرياً لإنقاص الوزن، سواء بالأدوية أو باستخدام النباتات أو الطحالب المختلفة. يتطلب فقدان الوزن مزيجًا من العوامل: نظام غذائي متوازن، ونشاط بدني منتظم ومناسب، وبيئة نفسية وعاطفية مواتية، وما إلى ذلك. **(Sherwood L,2015)**

ومع ذلك، فإن استخدام المكملات الغذائية يمكن أن يساعد في إعادة التوازن إلى عادات نمط الحياة من أجل تشجيع الجهود التي يبذلها الشخص الراغب في إنقاص وزنه. يجب أن ينبع نهج إنقاص الوزن من المريض وأن يكون شخصيًا قبل كل شيء، بحيث يتم تعظيم الدافع وتسهيل عملية التخسيس. المكملات الغذائية مثل السبيرولينا ليست موجودة لتحل محل النظام الغذائي أو لتعويض أي "زلات" خلال فترة إعادة التوازن. فهي موجودة لتكملة العناصر الغذائية وعناصر الطاقة التي يحتاجها الجسم ليعمل على النحو الأمثل. يبدو أن للسبيرولينا تأثيراً "معززاً للشبع" بفضل مكوناتها ذاتها: فهي غنية بالسكريات والأحماض الأمينية المختلفة (لا سيما الفينيل ألانين والتريبتوفان والتيروزين)، والتي تلعب جميعها دوراً في إشارة الشبع المرسلة إلى الدماغ . تعد سبيرولينا أيضًا مصدرًا ممتازًا للكروم، وهو عنصر أساسي في الأداء السليم لعملية التمثيل الغذائي للسكر والدهون. في الواقع، يبدو أن الكروم يعمل كمعدّل للشهية من خلال العمل على الجهاز الودي: فهو يزيد من امتصاص السكريات عن طريق جعل مركز الوطاء أقل حساسية للإحساس بالجوع. كما أن وجوده ضروري أيضًا لكي يكون الأنسولين نشطًا: فهو ينظم مستوى إفرازه ويحد من مستويات السكر في الدم. ويمنع ذلك التقلبات المفرطة في الشهية بين مختلف أنواع الطعام التي يتم تناولها خلال اليوم، وبالتالي أي رغبة شديدة غير مبررة في تناول الطعام . تتضمن حمية التخسيس أيضاً تحويل ما يعرف بـ "الدهون" إلى عضلات. الليوسين هو حمض أميني يساعد على حرق كتلة الدهون واستبدالها بكتلة عضلية من خلال تحفيز عملية التمثيل الغذائي، خاصة في منطقة البطن. الليوسين هو أحد الأحماض الأمينية العديدة الموجودة في السبيرولينا. كما أن سبيرولينا غنية جداً بالبروتين، مما يوفر مساهمة بروتينية مهمة في الشعور بالشبع ويساعد على تقليل السعرات الحرارية التي يتم تناولها مع تجنب ظهور نقص في السعرات الحرارية بفضل محتواه الغذائي الغني. قد يكون للصيادلة دور يلعبونه في التعامل مع المرضى الذين يرغبون في إنقاص وزنهم دون وصفة طبية. وبمجرد استيفاء جميع الشروط، مثل نمط الحياة الصحي والنظام الغذائي المتوازن والنظرة النفسية المواتية، يمكن للصيدلي أن يقترح تناول المكملات الغذائية مثل السبيرولينا إلى جانب جميع التدابير الأخرى المذكورة أعلاه. ومع ذلك، يجب على الصيدلي أن يكون واضحًا وصادقًا مع المريض ويجب ألا يوحي بأن السبيرولينا علاج معجزة، بل مجرد وسيلة مساعدة إضافية لإنقاص الوزن بنجاح. وللحصول على تأثير معزز للشبع، قد يوصي الصيدلي بتناول ثلاثة غرامات من السبيرولينا مع كوب كبير من الماء قبل الوجبات بحوالي ثلاثين دقيقة **.(Vidalo J,2009)(Dupont DP,2014)**

2-الجهاز المناعي :

بشكل عام، يُمكّن الجهاز المناعي الجسم من الدفاع عن نفسه ضد العدوان الخارجي ومقاومة الأمراض المعدية المختلفة. للقيام بذلك، يجب أن يكون قادرًا على التمييز بين ما يسمى بالمكونات

"الذاتية" ومسببات الأمراض المحتملة التي تنتمي إلى "غير الذات". ومع ذلك، يمكن أن يحدث أن يتم تغيير ما يسمى بالمكونات "الذاتية" لأسباب مختلفة ويجب بعد ذلك القضاء عليها من قبل الجهاز المناعي . قد يصبح الجهاز المناعي مختلاً أو ضعيفاً مما يجعل الجسم أكثر عرضة للهجوم الخارجي. الإجهاد هو أحد العوامل التي يمكن أن تخل بتوازن الجهاز المناعي. وقد ثبت أن الإجهاد المزمن يساهم في إفراز هرمونات الجلوكوكورتيكويد والهيستامين وإنترفيرون جاما. وعلى المدى الطويل، تؤدي هذه المواد على المدى الطويل إلى إنهاك الجهاز المناعي وتكون مصدراً للحالات الالتهابية، والتي بدورها تكون ناقلات لأمراض مختلفة .

في تجربة سريرية، أُعطي سمك السلمون المرقط البحري مكملات سبيرولينا لمدة ثمانية أسابيع لتقييم استجابته للإصابة المتعمدة بمسببات الأمراض ببكتيريا فيبريو هارفيي وهي بكتيريا بحرية. كان معدل البقاء على قيد الحياة أعلى بكثير في مجموعة أسماك التي تم إعطاؤها مكملات سبيرولينا مقارنة بمجموعة أسماك التروتة التي لم يتم إعطاؤها سبيرولينا، مع ارتفاع مستويات خلايا الدم البيضاء. وبالتالي فإن مكملات السبيرولينا من شأنها أن تحفز الجهاز المناعي عن طريق زيادة إنتاج الغلوبولين المناعي، وبالتالي تحسين مقاومة العدوى.**(Yu W,2008)**

ويبدو أن هناك دراسة أخرى تؤكد هذه الفرضية. فقد أظهرت تجربة أجريت على أسماك مكملة بالسبيرولينا، مقارنة بمجموعة مراقبة غير مكملة، أن مكملات السبيرولينا تحفز المناعة، لا سيما من خلال أنشطة أكثر فعالية في قتل الجراثيم والبلعمة. كما تم حقن الأسماك عمدًا بسلالة خبيثة من بكتيريا الزائفة الفلورية وخلصت النتائج إلى أن المجموعة المكملة بالسبيرولينا وفرت حماية أكثر فعالية ضد العدوى .**(Le guehennec J,2009)**

ومع ذلك، حتى لو بدا أن للسبيرولينا خصائص مخلبية للمعادن الثقيلة، إلا أنه لا يزال من الممكن أن تتراكم هذه المعادن أثناء الإنتاج، خاصة إذا كانت البيئة التي تنمو فيها ملوثة للغاية. ولهذا السبب، من الضروري اختيار السبيرولينا من دوائر منظمة، حيث يخضع إنتاجها للتحكم الميكروبيولوجي وتحليل المعادن الثقيلة .**(Mahmoud MMA,2018)(Willem DJ-P,2014)(Guide P,2015),**

بعد هذه الأمثلة القليلة، يبدو أن السبيرولينا مقوٍّ مناعي حقيقي، حيث أنه يحفز مختلف الجهات الفاعلة في الجهاز المناعي. يحفز الفيكوسيانين النباتي الموجود في السبيرولينا كلاً من خلايا الدم البيضاء والحمراء الضرورية لعمل الجهاز المناعي بشكل صحيح.

وكإجراء وقائي، يمكن تناول غرامين إلى ثلاثة غرامات من السبيرولينا يوميًا للبالغين، أو غرام واحد للأطفال، لفترات مستهدفة لمدة ثلاثة أسابيع تقريبًا: التغيرات الموسمية التي تتعب الجسم، والفترات المجهدة (تغيير الوظيفة، والامتحانات، وما إلى ذلك). في حالات الإجهاد أو الإرهاق الشديد أو العدوى الفيروسية، يمكن زيادة كمية السبيرولينا التي يجب تناولها إلى خمسة جرامات في اليوم.

3-اضطرابات الجهاز الهضمي :

عملية الهضم هي عملية أساسية في الاستيعاب السليم للعناصر الغذائية وبالتالي في الأداء السليم للجسم. يبدأ الهضم في الفم، من خلال المضغ وعمل الغدد اللعابية. ثم ينتقل بعد ذلك إلى المعدة، حيث يتم تحريك بلعة الطعام قبل تفريغها في الاثني عشر. يتم تحويل كل ما كان طعاماً إلى مواد مغذية بمساعدة العصارات المعوية ويتم امتصاصه بواسطة الدم والأوعية اللمفاوية. تنتقل المواد التي لا يمكن هضمها إلى القولون، ويتم امتصاص الماء ويتم التخلص من الفضلات المتبقية عن طريق التغوط. ومع ذلك، يمكن أن تتم معالجة الطعام بشكل سيئ، مما يؤدي إلى التهاب وإجهاد الغدد الهضمية. ويصبح استيعاب الطعام أقل وأقل جودة، ويصبح الجهاز المعوي غير متوازن، وتصبح الجراثيم المعوية والكبد أكثر هشاشة...(4)

وتؤدي هذه السلسلة من الأحداث إلى تحفيز الحلقة المفرغة من سوء الهضم، والتي يمكن أن تؤدي إلى المرض. تلعب الجراثيم المعوية دوراً أساسياً في سلاسة عملية الهضم. فهي تُنهي عملية تكسير الطعام وتساعد على استيعابه. كما أنها تتخلص من السموم المختلفة وتحسن امتصاص بعض الفيتامينات. وهناك عنصر آخر ضروري أيضاً للهضم الجيد: الكبد. يُعرف الكبد بأنه لاعب رئيسي في عملية التمثيل الغذائي،

وهو يشارك أيضاً في عملية الهضم، لا سيما من خلال إنتاج الصفراء التي تساعد على هضم الدهون، كما أن له وظيفة تنقية الدم. يمكن أن تنشأ مشاكل الجهاز الهضمي نتيجة لمجموعة متنوعة من الأحداث. الأول هو اتباع نظام غذائي غير متوازن أو غير مناسب. يمكن أن يؤدي ذلك إلى نقص أو، على العكس من ذلك، إلى الإفراط في الاستهلاك، مما يمنع الجسم من التخلص من المواد السامة وبالتالي يكون له تأثير سلبي على الجهاز المعوي. السبب الآخر المعروف لمشاكل الجهاز الهضمي هو السبب النفسي: الإجهاد، والصراعات، والأخبار الصعبة ...**(Haddad PS,2005)**

عندما تبدأ هذه المشاكل في الظهور، من المهم التحقق من السبب المحتمل. وبغض النظر عن أي حالة مرضية تم تشخيصها بالفعل، يجدر سؤال المريض عن نمط حياته، وبشكل خاص عن نظامه الغذائي: ما هي أنواع الطعام التي يتناولها؟ ما هي أنواع الدهون والسكريات التي يتم تناولها وبأي كميات؟ يجب طرح مجموعة كاملة من الأسئلة حول نوعية وكمية الأطعمة المختارة وكيف يتم الجمع بينها وبين نمط الحياة الصحي: النشاط البدني والنوم والإيقاع البيولوجي وما إلى ذلك. إذا تم اكتشاف أي شذوذ في النظام الغذائي، يجب التفكير في إعادة التوازن أو حتى برنامج تعليمي. قد يقرر المرضى الذين يعانون من مشاكل في الجهاز الهضمي البدء في هذا العمل من خلال استشارة أخصائي تغذية.

ومع ذلك، يمكن أن يكون الصيدلي القائم بالصرف هو نقطة الاتصال الأولى قبل استشارة أخصائي التغذية، لأنه أخصائي رعاية صحية أولية وله دور إرشاد المرضى في علاجهم. وعلى وجه الخصوص، يمكنه تقديم المشورة بشأن نمط الحياة الذي يجب اتباعه وتذكير المرضى ببعض القواعد الأساسية. يمكن للصيدلي أيضًا أن يعرض على المريض دعمه في هذه العملية، خاصةً عن طريق تناول السبيرولينا. يمكن أن تساعد السبيرولينا على استعادة التوازن الغذائي الصحي من خلال المساعدة على تصريف السموم من الجسم وتعزيز الجهاز المناعي واستعادة مستويات الفيتامينات والمعادن.أو عن طريق استعادة مستويات الفيتامينات والمعادن اللازمة لعملية الأيض في الجسم. يبدو أن سبيرولينا، التي تتشابه آليات عملها مع البروبيوتيك، تحفز عملية الهضم. يُعتقد أنها تعمل عن طريق تعديل نشاط الجهاز المعوي ، وتحفيز إنتاج المخاط الذي يعزز وظيفة الحاجز للغشاء المخاطي المعوي ولها تأثير مضاد للميكروبات عن طريق تثبيط التصاق وبالتالي غزو البكتيريا المسببة للأمراض لجدران الأمعاء. **(Mohammed A A,2017)** أظهرت إحدى الدراسات أن استهلاك السبيرولينا يزيد من كمية العصيات اللبنية الموجودة في الأمعاء ويحسن امتصاص الفيتامينات . والأكثر من ذلك، يبدو أن هذه العصيات اللبنية تحفز تأثيرًا مسكنًا في الأمعاء . يمكن لسبيرولينا التي تحفز إنتاج هذه العصيات اللبنية أن تكون أداة وقائية فعالة للمرضى الذين يعانون من صعوبة الهضم.**(Haddad PS,2005)**

ويبدو أن للسبيرولينا أيضاً تأثيراً مسكّناً كاملاً على الأمعاء، حيث أظهر فريق من العلماء اليابانيين أن الكلوروفيل الموجود في السبيرولينا له تأثير مسكن وشفائي على مجموعة من الأشخاص الذين يعانون من ونى المعدة والتهاب المعدة والقرحة . يمكن للصيادلة أن ينصحوا البالغين بتناول غرامين إلى ثلاثة غرامات من السبيرولينا يومياً لعلاج مشاكل الجهاز الهضمي الخفيفة. يمكن زيادة الجرعة إلى خمسة غرامات في اليوم للمشاكل الأكثر خطورة . ومع ذلك، قبل تناول أي مكملات غذائية، يوصى باستشارة طبية للتأكد من أن مشاكل الجهاز الهضمي ناتجة بالفعل عن مشكلة في السبيرولينا. بسبب مشكلة تتعلق بالنظام الغذائي أو الإجهاد وليس بسبب أمراض معوية التهابية أو علاجية المنشأ.أمراض التهابية أو مرضية المنشأ، على سبيل المثال **(Rousseaux C,2007)(Tokai Y,2018)(Szajewska H,).**

4-اضطرابات القلب والأوعية الدموية :

تعد أمراض القلب والأوعية الدموية أحد الأسباب الرئيسية للوفاة حالياً. الأسباب الرئيسية للوفاة: تُعزى حوالي 180,000 حالة وفاة سنويًا إلى اضطرابات القلب والأوعية الدموية. وقد تم وضع برنامج وطني للحد من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية بين عامي 2002 و2005 لتحسين تنظيم الرعاية وإدارة أمراض القلب والأوعية الدموية، وتحديد عوامل الخطر الرئيسية للحد من انتشار

اضطرابات القلب والأوعية الدموية. وقد تم بالفعل تحديد بعض عوامل الخطر هذه، مثل الوراثة، وقلة النشاط البدني، والجنس، والتدخين، والنظام الغذائي، والإجهاد. كما تلعب عوامل أخرى مثل الكوليسترول والسمنة وارتفاع ضغط الدم دوراً في الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. ترتبط اضطرابات القلب والأوعية الدموية بشكل منتظم بالكوليسترول، وللأسف غالبًا ما يكون ذلك بشكل خاطئ. وللأسف غالبًا ما يكون ذلك خطأ. الكوليسترول ضروري للحياة ويتم إمداد الجسم به إما خارجيًا عن طريق النظام الغذائي أو داخليًا عن طريق تخليقه في الكبد بشكل أساسي. هذا الكوليسترول هو في الواقع جزء من أغشية الخلايا لدينا ويعمل كمادة خام للجسم لتصنيع مكونات مختلفة. وهو مادة دهنية تتطلب ناقلات لنقلها إلى مجرى الدم. غالبًا ما يستخدم مصطلح الكوليسترول الجيد أو الضار في الأدبيات في الواقع، تعمل الناقلات المسماة LDL (البروتين الدهني منخفض الكثافة) بمثابة كوليسترول "سيء"، بينما ناقلات البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL) تتوافق مع الكوليسترول "الجيد". يجلب كوليسترول البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL) الكوليسترول إلى الخلايا التي تحتاج إليه، ولكن إذا ثبت أن الإمداد أكبر من اللازم للخلايا، فإنه يترك الفائض في الشرايين. وهنا يأتي دور كوليسترول البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL)، ليجمع الكوليسترول الذي يتركه البروتين الدهني منخفض الكثافة وينقله إلى الكبد، حيث تتم معالجته. ومع ذلك، قد تكون النسبة بين عدد ناقلات البروتين الدهني منخفض الكثافة وعدد ناقلات البروتين الدهني منخفض الكثافة لصالح البروتين الدهني منخفض الكثافة. يمكن أن يؤدي هذا التفاوت الكمي بين الناقلات إلى إمداد الخلايا التي لا تحتاج إلى الكوليسترول بكميات زائدة من الكوليسترول، وبالتالي إلى تراكم الكوليسترول في الشرايين، **(Cohen Z,1995)**حيث لا يوجد ما يكفي من البروتين الدهني عالي الكثافة لنقله إلى الكبد. ويترسب الكوليسترول على جدران الشرايين ويشكل مع مرور الوقت لويحات تصلب الشرايين المسؤولة عن احتشاء عضلة القلب على سبيل المثال.

يمكن أن يرجع الاختلاف في الكمية بين الحاملين إلى عوامل مختلفة مثل النظام الغذائي غير المناسب، ونمط الحياة الخامل، والإجهاد، والتلوث، وما إلى ذلك. أحد الحلول للحفاظ على توازن جيد بين البروتين الدهني منخفض الكثافة والبروتين الدهني عالي الكثافة هو تناول نظام غذائي متوازن غني بالأنزيمات والفيتامينات والمعادن ومضادات الأكسدة، واتباع نظام غذائي يتناسب مع الكمية الموصى بها من الدهون والسكريات. سيساعد هذا النظام الغذائي في الحفاظ على صحة جدران الأوعية الدموية وبالتالي يلعب دوراً في الوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية. سبيرولينا هي واحدة من الأطعمة التي تحتوي على كل من المركبات المذكورة أعلاه وبالتالي يمكن أن تلعب دوراً في الوقاية من اضطرابات القلب والأوعية الدموية. يقلل سبيرولينا من مستويات البروتين الدهني منخفض الكثافة ويزيد من مستويات البروتين الدهني عالي الكثافة. وقد تم إثبات خصائصه الخافضة للكوليسترول علميًا بالفعل: فيتامين B3 والأحماض الدهنية الأساسية (بما في ذلك حمض جاما لينولينيك) التي يحتوي عليها تنتج البروستاجلاندينات، والتي تشارك في تنظيم إنتاج الكوليسترول. من المعروف أن الأحماض الدهنية الأساسية تحمي من أمراض القلب والأوعية الدموية عن طريق زيادة ليونة أغشية الخلايا، وتقليل لزوجة الدم ومنع تكون الجلطات على جدران الأوعية الدموية. وبالإضافة إلى ذلك، قرر فريق علمي ياباني العمل على الأرانب البيضاء من خلال إنشاء مجموعتين: مجموعة من الأرانب التي تم تغذيتها بنظام غذائي غني بالطحالب (كلوريلا الشائع) والكوليسترول، ومجموعة أخرى لم يتم إطعامها بالطحالب. في المجموعة غير المكملة بالطحالب، ارتفعت مستويات الكوليسترول في الدم بشكل حاد ونشأت آفات تصلب الشريان الأبهر. أما في المجموعة التي تم تزويدها بالطحالب، لم تحدث هذه الزيادة في مستويات الكوليسترول في الدم وتم تثبيط معدل الآفات العصيدية بشكل ملحوظ. تعتبر الكلوريلا من الطحالب المشابهة للسبيرولينا، خاصة من حيث تركيب الأحماض الدهنية: سيكون من المثير للاهتمام إجراء دراسة سريرية أخرى أكثر شمولاً على السبيرولينا من أجل تأكيد آثارها الخافضة للكوليسترول والوقائية من الآفات العصيدية. وترتبط جودة غشاء الخلية أيضًا بكمية الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة التي يحتوي عليها. ونظراً للتركيبة الطبيعية للسبيرولينا، درس فريق صيني تأثير مكملات السبيرولينا على سيولة غشاء خلايا الدم الحمراء في مجموعات من الفئران. ووجدوا أن السبيرولينا يمكن أن يحسن سيولة

غشاء خلايا الدم الحمراء ودهون المصل والخلايا البطانية الوعائية. ومع ذلك، فإن استهلاك السبيرولينا كمكمل غذائي لا يعني إهمال النظام الغذائي الذي بدونه لن يكون للمكمل الغذائي أي فائدة: فالسبيرولينا جزء من نهج شامل يجمع بين نظام غذائي متوازن ونمط حياة متكيف. عندما يأتي المريض إلى الصيدلية وهناك عدد من عوامل الخطر لمشاكل القلب والأوعية الدموية، أو عندما تكون نسبة البروتين الدهني منخفض الكثافة إلى البروتين الدهني عالي الكثافة لصالح البروتين الدهني منخفض الكثافة، أو عندما تكون البيئة العائلية حساسة لهذا النوع من المشاكل، يمكن للصيدلي أن ينصح باستهلاك ما يصل إلى خمسة غرامات من السبيرولينا يومياً لمدة شهرين على الأقل، كعلاج مداومة أو دورة علاجية **(Le . guehennec J,2009)(Sano T,1987)(Huang J,2003)**

5-داء السكري :

هناك نوعان من داء السكري: داء السكري من النوع الأول وداء السكري من النوع الثاني، وهو الغالب. يُقال إن داء السكري من النوع الأول يعتمد على الأنسولين ويتميز بتدمير خلايا البنكرياس، مما يمنع المريض من تصنيع الأنسولين بشكل صحيح. في هذه الحالة، يتكون العلاج بشكل أساسي من الحفاظ على مستويات السكر الصحيحة في الدم من خلال حقن الأنسولين لتعويض قصور البنكرياس. يُثبت داء السكري من النوع الثاني أنه آفة عالمية، حيث تُقدّر منظمة الصحة العالمية أنه بحلول عام 2025، سيعاني 300 مليون شخص في جميع أنحاء العالم من هذا المرض. يتطور هذا النوع من داء السكري في وقت متأخر عن داء السكري من النوع الأول، لأنه يرجع إلى مقاومة الأنسولين وغالباً ما يرتبط بزيادة الوزن. عندما تبدأ مقاومة الأنسولين في الظهور، يضطر البنكرياس إلى إفراز المزيد والمزيد من الأنسولين. وبمرور الوقت، يميل إفراز الأنسولين إلى الانخفاض مع استنزاف البنكرياس، مما يؤدي إلى استمرار ارتفاع سكر الدم. وغالباً ما يكون داء السكري نتيجة عوامل وراثية وبيئية مرتبطة بالوزن الزائد، مما يشجع على مقاومة الأنسولين. يتم علاج داء السكري من النوع الثاني بالأدوية المضادة للسكري عن طريق الفم، بعد فشل التدابير الغذائية والنظافة البسيطة، مع حقن الأنسولين إذا لزم الأمر. وبالنظر إلى أنماط حياتنا الحالية، سواء من حيث النظام الغذائي، أو نمط الحياة الخامل، أو شيخوخة السكان، فإن منظمة الصحة العالمية ربما تكون محقة في توقعها بحدوث انفجار في عدد حالات الإصابة بمرض السكري من النوع الثاني خلال العقد القادم ولهذا السبب تم اختبار السبيرولينا في عدد من التجارب السريرية لاستخدامها في الوقاية من داء السكري أو كعامل مساعد في علاج مرضى السكري. تُعد السمنة أحد العوامل المؤهبة للإصابة بأمراض مثل داء السكري من النوع الثاني ومتلازمة الأيض وتصلب الشرايين.**(Seo Y-J,et all)(Simon JP,2018)**

أظهرت دراسة كورية أجريت عام 2018، باستخدام النماذج المختبرية والحية أن مستخلصات السبيرولينا لديها القدرة على تقليل مستويات البروتينات المشاركة في تكوين الشحوم وتكوين الدهون، مما يؤدي إلى انخفاض الترسبات الدهنية وتركيزات الدهون، وبالتالي الحد من السمنة وتطور أمراض مثل داء السكري من النوع الثاني. قرر فريق علمي آخر دراسة تأثير مكملات السبيرولينا على الفئران المصابة بالسكري. وبالمقارنة مع مجموعة ضابطة غير مدعمة بالسبيرولينا، اتضح أن المجموعة التي تناولت مستخلصات هذه الطحالب شهدت تحسنًا ملحوظًا في بعض المعايير مثل: مستويات السكر في الدم، وملف الدهون في الدم، وبعض العلامات الكلوية (اليوريا، والكرياتينين، وحمض اليوريك، وما إلى ذلك) وحالة الأكسدة. وبالإضافة إلى ذلك، أظهرت الفحوصات النسيجية للمجموعة التي تناولت مكملات سبيرولينا انخفاضًا في مدى تلف الأنسجة، خاصةً في الكبد والبنكرياس والكلى. لذلك يمكن أن يكون لسبيرولينا تأثيرات كبيرة مضادة للسكري ومضادة لفرط شحميات الدم. كما يبدو أن للسبيرولينا أيضاً ميزة في تحسين بعض بارامترات الدم (الهيموغلوبين، ومتوسط حجم الخلايا، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، وما إلى ذلك) في الفئران المصابة بالسكري. **(Lee J,2017)(Nasirian F,2017)**

بحثت دراسة كورية أخرى في تأثير السبيرولينا على خلايا البنكرياس لدى الفئران التي تعاني من داء السكري من النوع الأول. أظهرت النتائج أن السبيرولينا يمكن أن يحسن من بقاء خلايا بيتا البنكرياس هذه على قيد الحياة ويقلل من تدمير خلايا بيتا البنكرياس هذه، مع تقليل نسبة السكر في الدم وزيادة الأنسولين وتحسين معايير الكبد. لذلك يمكن أن تثبت سبيرولينا أنها أداة مهمة في إدارة مرض السكري من النوع الأول. من المعروف أن فرط سكر الدم المزمن في داء السكري يؤدي إلى الإفراط في إنتاج الجذور الحرة التي تساهم في تطور اعتلال الكلية السكري. وقد اختار فريق من الباحثين تحفيز مرض السكري لدى مجموعة من الفئران من أجل دراسة التأثير المحتمل للسبيرولينا على الفشل الكلوي والإجهاد التأكسدي لدى هذه الحيوانات. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن السبيرولينا تساعد على استعادة الأنسجة الكلوية الطبيعية وتقلل من كل من ارتفاع السكر في الدم والإجهاد التأكسدي الناجم عن مرض السكري. وبالتالي يمكن استخدام السبيرولينا للوقاية من مضاعفات مرض السكري.**(Gargouri M,2018)**

وبالمثل، يبدو أن للسبيرولينا تأثيرًا خافضًا لسكر الدم عن طريق تطبيع تعبير إنزيم البيروفات الكربوكسيلاز في عملية توليد السكر، وعن طريق التأثير المثبط على سلسلة إشارات MAPK، وهو مسار إشارات مؤيد للاستماتة ويحدثه داء السكري. وقد تم وصف هذه الآليات في دراسة أظهرت فيها سبيرولينا نشاطًا كبيرًا مضادًا لمرض السكري.

واهتم فريق علمي آخر بشكل خاص بالتأثير المحتمل لمضادات الأكسدة للسبيرولينا في نموذج الفئران المصابة بالسكري. ومرة أخرى، أدى إعطاء السبيرولينا إلى انخفاض في نسبة السكر في الدم وعلامات الكبد، تبعه زيادة في الإنزيمات المضادة للأكسدة مثل ديسموتاز الفائق الأكسدة والجلوتاثيون بيروكسيديز والجلوتاثيون المختزل. وتظهر نتائج هذه الدراسة أن للسبيرولينا تأثيرات خافضة لسكر الدم ومضادة للكبد، بالإضافة إلى نشاط قوي مضاد للأكسدة قد يلعب دوراً في تحييد الجذور الحرة التي يسببها مرض السكري**(Sadek KM,2017)(Aissaoui O,2017).**

قد يكون أحد المكونات الرئيسية للسبيرولينا، وهو الفيكوسيانين، مسؤولًا جزئيًا عن جميع هذه الآليات الوقائية (نقص السكر في الدم، ومضادات الأكسدة، ومضادات الأكسدة، ومضادات الكبد، وما إلى ذلك)، ولا سيما عن طريق تحفيز مسار إشارات الأنسولين وزيادة نشاط الجلوكوكوكيناز في الكبد والبنكرياس **(Vidalo J,2014)**. يقلل سبيرولينا بشكل كبير من مستويات الدهون الثلاثية وضغط الدم، وهما عاملان يظهران بشكل متكرر لدى مرضى السكري من النوع الثاني. يُعتقد أيضًا أنه يؤدي إلى انخفاض في مالونديالديهايد، وهو مركب كيميائي يعد علامة على الإجهاد التأكسدي. وعلى العكس من ذلك، يُعتقد أن الأعشاب البحرية تزيد من مستويات الأديبونيكتين، وهو هرمون تفرزه الأنسجة الدهنية يزيد من الحساسية للأنسولين ويقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب. وقد أظهرت دراسة نشرت عام 2005 في المجلة الصينية للمواد الطبية أن السبيرولينا تقلل من نسبة السكر في الدم والكوليسترول الكلي والدهون الثلاثية، بينما تحسن مستويات الكوليسترول الحميد في الحيوانات المصابة بالسكري. **(Vidalo J,2014)**

في الواقع، أظهرت دراسة شملت مكملات السبيرولينا لمدة أربعة أسابيع على الفئران المصابة بالسكري أن السبيرولينا تحد من ضمور العضلات وتلفها لدى الفئران المصابة بالسكري. لا يزال يتعين تأكيد هذه الفرضية الخاصة بدور السبيرولينا في تحسين تعافي العضلات لدى مرضى السكري من خلال دراسة سريرية لمدة أطول .ونتيجة لذلك، قد يوصي الصيدلي بالتجزئة بتناول السبيرولينا كعلاج مكمل للعلاجات الدوائية لمرضى السكري، خاصة أولئك الذين يعانون من ضعف التوازن أو الذين يصعب عليهم اتباع تدابير النظافة الغذائية للمتابعة**(Bazureau É,2017)(Huang ZX,2005).**

6-الحساسية :

تبدأ الحساسية عندما يدرك جهازك المناعي خطأً مادة غير مؤذية في العادة على أنها أجسام غازية خطيرة. وينتج بعدها الجهاز المناعي أجسامًا مضادة تبقى في حالة تأهب تجاه هذه المادة المثيرة للحساسية. عندما تتعرض للمادة المثيرة للحساسية مرة أخرى، يمكن أن تطلق هذه الأجسام المضادة عددًا

من المواد الكيميائية التي يفرزها الجهاز المناعي، مثل الهيستامين الذي يسبب أعراض الحساسية. تتضمن المثيرات الشائعة للحساسية على ما يلي:مثيرات الحساسية المنقولة بالهواء، مثل حبوب اللقاح ووبر الحيوانات الأليفة و الغبار والعفن بعض الأطعمة، خاصة الفول السوداني والجوزيات والقمح والصويا والأسماك والمحار والبيض والحليب،لسعات الحشرات مثل لسعة النحل أو الدبور،الأدوية خاصة البنسيلين أو المضادات الحيوية القائمة على البنسيلين، اللاتكس أو المواد الأخرى التي تلمسها، والتي يمكنها التسبب في ردود فعل جلدية تحسسية .قد تزداد احتمالية الإصابة بالحساسية في الحالات التالية:وجود تاريخ عائلي من الإصابة بالربو أو أنواع الحساسية مثل حمى القش أو الشرى أو الإكزيما،كون المريض طفلاً، الإصابة بالربو أو حالة حساسية أخرى .ينبغي زيارة الطبيب إذا ظهرت عليك أعراض تعتقد أنها ناتجة عن الحساسية وكانت أدوية الحساسية المتاحة بدون وصفة طبية لا توفر لك الراحة الكافية. وفي حال ظهرت عليك الأعراض بعد البدء في استخدام دواء جديد، فاتصل فورًا بالطبيب الذي وصفه لك(site web7).

تتخذ الحساسية أشكالاً مختلفة: حساسية الطعام، والشرى، والأكزيما، والربو..إلخ. أشارت منظمة الصحة العالمية إلى أن أمراض الحساسية آخذة في الازدياد في جميع أنحاء العالم يمكن أن تكون بسبب ظواهر بيئية مختلفة مثل: النظام الغذائي، ونمط الحياة، والتلوث (...).**(L. Evets,1994)**

الحساسية هي في الواقع ردود فعل مناعية غير طبيعية تجاه نوع من مسببات الحساسية. عند التلامس الأولي مع أحد مسببات الحساسية، أي عندما يتمكن مسبب الحساسية من تجاوز الحواجز الوقائية للجسم، يتعرف الجسم عليه وتقوم خلايا الجهاز المناعي بتسجيل خصائصه. ثم يتم "تسجيل" المادة المسببة للحساسية وتكون جاهزة للتعرف عليها عند التلامس اللاحق. يتم تحفيز الحساسية عند التلامس الثاني مع مسببات الحساسية: يتم تنشيط الأجسام المضادة أو الخلايا البدينة ويتم إفراز الهيستامين استجابةً لذلك.) **Appel K,2018)(Vo TS,2018)**

من بين الأجسام المضادة المنشطة، وُجد أن الغلوبولين المناعي E هو المسؤول عن الحساسية الفورية. يتم إنتاج هذه الأجسام المضادة IgE بوساطة بروتينات تسمى إنترلوكين IL-13 و IL-4. يؤدي هذا الإفراز للهيستامين إلى ظهور أعراض مختلفة: العطس وسيلان الأنف والشرى والاحمرار والوذمة. في حالة هذه الحساسية، يبدو الهدف واضحًا: الحد من الأعراض المزعجة عن طريق منع عمل الوسيط العصبي الذي يتم إفرازه، وهو الهيستامين، وعن طريق الحد من تنشيط الأجسام المضادة. هذا هو السبب في استخدام مضادات الهيستامين في اضطرابات الحساسية، حيث إنها مضادة للهيستامين. ومن الواضح أن إفراز الهيستامين، المسؤول عن تفاعلات الحساسية، يتم تثبيطه عن طريق استهلاك السبيرولينا. في الواقع، أظهرت دراسة أجريت في روسيا أن استهلاك السبيرولينا يقلل من مستويات الغلوبولين المناعي E في الدم، وبالتالي يقلل من الحساسية للحساسية . وقد هدفت تجربة سريرية أخرى باستخدام Immulina® و Immunloges®، وهما مستخلصان من عديد السكاريد عالي الوزن الجزيئي مشتقان من السبيرولينا، إلى دراسة تأثيراتهما المثبطة المحتملة على الاستجابة الالتهابية التحسسية وعلى إفراز الهيستامين من الخلايا البدينة. وقد أظهرت النتائج أن هذه المستخلصات تثبط إنتاج مركبات TNF-α و IL-4 والليوكوترين والهيستامين، وجميعها تشارك في الاستجابة الالتهابية والحساسية . في دراسة أخرى، لوحظ وجود عنصرين من الببتيد يسمى "LDAVNR (P1) و MMLDF (P2)" من سبيرولينا لتحديد نشاطهما في علاج الحساسية. وقد تبين أنها تمنع تحلل الخلايا البدينة وتعبير وإنتاج الإنترلوكين IL-13. ويبدو أن الببتيد P2 يشارك أيضًا في الحد من إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية . وبفضل هذه الببتيدات ونشاطها على الخلايا البدينة، يمكن أن يكون للسبيرولينا دور حقيقي في تحسين اضطرابات الحساسية.

وكإجراء وقائي، يمكن للصيادلة أن يوصي الصيادلة بتناول السبيرولينا للمرضى الذين يعانون من اضطرابات الحساسية، وذلك على مدار ثلاثة أسابيع من العلاج بجرعة غرامين في اليوم. خلال فترات الأعراض، يمكن للبالغين زيادة الكمية إلى ثلاثة إلى خمسة جرامات في اليوم . **(Le guehennec J,2009)**

7-العدوى الفيروسية:

وبسبب تركيبته، يعتقد الباحثون أن للسبيرولينا العديد من الخصائص المضادة للأورام والمضادة للميكروبات والالتهابات. في تسعينيات القرن الماضي ذهب فريق علمي إلى حد اقتراح أن الجليكوليبيدات والسولفوليبيدات الموجودة في السبيرولينا يمكن أن تكون مواد فعالة ضد الفيروس المسؤول عن الإيدز. والأكثر من ذلك، وبعد مرور ما يقرب من عشرين عامًا، تم عزل مادة تسمى "السيانوفيرين" من عائلة الليكتين من بكتيريا زرقاء تسمى Nostoc ellipsosporuml اتضح أن هذا السيانوفيرين موجود أيضًا في السبيرولينا، ويعتقد بعض الباحثين أن له نشاطًا كبيرًا في تحييد فيروس نقص المناعة البشرية .**(site web,3)**

لذلك يمكن أن يكون لسبيرولينا تأثير محتمل مضاد للفيروسات العكوسة ويتطلب إجراء المزيد من الدراسات السريرية المتعمقة لاستخدامه في رعاية المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية . وهناك مكونات أخرى من سبيرولينا لها تأثير مضاد للفيروسات على فيروسات أخرى مختلفة: على وجه الخصوص، الفيروسات الغدية ، وفيروس الهربس من النوعين 1 و2(HSV 1-2)، والفيروس المضخم للخلايا وفيروسات الحصبة والنكاف. تشير دراسة علمية تحلل مجموعة من الأشخاص الذين يعانون من فيروس التهاب الكبد الوبائي سي إلى أن السبيرولينا يمكن أن يكون لها تأثير علاجي إيجابي محتمل في علاج المرضى الذين يعانون من التهاب الكبد الوبائي المزمن: لا يزال يتعين تأكيد هذه الفرضية من خلال دراسة أطول تشمل المزيد من الأشخاص .**(Wolfe D,2018)(Gandhi MJ,2000)**

قام فريق علمي ألماني بفحص النشاط المضاد للفيروسات للسبيرولينا في متطوعين يعانون من الهربس الشفوي (HSV-1). تم التعرف على أن سبيرولان الكالسيوم (Ca-SP)، وهو أحد مكونات السبيرولينا، يمنع تعلق الفيروس واختراقه للخلايا المضيفة، بنشاط مماثل لنشاط الأسيكلوفير. في نموذج الهربس المستحث، كان التأثير الوقائي للكريم الذي يحتوي على Ca-SP أفضل من تأثير الكريم الذي يحتوي على الأسيكلوفير . **(Fromme R,2008)(Nuhu AA,2013)(Ayehunie S,1998)**
درست تجربة سريرية أخرى أجريت على مزرعة أسماك الكارب النشاط المضاد للفيروسات للسبيرولينا. النشاط المضاد للفيروسات لسبيرولينا ضد فيروس الهربس مقارنةً بعلاج طبي: جانسيكلوفير. تم التأكد من النشاط المضاد للفيروسات لعديد السكاريد السبيرولينا ضد فيروس الهربس KHV (فيروس الهربس KHV) في المختبر باستخدام تقييم نوعي لجينات دورة حياة فيروس الهربس KHV. وقد وجد بواسطة RT-PCR أن السكريات المتعددة السكاريد لديها القدرة على كبح التكاثر الفيروسي تمامًا في خلايا دماغ الكارب.**(Hernández-Corona A,2002)** مرض الحمى القلاعية هو مرض يصيب الحيوانات وينطوي على فيروس. وهو مرض حميد بشكل عام، لكنه قد يعرقل ظروف الزراعة ويستلزم استخدام علاجات طبية. درس فريق علمي مصري تأثير مكملات السبيرولينا على مجموعات من الهامستر التي تعاني من مرض الحمى القلاعية وقد وجدوا أن للسبيرولينا تأثيراً مضاداً للفيروسات، خاصة على الأنواع O و A و SAT2 من الفيروس المسؤول عن المرض. لذلك يمكن أن يكون السبيرولينا بديلاً لمضادات الفيروسات لحيوانات المزرعة .**(Yakoot M,2012)(Mader J,2016)(Daoud HM,2015)**

8-اضطرابات الجهاز العصبي المركزي :

يعد الدماغ البشري أحد أدوات الجسم العديدة التي درسها العلماء لسنوات عديدة. إنها مليئة بالخفايا التي لا يزال يتعين استكشافها. الدماغ هو في الواقع نوع من الوحدة المركزية التي تحفز عددًا كاملاً من وظائف الجسم مثل: الكلام والمهارات الحركية والعواطف والنمو (...). لكي يعمل الدماغ يحتاج إلى خلايا عصبية. إن الاتصال بين هذه الخلايا العصبية وسرعة اتصالها هو الذي يحكم، من بين أمور أخرى، الذكاء ومرونة الدماغ. يسمح هذا الاتصال للدماغ بدمج المعلومات التي يتلقاها والاحتفاظ بها، واكتساب معارف ومهارات جديدة أو توجيه عمليات التمثيل الغذائي المختلفة في الجسم .**(Goffinet A,1994)**

وبالإضافة إلى الحاجة إلى هذه الخلايا العصبية، يحتاج الدماغ أيضاً إلى عنصر أساسي للعمل: الطاقة. يتم توفير هذه الطاقة جزئيًا من خلال نظام غذائي مناسب، مما يتيح نمو هذه الخلايا العصبية وتحفيزها والحفاظ عليها. ولإنتاج هذه الطاقة، يبدو أن الجلوكوز هو الوقود الأساسي. ويبدو أن جسم الإنسان يحتاج إلى حوالي عشرة جرامات من السكر في الساعة الواحدة ليعمل على النحو الأمثل، ومن هذه الجرامات العشرة، هناك أربعة جرامات مخصصة بالفعل للدماغ وحده .
كما أن الناقلات العصبية ضرورية أيضًا لحسن سير عمل الجهاز العصبي المركزي: فهي تسهل مرور النبضات العصبية وتمكن الخلية العصبية من القيام بوظيفة معينة. الأحماض الأمينية هي ناقلات عصبية . على سبيل المثال، التريبتوفان هو السليفة الأيضية للسيروتونين، وهو حمض أميني يشارك في تنظيم النوم. أظهرت دراسة علمية أن استنزاف التريبتوفان لدى الأشخاص الذين يعانون من الأرق الأولي كان له تأثير على استقلاب السيروتونين: لوحظ تأثير ضار على جودة النوم واستمراريته لدى هذه الفئة من الناس . لذا فإن النظام الغذائي، من خلال تناوله للأحماض الأمينية وبالتالي الناقلات العصبية، يمكن أن يتداخل مع نشاط وأداء الجهاز العصبي المركزي **(Riemann D,2005)(Brooker C,2000)**.

أ- الاضطرابات الطفيفة :

والآن بعد أن تم إثبات العلاقة بين النظام الغذائي والجهاز العصبي المركزي، فإن السبيرولينا أداة مناسبة لإدارة مجموعة من الاضطرابات العصبية النفسية الخفيفة، لأنها غنية بالأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية، والتي تعتبر ضرورية للجهاز العصبي المركزي لكي يعمل بشكل صحيح. على سبيل المثال، الإرهاق المزمن هو اضطراب نفسي عصبي لا ينبغي الاستخفاف به: من الضروري إيجاد سبب هذا الإرهاق. ومع ذلك، إذا لم يكن هذا الإرهاق نتيجة أي خلل وظيفي عضوي أو مرضي، وكان الاضطراب ببساطة نتيجة خلل في نمط الحياة (الإجهاد، والإرهاق، وما إلى ذلك)، تُستخدم سبيرولينا أيضًا لتصحيح أي نقص في التغذية أو تحسين المناعة أو كمزيل للسموم.
في فترات الوهن على سبيل المثال، يوفر العناصر اللازمة لإنتاج الطاقة (الكربوهيدرات والدهون والبروتينات) لتصحيح التعب واستعادة نشاط الجهاز العصبي المركزي. في هذه الحالة، يمكن للصيدلي الذي يصرف الدواء أن ينصح الشخص المتعب، الذي لا يعاني من أي أمراض معروفة، بتناول غرامين إلى ثلاثة غرامات من السبيرولينا يومياً، موزعة على مدار اليوم مع الوجبات. من ناحية أخرى، قد يكون من الأفضل التوقف عن تناول السبيرولينا بعد الساعة الرابعة عصراً بالنسبة للأشخاص الذين يتقبلون تركيبته بشكل كبير، مع خطر الإصابة ببعض اضطرابات النوم البسيطة .**(Le guehennec J,2004)**

ب- مرض الزهايمر :

من الحالات النفسية العصبية التي نواجهها بشكل متكرر اليوم هو مرض الزهايمر. يتميز هذا المرض بعدد معين من الاضطرابات المعرفية ولا تزال مسبباته غير واضحة. تتطور الآفات في أماكن مختلفة في الدماغ وتغزو القشرة الدماغية، مما يؤثر على الذاكرة، والمشي، وقدرات التحدث، وما إلى ذلك.**(Vidalo J.2014)**
تدمر هذه الآفات أيضًا الخلايا العصبية والمشابك العصبية. ويبدو أن مجموعة من البروتينات غير الطبيعية تسمى "لوحة الأميلويد" تلعب دورا في تطور هذا المرض عن طريق التسبب في الأكسدة المفرطة والالتهابات المسؤولة عن تدميرها.تطور الخلايا العصبية حتى الآن، لا يوجد علاج دوائي قادر

على علاج مرض الزهايمر. تتوفر العلاجات فقط بهدف الحد من تطور المرضوالحد من الأعراض.على سبيل المثال، أجرى الدكتور كارل كوتمان (مدير معهد شيخوخة الدماغ والخرف بجامعة كاليفورنيا) دراسة على كلاب المتقدمة في السن، وذلك بتقسيمها إلى مجموعتين: مجموعة تتبع نظامًا غذائيًا عاديًا «مسيطرًا» مقارنة بـ مجموعة تتبع نظامًا غذائيًا غنيًا بمضادات الأكسدة. وكانت النتيجة مفاجئة تمامًا نظرًا لأن المجموعة التي تناولت مكملات مضادات الأكسدة كشفت عن تعلم أفضل من المجموعة التي تناولت طعامًا عاديًا. يشير هذا إلى أن التخصيب الغذائي بمضادات الأكسدة على مدى فترة طويلة من الزمن قد يبطئ التدهور المعرفي الفسيولوجي المعتمد على العمر. وبالإضافة إلى ذلك، يبدو أن هذه المكملات إلى جانب الإثراء السلوكي أكثر فعالية من المكملات الغذائية وحدها في الكلاب الأكبر سنًا.من ناحية أخرى، لم تكشف نفس الاختبارات التي أجريت على الكلاب الصغيرة عن أي تحسن في التعلم في المجموعة التي تناولت المكملات الغذائية. أخيرًا، أظهرت فحوصات التصوير بالرنين المغناطيسي لأدمغة هذه الكلاب أن تراكم لويحات الأميلويد انخفض بشكل ملحوظ في المجموعة التي تناولت المكملات الغذائية . وبالتالي، يمكن لمضادات الأكسدة أن تلعب دورًا رئيسيًا في الوقاية من مرض الزهايمر من خلال العمل كحماة ضد تلف الدماغ والالتهابات. أظهرت دراسة أخرى أيضًا أن استهلاك أوميغا 3 وحمض جاما لينولينيك، وهما عنصران موجودان بكميات كبيرة في السبيرولينا، يمكن أن يقلل من خطر الإصابة بمرض الزهايمر . وبالتالي يمكن أن يكون لسبيرولينا الغنية بمضادات الأكسدة والأوميغا 3 وGLA، فضلاً عن ارتباطها بالتحفيز الاجتماعي والسلوكي، تأثير إيجابي على إبطاء تطور مرض الزهايمر . لا تزال العديد من الدراسات العلمية جارية، ويركز العديد منها على الطحالب الخضراء المزرقة.**(Milgram NW,2005)** قام باحثون من مختبر الكيمياء العضوية ETH في جامعة زيورخ عزلوا مادة تسمى "نوستوكاربولين" من بكتيريا زرقاء في المياه العذبة . يبدو أن هذا الجزيء قادر على تحييد إنزيم الكولينستريز المتورط في مرض الزهايمر، ونشاطه مشابه لنشاط دواء مسوق حاليًا، وهو الجالانتامين.**(site web Mane Manet A.la spiruline)**

ومن ثم ستساعد هذه المادة على إبطاء تطور المرض . سيكون من المثير للاهتمام إجراء اختبارات على أجزاء من السبيرولينا، لمعرفة ما إذا كانت تحتوي أيضًا على هذا النوستوكاربولين. إذا كانت هذه هي الحالة، سيكون لدى سبيرولينا حجة إضافية لاستخدامها في علاج مرض الزهايمر.إذا أمكن عزل هذا النوستوكاربولين وتصنيعه كيميائياً، فقد يوفر أملاً حقيقياً لعلاج مرض الزهايمر.**(Vidalo J.2014)**

ت- مرض باركنسون :

داء باركنسون هو مرض تنكسي عصبي يهاجم الوظيفة الحركية عن طريق التدمير التدريجي للخلايا في المادة السوداء في الدماغ (أو "موضع النيجير")، وبالتالي تدمير الخلايا العصبية الدوبامينية.ونظراً لأن الدوبامين هو ناقل عصبي يشارك في التحكم في الحركة، فإن تدهور هذه الخلايا العصبية وانخفاض الدوبامين في الدماغ يؤدي إلى أنواع مختلفة من الأعراض التي تميز مرض باركنسون، مثل البطء في بدء الحركة (التصلب)، وتصلب عضلي معين (الصلابة) والرعاش أثناء الراحة. غالباً ما تظهر هذه الأعراض بشكل غير متماثل. توجد مظاهر أخرى أقل تميزًا مثل المهارات الحركية واضطرابات الكلام، والتعب، وسلس البول أو حتى اللامبالاة . حتى الآن، لا يوجد حتى الآن علاج دوائي لعلاج هذا المرض. العاملان الرئيسيان اللذان تم تحديدهما على أنهما مسؤولان جزئيًا عن تطور المرض هما الالتهاب والإجهاد التأكسدي. وفقًا لدراسة سريرية، يبدو أن مضادات الأكسدة مثل فيتامين E والبوليفينول، وكلاهما موجود في السبيرولينا، يمكن أن تمنع موت الخلايا العصبية في المختبر. تُظهر هذه الدراسة أن مضادات الأكسدة لها خصائص علاجية في النماذج الحيوانية لمرض باركنسون، بالإضافة إلى تأثير وقائي ضد هذه الحالة المرضية . أظهرت دراسة أخرى أن الاستهلاك المنتظم لفئات معينة من الفاكهة مثل الفراولة أو التوت أو التوت الأسود أو التوت البري له تأثير وقائي ضد الإجهاد التأكسدي ويشارك في الوقاية من الاضطرابات الالتهابية.**(Esposito E,2002)**

تنتج هذه الخصائص بشكل خاص عن وجود مكونات مختلفة مثل الكاروتينات والبوليفينول والأنثوسيانين وحتى الفلافونويدات . ومن الممكن أن يكون للسبيرولينا، التي تحتوي على الكاروتينات والبوليفينول والفلافونويد، خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للالتهابات. درس فريق من الباحثين تأثير مركبات الفلافونويد على الخلايا العصبية الدوبامينية. أظهرت مركبات الفلافونويد المستخدمة (كاتشين، وكيرسيتين، وكريسين، وبويرارين، ونارينجينين، وجينيتين) قدرتها على تخفيف الآفات المبرمجة في الخلايا العصبية الدوبامينية المتوسطة الدماغية المستزرعة في مواجهة العدوان التأكسدي المستحث . وبالتالي فإن السبيرولينا، الغنية بالفلافونويد، يمكن أن تكون مفيدة في علاج مرض باركنسون، من خلال ممارسة تأثير وقائي ضد الإجهاد التأكسدي,والآفات الدوبامينية والالتهابات، والتي تم تحديدها كعوامل أساسية في تطور المرض.**(Vidalo J,2014)**

في الواقع، أجرى فريق الدكتور بيكفورد دراسة على استهلاك السبيرولينا والتوت البري في الفئران التي خضعت لتدمير طوعي للخلايا العصبية الدوبامينية لديها، وبالتالي استنساخ حالة النشاط الدماغي لمرضى باركنسون. أظهرت النتائج أن مجموعة الفئران التي تم تزويدها بالسبيرولينا والتوت البري استعادت مستويات مرضية من الدوبامين، مع قدرة أكبر على تجديد الخلايا ومعدل أفضل في التعافي والبقاء على قيد الحياة. وبالتالي، يبدو أن المكونات الموجودة في السبيرولينا والتوت البري لها إمكانات علاجية كبيرة في مكافحة العملية الفيزيولوجية المرضية لمرض باركنسون . **(Mercer)(Skrovankova S,2015) LD,2005)**

أظهرت دراسة أن مادة الفيكوسيانين الموجودة في السبيرولينا لها نشاط مضاد للأكسدة من خلال حماية نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة وزيادة اختزال الجلوتاثيون في الخلايا التي يحدث فيها الإجهاد التأكسدي بسبب الحديد. وبالتالي فإن الفايكوسيانين قادر على التدخل في موت الخلايا بوساطة الجذور الحرة. لذلك قد تثبت سبيرولينا أنها أداة مثيرة للاهتمام في علاج الأمراض التي تلعب فيها أنواع الأكسجين التفاعلية وبالتالي الإجهاد التأكسدي دورًا مهمًا، مثل مرض باركنسون **.-Bermejo (Bescós P,1496)**

تؤكد دراستان أخريان هذه الفرضيات السابقة من خلال تسليط الضوء على الدور الوقائي العصبي للسبيرولينا في مواجهة الإجهاد التأكسدي ، والالتهاب وموت الخلايا المبرمج . هناك عامل آخر مسؤول جزئيًا عن مرض باركنسون وهو سوء تشكيل وتجمع بروتين ألفا سينوكلين في شوائب بروتينية. وتوجد هذه التجمعات في أمراض مثل داء باركنسون وخرف أجسام ليوي وداء الزهايمر أو الضمور متعدد الأجهزة، وتُصنف هذه الاضطرابات على أنها "اعتلالات النوكليين".**(Chamorro G,2006)**

وقد استخدم فريق علمي نماذج خميرة من هذه الاعتلالات التخليقية لاختبار القدرة على الحماية الخلوية للفيكوسيانين. ووجدوا أن الفايكوسيانين يقلل من تراكم هذه البروتينات عن طريق تنظيم الجينات والإنزيمات المشاركة في الاستجابة للإجهاد التأكسدي واستقلاب الجلوتاثيون وأنظمة التحكم في البروتين. وفي حالة مرض باركنسون الناجم عن تشوهات البروتين، قد يكون السبيرولينا مفيدًا في علاج هذه الحالة بفضل مكونه: الفيكوسيانين **.(Macedo D,2017).**

قبل أكثر من 10 سنوات بقليل، اعترفت محكمة الضمان الاجتماعي بمرض باركنسون كمرض مهني لعامل زراعي سابق كان يستخدم المبيدات الحشرية. ومنذ ذلك الحين، تبعتها العديد من الحالات الأخرى وتم الاعتراف بهذا المرض

كمرض مهني منذ عام 2013. وقد أثبتت العديد من الدراسات العلمية العلاقة السببية بين استخدام المبيدات الحشرية وظهور هذا المرض. وقد أكد مقال نُشر مؤخرًا في عام 2017 هذه الفرضية، حيث أكد أن كون الشخص مزارعًا لم يعد عامل الخطر الوحيد، بل إن السكان المحليين الذين يعيشون بالقرب من المناطق الزراعية أصبحوا أيضًا فئة إضافية معرضة للخطر: وبالتالي فإن التعرض البيئي لهذه المبيدات مرتبط بشكل جيد وحقيقي بتطور مرض باركنسون **(FT Tétrachlorométhane web site).**

8).)

يحتوي عدد من مبيدات الآفات على عنصر يسمى رباعي كلوريد الكربون، المعروف أيضاً باسم رباعي كلورو الإيثان، والمعروف بأنه مادة مسرطنة. ويُستخدم هذا المركب في مجموعة متنوعة من الحالات (المواد الكيميائية الوسيطة والمذيبات الصناعية وتكرير النفط وتصنيع الأدوية وغيرها) ونتعرض له بعدة طرق: الاستنشاق أو الابتلاع أو ملامسة الجلد . وقد أجريت دراسات على التأثير الضار لهذا المركب المعروف بأنه سام للكبد بشكل خاص. تم حقن الفئران التي عولجت مسبقًا بمادة الفيكوسيانين، وهي مكون أساسي في السبيرولينا، برباعي كلوريد الكربون هذا. وكانت النتيجة أن الفايكوسيانين كان له تأثير وقائي للكبد ضد هذا المركب الكيميائي، من خلال حماية إنزيمات الكبد. ولم يتم حتى الآن توضيح آلية هذه الحماية الكبدية بشكل كامل، لكن السبيرولينا التي تحتوي على هذا الفيكوسيانين يمكن أن تمتص هذا المركب الكيميائي الطفيلي وتخلص الجسم منه .
لذلك يبدو أن سبيرولينا منتج واعد يمكن للصيادلة التوصية به دون وصفة طبية كإجراء وقائي للأشخاص المعرضين للمبيدات الحشرية، أو كعامل مساعد لعلاج مرض باركنسون. وبالفعل، يبدو أن تركيبة سبيرولينا الطبيعية، وخاصة مركبات الفلافونويد والفيكوسيانين، تمنحه تأثيرًا وقائيًا بشكل أساسي ضد الإجهاد التأكسدي والالتهابات وآفات الدوبامين.**(Vidalo J,2014)**

ث- مرض ويليس-إكبوم :

داء ويليس-إكبوم هو حالة عصبية تُعرف باسم "متلازمة تململ الساقين"، وتتميز بوخز أو حتى إحساس بالحرقان في الساقين، مما يجعل من الضروري تحريك الساقين، خاصة عند الوقوف دون حراك. أسباب هذا المرض غير مفهومة تماماً، ولكن طُرحت فرضيات مثل فشل في نظام الدوبامين أو نقص في بعض المغذيات الدقيقة (الحديد والمغنيسيوم والسيلينيوم) أو الأصل الوراثي. يمكن أن تؤدي بعض الأدوية أيضًا إلى تحفيز أو تفاقم الأعراض، خاصةً مضادات الاكتئاب ومضادات الذهان ومضادات الهيستامين .
يمكن أن يكون السبيرولينا، وهو غذاء غني بجميع أنواع المغذيات الدقيقة، حلاً لهذه المتلازمة من خلال تصحيح المعايير الغذائية المختلفة. ولهذا السبب تجري حاليًا دراسات سريرية حول استخدام السبيرولينا في علاج هذه الحالة.(site web Fiche toxicologique)

ج- اضطرابات الانتباه :

ما تسميه منظمة الصحة العالمية "اضطراب فرط الحركة" هو في الواقع اضطراب في الانتباه يمكن أن يصيب الأطفال والبالغين على حد سواء. وتتمثل أعراضه بشكل أساسي في نقص الانتباه وفرط النشاط وحتى اللامبالاة أو الاندفاع؛ وهي اضطرابات يمكن أن يكون لها تداعيات على الحياة اليومية. يبدو أن الأشخاص الذين يعانون من اضطراب نقص الانتباه، مع أو بدون فرط النشاط، يعانون من نقص في الأحماض الدهنية الأساسية والجلوتامين L- الجلوتامين. ويعد إل-جلوتامين أحد سلائف حمض جاما أمينوبوتيريك (GABA)، وهو ناقل عصبي مثبط له دور محتمل في فرط النشاط. يؤثر النقص في المعادن والعناصر النزرة (الزنك والمغنيسيوم والحديد والسيلينيوم وغيرها) وفيتامينات المجموعة ب على تخليق السيروتونين أو غابا أو الدوبامين وبالتالي قد يكون له تأثير على فرط النشاط (3). أكدت دراسة سريرية أن نقص المغنيسيوم قد يكون مسؤولاً جزئياً عن فرط النشاط. قام الفريقان العلميان بتزويد الأطفال مفرطي النشاط بالمغنيسيوم في التجربة الأولى وبالمغنيسيوم مع فيتامين B6 في التجربة الثانية. وكانت النتائج واضحة في كلتا الدراستين: فقد انخفض فرط النشاط بشكل كبير في المجموعتين اللتين تناولتا المكملات الغذائية، مما أدى إلى تحسن سلوك الأطفال ومدى انتباههم . لذلك قد يكون السبيرولينا، الذي يحتوي على كل من فيتامين B6 والمغنيسيوم، غذاءً يوصى به لعلاج فرط النشاط واضطرابات الانتباه، إذا كان هناك نقص في الفيتامينات أو المعادن والعناصر النزرة. قد يرتبط نقص الزنك أيضًا باضطرابات فرط النشاط الملحوظ. أظهرت تجربتان سريريتان أجريتا على الأطفال الذين يعانون من اضطراب نقص الانتباه مع أو بدون فرط النشاط (ADHD) أن مكملات الزنك لدى هؤلاء الأطفال، مقارنة بمجموعة ضابطة بدون مكملات، ساعدت في الحد من أعراض فرط النشاط والاندفاع لدى هؤلاء الأطفال .**(Mousain-Bosc M,2004).**

وبالتالي، يمكن أن يكون السبيرولينا، الغني بالزنك، مفيدًا في علاج اضطرابات نقص الانتباه لدى الأطفال. وعلاوة على ذلك، أظهرت دراسة صينية أن السبيرولينا أكثر قابلية للامتصاص مرتين إلى أربع مرات من المصادر الغذائية الأخرى للزنك، مما يجعلها حجة رئيسية للنظر في تناول مكملات الزنك . ومن التفسيرات المحتملة الأخرى لاضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه وفرط النشاط نقص الحديد. وقد ركز بعض الباحثين على هذا الجانب في دراسة سريرية: فقد قرروا تزويد مجموعة من الأطفال المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه وفرط النشاط، المرتبط بنقص الحديد وانخفاض مستويات الفيريتين، بالحديد. وكانت النتيجة أنه مع هذه المكملات، بدا أن أعراض اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه قد تحسنت بشكل ملحوظ .**(Nogovitsina OR,2006)**

مرة أخرى، يعتبر السبيرولينا مصدراً حقيقياً للحديد ويمكن أن يكون مكملاً مثيراً للاهتمام للأشخاص الذين يعانون من اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه. والأكثر من ذلك، يبدو أن الحديد الموجود في السبيرولينا يمكن استيعابه بسهولة أكبر من المصادر الغذائية الأخرى مثل اللحوم والبقوليات ، حيث يشكل الفيكوسيانين النباتي معقدات قابلة للذوبان مع الحديد والمعادن الأخرى أثناء الهضم، مما يسهل عملية الاستيعاب . ولتوضيح دور الطحالب في اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، قرر باحثان جعل أطفال المدارس يستهلكون جرامًا واحدًا من كلاماث (أفانيزومينون فلوس-أكواي) يوميًا. تعطي الدراسة نتيجة مثيرة للإعجاب إلى حد ما: يبدو أن النتائج الأكاديمية تتحسن بنسبة 81٪. ومع ذلك، سيكون من المناسب النظر في الظروف التي أجريت فيها الدراسة لمعرفة ما إذا كانت هناك أي تحيزات محتملة وما إذا كان استهلاك هذه الطحالب فقط يمكن أن يعزى إلى هذا التحسن .**(Bilici M, Yildirim F,2004)**

تؤكد دراسة أخرى أيضًا هذه الفرضية باستخدام مكملات كلاماث في مجموعة من الأطفال: يبدو أن سلوكهم وقدرتهم على التعلم قد تحسنت . تركز هاتان الدراستان الأخيرتان على كلاماث ("ابن عم" السبيرولينا) وليس على السبيرولينا نفسها. ومع ذلك، ينتمي كل من سبيرولينا وكلاماث إلى عائلة البكتيريا الزرقاء ولهما تركيبات مماثلة. لذلك سيكون من المثير للاهتمام أن نتمكن من إجراء اختبارات سريرية متطابقة على السبيرولينا، من أجل التحقق مما إذا كانت آثارها متشابهة، في حالة علاج اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه على وجه الخصوص.**(Vidalo J,2014)**

9-فوائد السبيرولينا للشعر:

في حين أن السبيرولينا مشهورة بالفعل بفوائدها العديدة للجسم والصحة، إلا أنها لا تقل شهرة عن فوائدها للشعر وفروة الرأس. سبيرولينا عبارة عن طحالب خضراء مزرقة تحتوي على العديد من العناصر الغذائية، بما في ذلك فيتامينات A وE وK والمعادن والبروتينات (غير الحيوانية). في الوقت الحاضر، تُستخدم السبيرولينا في العديد من مستحضرات التجميل، مما يجعلها غذاءً خارقاً مفيداً لصحتنا كما هو مفيد لشعرنا. اكتشف فوائد السبيرولينا للشعر وكيفية استخدامها بشكل يومي، في أقنعتك أو الشامبو أو حتى كمكمل غذائي.

أ- سبيرولينا لتعزيز نمو الشعر :

إليك إحدى الفوائد الأولى للسبيرولينا للشعر: فعاليتان في آن واحد، مضاد لتساقط الشعر ومسرّع لنمو الشعر. في الواقع، تعمل تركيبتها العضوية 100% التي تعتمد على فيتامين أ، والحديد والزنك كعلاج وقائي لتساقط الشعر من خلال تقوية ألياف الشعر وكعلاج علاجي من خلال مساعدة الجسم وفروة الرأس على إنتاج الكيراتين، المادة الأساسية التي يتكون منها الشعر.

ب- سبيرولينا لمنع الشيب:

بفضل احتوائها على نسبة عالية من مضادات الأكسدة، تمنح السبيرولينا شعرك علاجاً مجدداً، كما أنها تساعد على تجديد شبابه. تساعد هذه الطحالب، سواء في المكملات الغذائية (كبسولات أو أقراص) أو في منتجات العناية (قناع، بلسم)، على تأخير ظهور الشيب من خلال تحسين جودة التغذية التي تتناولينها. كما تساعد سبيرولينا للشعر أيضاً على تقليل الإجهاد التأكسدي، وهو العامل الأول في تبييض الشعر، ولهذا السبب يتم استخدامها في العديد من منتجات تسريع نمو الشعر اليوم.

ت- سبيرولينا لتغذية الشعر :

مرة أخرى، بفضل تركيبته الطبيعية والمغذية للغاية فإن استخدام السبيرولينا على شعرك سيمنحك النتائج التي تستحقينها. لن يقوي السبيرولينا شعركِ ويحميه فحسب، بل سيضيف إليه اللمعان والحجم والنعومة بفضل محتواه من الفيتامينات. ولذلك يمكن استخدامه كمكمل لزيت مرطب مثل زيت اللوز الحلو على سبيل المثال. يمكن أن تكون السبيرولينا مفيدة للغاية لشعرك. ولكن كيف تستخدمينه؟ هناك طريقتان للاستمتاع بفوائد السبيرولينا لشعرك: داخلياً أو خارجياً.

❖ **سبيرولينا للاستخدام الخارجي على الشعر :**

لا يوجد نقص في وصفات أقنعة الشعر والشامبو والبلسم التي تحتوي على السبيرولينا. وباعتباره مكونًا طبيعيًا وبالتالي عضويًا، يمكن استخدام هذا النوع من العلاج أسبوعيًا، بمفرده أو كمكمل لعلاج آخر. يُعد السبيرولينا مثاليًا لجميع أنواع الشعر، فهو مناسب للشعر الجاف والمجعد كما هو مناسب للشعر الباهت والناعم. ولتحضير الشامبو الخاص بك، على سبيل المثال، ما عليك سوى خلط ملعقة صغيرة من مسحوق سبيرولينا مع جرعة من الشامبو المحايد. بسيط وعملي، أليس كذلك؟ نصيحة احترافية: أكمل روتينك التجميلي بزيت مناسب لنوع شعرك.

❖ **سبيرولينا للاستخدام الداخلي :**

بشكل عام، نحن معتادون على رؤية سبيرولينا للشعر مخصصة للاستخدام الداخلي، إما في شكل مسحوق أو كبسولة أو قرص. لذلك من الممكن تناول السبيرولينا إما كمكمل غذائي أو للاستفادة من رائحتها "المحيطية" في شكل مسحوق في مشروباتك وعصائرك وما إلى ذلك. لا شك في ذلك، سبيرولينا هي حليف شعرك لشعر جميل وصحي!(site web6)

ث- مدة علاج بطحلب السبيرولينا :

يستمر علاج سبيرولينا لمدة 3 أشهر تقريبًا. من الضروري الحفاظ على نمط حياة صحي ونظام غذائي متوازن خلال فترة العلاج. يمكنك تناول ما يصل إلى 3 غرامات من السبيرولينا يومياً. يمكنك تكرار العلاج بعد استراحة لمدة شهر واحد، وتناول ما يصل إلى دورتين أو ثلاث دورات في السنة. ومع ذلك، تذكر أن لكل شخص احتياجات خاصة حسب نمط حياته. فعلى سبيل المثال، سيحتاج الرجال الرياضيون إلى طاقة أكثر من النساء قليلات الحركة. وينطبق الأمر نفسه على السبيرولينا. اختر الجرعة المناسبة من السبيرولينا لتناسب نمط حياتك.

ج- مخاطرطحلب السبيرولينا:

لا تشكل سبيرولينا أي خطر حقيقي عند اختيارها من مصادر جيدة النوعية. ومع ذلك، يمكن ملاحظة بعض الآثار الجانبية في بداية العلاج. ومع ذلك، من الممكن تجنب هذه المضايقات من خلال مراعاة بعض القواعد البسيطة الموضحة أدناه.

❖ **الآثار الجانبية**

الآثار الجانبية لسبيرولينا خفيفة بشكل عام. قد تعاني من الصداع ومشاكل في الجهاز الهضمي مثل الانتفاخ والغثيان و/أو الإسهال. أول شيء يجب القيام به لتجنب هذه المضايقات هو عدم تجاوز الجرعة

اليومية الموضحة على عبوة المكمل الغذائي الخاص بك. لتجنب الآثار الجانبية، من الأفضل أن تبدأ علاج السبيرولينا بطريقة أكثر استرخاءً. تناول جرعة منخفضة فقط في الأيام القليلة الأولى، ثم بعد حوالي ثلاثة أيام، قم بزيادة الجرعة لتصل إلى الجرعة القصوى بعد أ سبوعين. سيمنح ذلك جسمك الوقت الكافي ليعتاد على هذا الغذاء الجديد.

- **موانع الاستعمال**

يمكن للأطفال والبالغين على حد سواء تناول سبيرولينا. ومع ذلك، يجب على النساء الحوامل و/أو المرضعات استشارة الطبيب قبل البدء بتناول علاج سبيرولينا. كما يجب عليهم استشارة أخصائي الصحة قبل تناول أي مكملات غذائية.كما يجب على الأشخاص الذين يعانون من زيادة الحديد في الدم (داء ترسب الأصبغة الصبغية)، والأشخاص الذين يعانون من الفشل الكلوي، والأشخاص الذين يتناولون علاجاً مضاداً للتخثر و/أو الذين يعانون من بيلة الفينيل كيتون يجب عليهم أيضاً استشارة الطبيب قبل تناول س

الجزء الثاني :
التطبيقي

الفصل الاول

الادوات و الطريقة

الفصل الاول : المواد و الطريقة

1-المواد

1-1المواد البيولوجية :

- المادة النباتية المستعملة في هذا العمل هي عينة من طحلب ازرق سبيرولينا Artrospira plantesis اشتريناها من محل تجاري للاعشاب Parapharmacie
- المواد الحيوانية المستعملة في هذا العمل و لمعرة مدى فعالية المنتوج هي فئران تجارب من جنسين مختلفين وزنهم يتراوح بين 259غ و 337غ من فصيلة Wister albinos تم تقسيم الفئران الى مجموعتين مع اكل خاص بهم و ماء عادي
- الكائنات الدقيقة المستعملة هي عينة من بكتيريا staphylococcus (g+) و E.coli (g-)

2-1المواد الغير بيولوجية :

يشمل جميع الاواني الزجاجية و الكواشف و المعدات الكميائية الموجودة في المخبر .

2-الطريقة :

1-2 تحضير مستخلص السبيرولين:

← نقع (macération) لمدة 24 ساعة في ماء + ميثانول (100غ مسحوق سبيرولين +500 مل ماء + 500 مل ميثانول)

←ترشيح ←بقايا سبيرولين + رشح ←مستخلص خام ميثانولي

الشكل17 :يوضح مرحلة النقع

←نضع المستخلص الخام في جهاز المبخر الدوراني rotavapor حتا تتم العملية ثم نضعه ليجف لمدة 15 يوم

الشكل 18:يوضح جهاز المبخر الدوراني rotavapor

الشكل19 :يوضح المستخلص الخام

2-2الفحص الكميائي النباتي (الكشف عن المستقبلات الثانوية)

2-2-1. الكشف عن البوليفينول

- **الكشف عن الكينونات الحرة**

تم وضع 1 غ من المادة النباتية المجففة والمطحونة في قارورة مع 50-60 مل من الأثير البترولي éther de pétrole ، ورُجَّت وتركت لمدة 24 ساعة.
تم التأكد من وجود الكينونات الحرة بإضافة كاشف هيدروكسيد الصوديوم (10٪) إلى مستخلص الأثير وتحول الطور المائي إلى اللون الأصفر أو الأحمر أو البنفسجي. **(ريبيرو، 1968)**.

- **فحص الأنثراكينونات**

تم وضع 1 غ من النبات المجفف والمطحون في قارورة مع 50-60 مل من الكلوروفورم، ورُجَّت وتركت لمدة 24 ساعة.
تم التأكد من وجود الأنثراكينونات بإضافة كاشف **KOH (10%)** إلى مستخلص الكلوروفورم من خلال اللون الأحمر للمرحلة المائية. **(رزق، 1982).**

- **فحص الفلافونويد**

يتم الكشف عن مركبات الفلافونويد بواسطة اختبار ويلستاتر
ضع 03 مل من المستخلص المائي الكحولي في أنبوب وأضف 3-4 قطرات من حمض الهيدروكلوريك المركز **(HCL)** مع 03-04 لفات من المغنيسيوم. يشير ظهور اللون الوردي أو الأحمر أو البرتقالي إلى وجود الفلافونويدات. **151**

- **فحص التانينات(العفص)**

يتم وضع 03 مل من مستخلص الميثانول في أنبوب اختبار وتضاف أربع قطرات من محلول الجيلاتين (01%) للكشف عن العفص.
يشير ظهور راسب مع الجيلاتين إلى وجود العفص.
يُضاف كاشف FeCl3 إلى مستخلص الميثانول. يشير ظهور لون أخضر-أسود إلى أزرق-أسود إلى وجود التانين الغالي، بينما يشير ظهور لون أخضر-بني إلى وجود التانين الكاتشيك. **(رزق، 1982)**.

2-2-2الكشف عن الستيرولات والمنشطات والتربينات

وُضعت بضعة ملليلترات من المستخلصات من كل نبات في أطباق بتري وجففت في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة. ثم تم إذابة المنتج في 16 ملليلتر من الكلوروفورم وقسم المرشح إلى أربعة أنابيب اختبار
الأنبوب 01: شاهد
الأنبوب 02: اختبار سالكووسكو **Salkowosko**

إضافة قطرة واحدة من H2SO4، يظهر تغير اللون على الفور، وتشير الحلقة الحمراء إلى وجود ستيرولات غير مشبعة.
الأنبوب 03: اختبار ليبرمان-بويشارد **Libermann-Buechard**
تُضاف 3 قطرات من أنهيدريد الأسيتيك، ثم تُرجّ وتُضاف قطرة واحدة من H2SO4 المركز. يشير اللون الأزرق والأخضر إلى وجود الستيرويدات، ويشير اللون الأحمر البنفسجي إلى وجود التربينات.
أنبوب 04: اختبار بادجيت-كيده **Badjet-Kedde**
عند إضافة بضع حبات من حمض البيكريك، يظهر لون برتقالي يشير إلى وجود الستيرويدات اللاكتونية.

2-2-3الكشف عن الكومارين

تقديم المستخلص الميثانولي إلى لوحة TLC.

- **1.تحضير السائل المائع**

خليط من التولوين وأسيتات الإيثيل (34:14)

- **2 القراءة**

بعد الترحيل، يتم تصوير الكروماتوجرامات باستخدام مصباح الأشعة فوق البنفسجية بطول موجة 365 نانومتر.

2-2-4 الكشف عن الصابونوزيدات

لتحديد الأعضاء التي تحتوي على السابونوسيدات بسرعة، ما عليك سوى رج المسحوق في وجود الماء المقطر (لمدة 15 ثانية) وملاحظة الفقاعات الدقيقة جدًا التي تتكون بعد 10 دقائق على الأقل.
يتم إدخال 1غ من مسحوق النبات في أنابيب مع 10 مل من الماء المقطر، ثم يتم تسخين الخليط في حمام مائي عند درجة حرارة 85 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة، وبعد ذلك يتم رج كل أنبوب بقوة في وضع أفقي لمدة 15 ثانية تقريباً، وبعد ذلك تتم مقارنة ارتفاع الطحالب بعد 10 دقائق في حالة السكون. **(دوهو وآخرون، 2003؛ كوفي وآخرون، 2009).**

- لا رغوة = اختبار سلبي.
- طحالب أقل من 1 سم = اختبار إيجابي ضعيف.
- رغوة من 1 إلى 2 سم = اختبار إيجابي.
- رغوة أكبر من 2 سم = اختبار إيجابي جداً.

2-2-5 تحديد المركبات الفينولية الكلية

1. المبدأ

يتم تحديد المحتوى الكلي من البوليفينول باستخدام كاشف فولن-سيوكالتو **(سينجلتون وروسي، 1965)** وفقًا لطريقة فحص الصفيحة الدقيقة التي وصفها **مولر وآخرون، 2010.**
يتم اختزال كاشف FCR، الذي يتكون من خليط من حمض الفوسفوتونجستيك (H3PW12O40) وحمض الفوسفوموليبدك (H3PMO12O40)، أثناء أكسدة الفينولات. يتناسب اللون الأزرق الناتج مع إجمالي محتوى الفينول وله أقصى امتصاص حوالي 750 -765 نانومتر.
يتم تقدير تركيز البوليفينول الكلي من منحنى المعايرة الذي تم إنشاؤه باستخدام حمض الغاليك (0.2 ملغم/مل).

2. البروتوكول

أُضيف حجم 20 ميكرولتر من المستخلص النباتي إلى 100 ميكرولتر من البوليفينول المخفف (1:10) و75 ميكرولتر من كربونات الصوديوم (7.5%). في صفيحة ميكروية ذات 96 بئر، حُفظ الخليط في الظلام لمدة ساعتين ثم قُرئ عند 765 نانومتر.
تم تحضير صفيحة فارغة بنفس الطريقة، مع استبدال المستخلص بالمذيب المستخدم (الميثانول).

2-2-6 تحديد مركبات الفلافونويد

1. المبدأ

يعتمد تحديد مركبات الفلافونويد في المستخلصات على تكوين مركب معقد بين ثلاثي كلوريد الألومنيوم (AlCl3) والفلافونويد وفقًا لطريقة **(توبجو وآخرون، 2007)** وتستخدم مع بعض التعديلات لتحديدها على قوالب مجهرية ذات 96 خلية.

2. البروتوكول

أُضيف حجم 50 ميكرولتر من المستخلص المخفف إلى 20 ميكرولتر من NaNO2 متبوعًا بـ 20 ميكرولتر من كلوريد الألومنيوم و100 ميكرولتر من هيدروكسيد الصوديوم، وبعد 40 دقيقة تمت قراءة الامتصاص عند طول موجة 415 نانومتر. تم تحضير عينة فارغة عن طريق استبدال الكواشف بالميثانول (50 ميكرول من المستخلص + 150 ميكرول من الميثانول).
تم استخدام كيرسيتين كمنحنى معايرة الفلافونويد بتركيز 0.2 مغ/مل.

3-2 الانشطة البيولوجية

النشاط 01: تجربة المستخلص على الجلد

تجربة المستخلص الميثانولي على جلد فئران لمعرفة مدى فعالية النبات على نمو الشعر و ذلك ب حلق شعر الفار و وضع المستخلص على الجلد لمدة شهر على التوالي

النشاط 02 : مضاد الاكسدة

المكونات النشطة الرئيسية المضادة للاكسدة و التي تمنح سبيرولينا مكانتها بلا منازع كمضاد اكسدة قوي هي الفيكوسيانين و البيتا كاروتين و البوليفينول و ديسموتاز (SOD) و الفيتامينات و المعادن الاخرى الموجودة في هذه المادة .

و قد حددت العديد من الدراسات المختبرية In vitro و الحية In vivo هذا النشاط المحتمل ل سبيرولينا (او مستخلصاتها) و اظهرت ان العلاج بالسبيرولين يقلل بشكل كبير من الاجهاد التاكسدي (**2018Goulmbsse**) و يبطئ الشيخوخة و تدمير الخلايا (**Brth et Leo 2019**)

- البروتوكول التجريبي

DPPH-1:

1-1الكواشف المستخدمة

- Ethnol
- DPPH
- a-Tocophérol
- BHA
- BHT
- Quercetine ou Catéchine
- Extrait de plante

1-2الادوات المستخدمة

صفيحة ميكروسكوبية سعة 96 بئرا بحجم 200 ميكرولتر لكل بئر قارئ

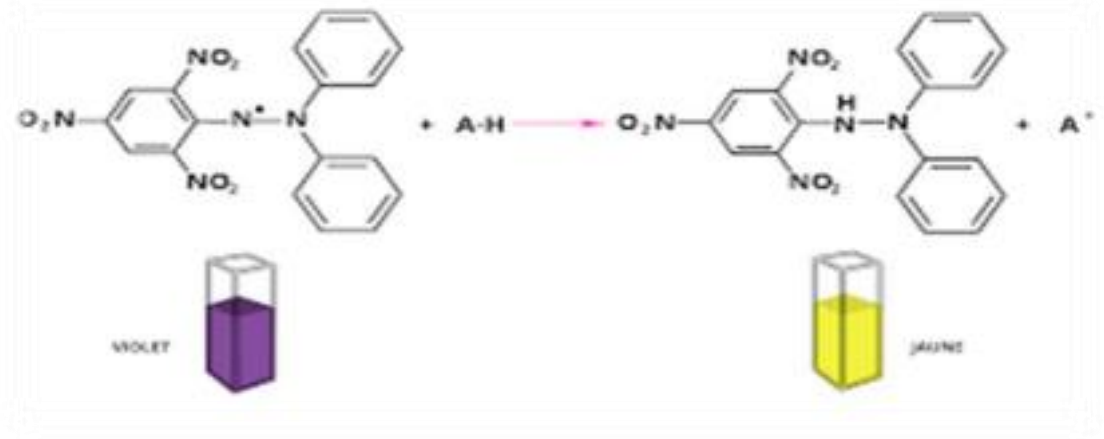
1-3 الجانب العملي

ا)- تحضير **DPPH**

نقوم باذابة 04 مغ من DPPH في حجم 100 مل من الميثانول , و يذوب جذر DPPH في الميثانول و يحفظ عند درجة 20°- بعيدا عن الضوء . تبلغ قيمة الامتصاصية 0.5 نانومتر (517) في مقياس الطيف الضوئي .

ب)- الاجراء

160 ميكرولتر DPPH + 40 ميكرولتر من مستخلص ثم القراءة في الجهاز **(Blois M.S 1958)**



الشكل19 : تفاعل مانح الهيدروجين (مضادات الأكسدة) مع جذر **DPPH**

FRAP :2

2-1 مبدا رد الفعل

يتم تحديد نشاط الطاقة المخفضة بطريقة أويازو (1986) مع تعديل طفيف.

2-2الكواشف المستعملة

- TCA
- K 3 [Fe(CN) 6]
- FeCl 3
- Phosphate buffer
- Eau distillée

2-3الإجراء

- 10 ميكرولتر من المستخلص + 40 ميكرولتر من مخزن الفوسفات العازل (50 + (PH 6.6 ميكرولتر من فيريسيانيد البوتاسيوم 1% K 3 [Fe(CN 6]) 1غرام في 100 مل من الماء (ثم نحتضنها في درجة حرارة 50 لمدة 20 د .
- بعد الحضن نضيف 50 ميكرولتر من حمض الخليك ثلاثي الكلور TCA 10%) 1 غرام من حمض الخليك مع 10 مل من الماء + 40 ميكرولتر من الماء + 10 ميكرولتر كلوريد الحديد 3FeCl 0.1% في 100 مل من الماء ثم القراءة 700 نانومتر.

Phynanthroline -3

3-1- مبدأ التفاعل :

يتم تحديد نشاط الفينانثرولين بطريقة **Szydlowska-Czerniaka(2008).**

3-2- الأداة المستخدمة :

قارئ صفيحة مجهرية ذات 96 خلية بحجم 200 ميكرولتر لكل بئر.

3-3- الكواشف المستخدمة :

- Phénanthroline
- Ferric chloride FeCl 3
- MeOH
- ماء مقطر
- BHT

3-4 التحضير :

- فينانثرولين (0.5%)

0.05 غ فينانثرولين في 10 مل MeOH

- كلوريد الحديديك FeCl3 (0.2%)

0.02 غ FeCl3 في 10 مل H2O

3-5الإجراء

10 ميكرولترمستخلص +50ميكرولتر 3FeCL(0.2%) 30ميكرولتر فيناثخولين (0.5%) + 110 ميكرولتر

MeOH وضعه في الحاضنة مدة 20دقيقة عند درجة حرارة °30 و القراءة على 510 نانومتر .

يستخدم BTH كمعيارStandard.

ABTS-4

4-1 مبدأ التفاعل :
يتم تحديد نشاط ABTS بطريقة ري وآخرون (1999).
4-2 الأداة المستخدمة :
قارئ الصفيحة المجهرية96 بئر.
4-3 الكواشف المستخدمة
ABTS-1
H2O -2

4-5 الإجراء المتبع
يتم خلط 160 ميكرولتر من محلول ABTS+ مع 40 ميكرولتر من المستخلص بتركيزات مختلفة. بعد 10 دقائق من الحضانة في درجة حرارة الغرفة، تم قياس امتصاصية الخليط عند 734 نانومتر.
بالنسبة للفراغ، تمت إضافة حجم 40 ميكرول من الميثانول و160 ميكرول من ABTS+ إلى الآبار الأخيرة من اللوحة. بعد 10 دقائق في درجة حرارة الغرفة، تمت قراءة الصفيحة عند 734 نانومتر.

%d'inhibition= [(Ac-Ae)/Ac] ×100 نسبة التثبيط

Ac: درجة امتصاص عنصر التحكم / **Ae**: درجة امتصاص المستخلص

النشاط03: ضد السمية
درس شاستري وآخرون (1999) التأثير الوقائي لسبيرولينا ضد سمية في الفئران البيضاء وسجلوا زيادة واضحة في معدل البقاء على قيد الحياة عن طريق إعطاء سبيرولينا. في الآونة الأخيرة، درس **عبيد وآخرون (2017)** التأثير الوقائي لسبيرولينا بلاتنسيس ضد سمية الكبد الناتجة عن العلاج جسيمات النحاس النانوية. وأكدوا الدور المفيد لـ S.platensis كمضاد للأكسدة الذي أدى إلى تحسين المعايير الوظيفية للكبد **(راجيش2015؛ شاو وآخرون، 2019).**

3-1 المواد النباتية
تتكون من مستخلصات الهيدروميثانول من نباتات

3-2 المواد الحيوانية
استخدمنا ذكور الفئران البالغة من سلالة ويستار التي يتراوح وزنها بين 150 غ و300 غ,تم الحصول عليها من قسم بيولوجيا الحيوان في جامعة الإخوة منتوري.
تم الاحتفاظ بالجرذان تحت ظروف مخبرية قياسية (25 درجة مئوية) مع دورة من 12/12 ساعة (ضوء/ظلام)، وكان الطعام وماء الصنبور متاحين حسب الحاجة.

3-3الكواشف
- مستخلص ميثانولي لنبات السبيرولين (2000 مغ/كغ)

3-4 البروتوكول التجريبي
تم تكييف هذه الدراسة التجريبية من تلك الموصوفة في المبدأ التوجيهي 423 (2001,OECD)
تم إبقاء الفئران طوال الليل مع إمكانية الحصول على الماء، ولكن بدون طعام، بعد إعطاء المستخلصات النباتية عن طريق التجرع.

وأعطيت المستخلصات النباتية عن طريق التطعيم بجرعة 2000 ملغ/كغ من وزن الجسم
تمت ملاحظة سلوكهم (لوحظت معايير مثل الجلد والفراء والعينين والأغشية المخاطية
والرعشة والتشنجات وإفراز اللعاب والإسهال والخمول والنوم والغيبوبة، بالإضافة إلى الجهاز التنفسي والدورة الدموية والجهاز العصبي اللاإرادي والمركزي والنشاط الجسدي ، والنشاط الحركي الجسدي والسلوكي، وكذلك عدد
الوفيات) على مدار 24 ساعة.

الفصل الثاني النتائج و المناقشة

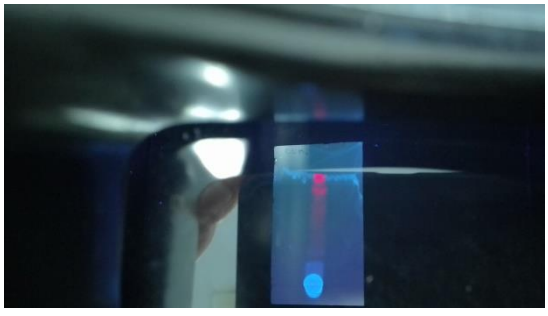
الفصل الثاني : النتائج و المناقشة

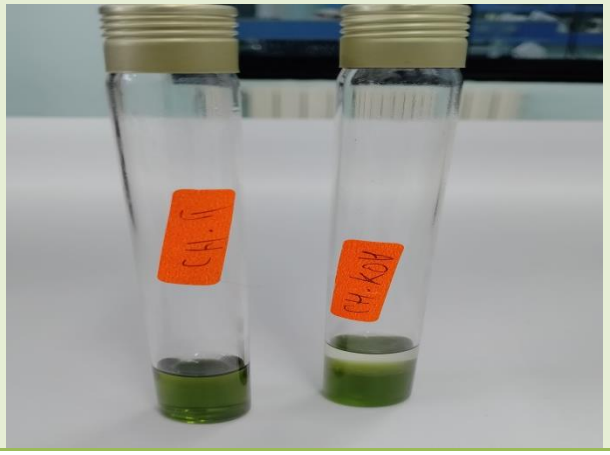
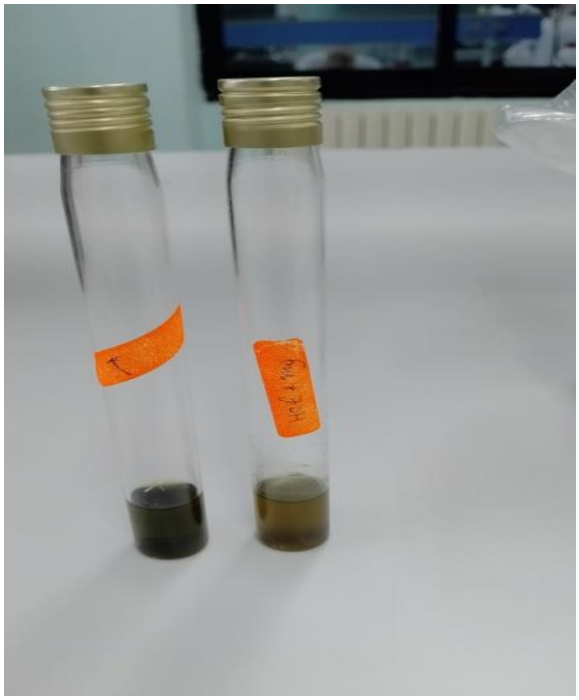
النتائج

1- الفحص الكميائي النباتي (الكشف عن المستقبلات الثانوية)

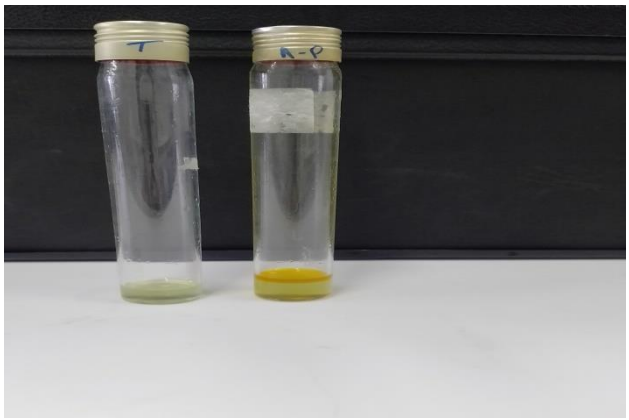
تم إجراء تحقيق أولي في الكيمياء النباتية، وكشف عن العديد من المستقلبات الثانوية المختلفة. يوضح الجدول و الصور نتائج الاختبارات الكيميائية النباتية التي أجريت على المستخلص الميثانولي المائي من سبيرولينا بلاتنسيس ***Spirulina platensis***.

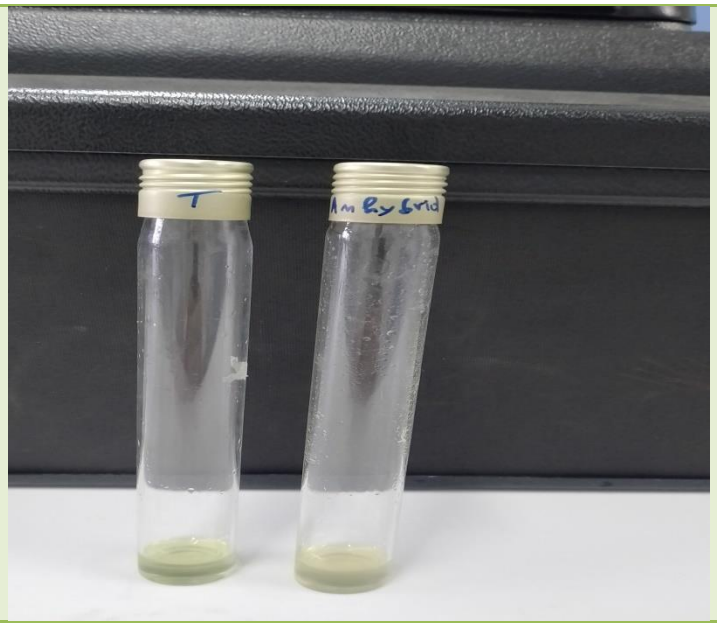
جدول : نتائج الاختبارات الكيميائية النباتية التي أجريت على السبيرولينا

الاختبار	الصورة	النتيجة
العفص		+++
الكومارين		+++

انتراكينون		-
فلافونويد		+
السابونوزيد		+++

ستيرول		-

الستيرويدات اللاكتونية		+++

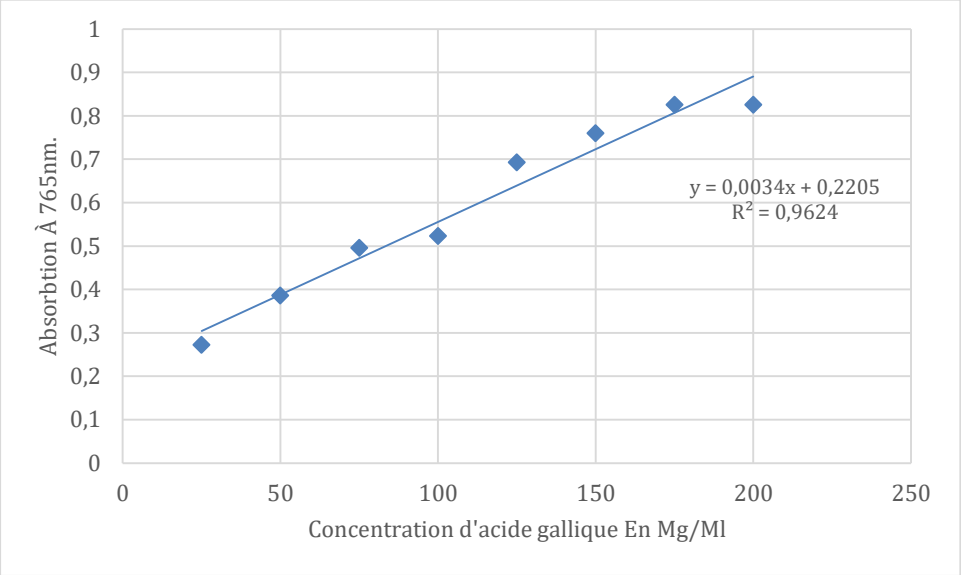
التريتيربينات		++
الالكالويدات	/	+

ملاحظة : (-) غياب كلي (+) وجود طفيف (++) وجود بكمية معتبرة (+++) وجود بكمية هائلة

- **المناقشة :**النتائج التجريبية لفحص المواد الكيميائية النباتية التي تم الحصول عليها من مسحوق المستنفد بواسطة الميثانول (70٪) المذكورة في الجدول وفي الصور تظهر وجود القلويدات والتربينويدات وكذلك العفص والكومارين والسابونوسيدات بكميات كبيرة والسابونوسيدات. اما الفلافونويدات بكميات لاباس بها ومع ذلك، فإن اختبارات الأنثوسيانين والأنثراكينونات أسفرت عن استنتاج سلبي.
تفرز سبيرولينا كميات متغيرة من المنتجات الأيضية مثل الأحماض العضوية والفيتامينات الأحماض العضوية والفيتامينات **(سانشيز وآخرون، 2003).**

2- تحديد المركبات الفينولية الكلية :

تم تحديد المحتوى الكلي للبوليفينول باستخدام كاشف فولن-سيوكالتو (سينجلتون وروسي، 1965)، وفقًا لطريقة فحص الصفيحة الدقيقة التي وصفها مولر وآخرون، 2010.
استُخدم حمض الغاليك كمعيار، وعُرضت النتائج التي تم الحصول عليها في منحنى معايرة بالمعادلة
y = 0.0034x + 0.1044



الشكل 20: منحنى معايرة حمض الغاليك.

جدول04: إجمالي محتوى البوليفينول

المستخلص	المحتوى الفينولي الكلي (µg QE/ml)
مستخلص ميثانولي لنبات سبيرولين	**ND**

ND: غير موجود

- **التعليق:** كانت كمية الفينولات في المستخلص الميثانولي لنبات السبيرولين منخفضة للغاية.

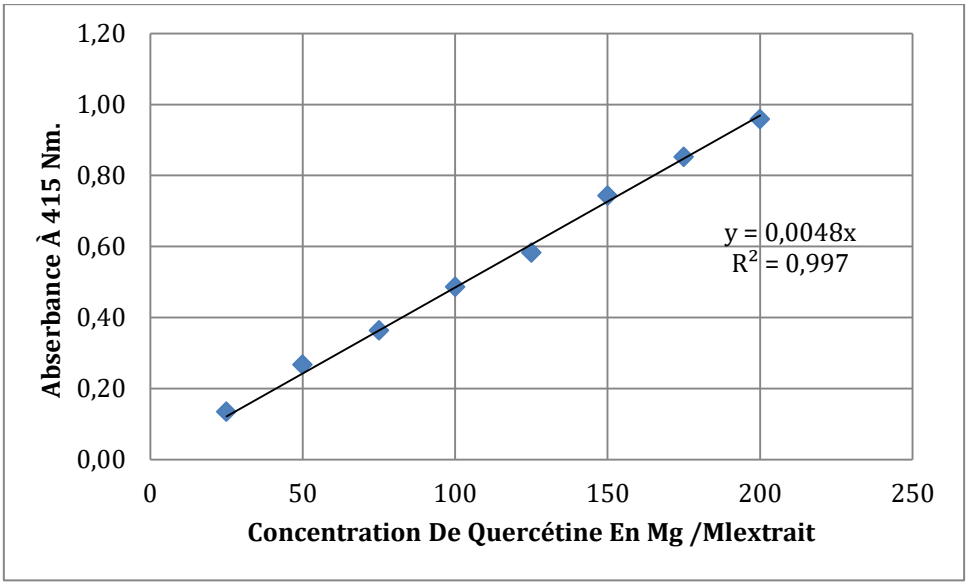
- **المناقشة** : في نتائج أخرى، باستخدام الميثانول كمذيب، حصل **كوساليك وآخرون,**

2013) الحصول على كمية من البوليفينول الكلي تساوي 1.56 ± 38.4 (µg EQ/mg) من المستخلص.
حصل **بوسهل وآخرون (2013)** على 2.5± 33.65 (µg EQ/mg) من المستخلص. هذه النتائج أقل من نتائجنا.

- يرجع سبب هذا الاختلاف في المركبات الفينولية إلى الظروف المناخية التي تعيش فيها السبيرولين

3- تحديد مركبات الفلافونويد

يعتمد تحديد مركبات الفلافونويد في المستخلصات على تكوين مركب معقد بين كلوريد الألومنيوم 3 والفلافونويد، مع أقصى امتصاصية عند 430 نانومتر.
استُخدم الكيرسيتين كمعيار، وكان منحنى المعايرة له المعادلة: **(Y=0.048X)** مع **R^2= 0.997**.



الشكل20: منحنى معايرة الكيرسيتين

الجدول05: محتوى الفلافونويد الكلي

المستخلص	محتوى الفلافونويد الكلي (µg QE/ml)
مستخلص ميثانولي لنبات سبيرولين	27.56 ±4.41

المناقشة : تم حساب تركيز مركبات الفلافونويد الموجودة في المستخلصات النباتية بالرجوع إلى منحنى المعايرة الذي تم الحصول عليه باستخدام الكيرسيتين كمعيار، حيث تبين أن مستخلص السبيرولين

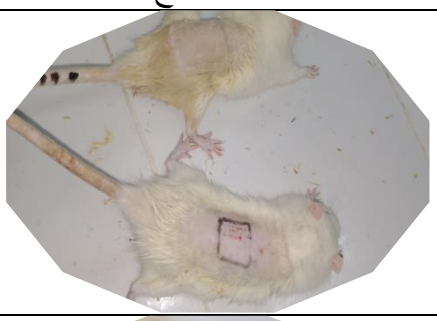
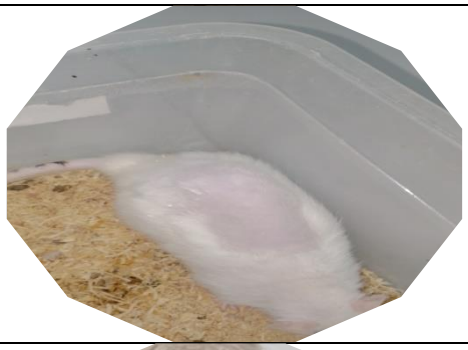
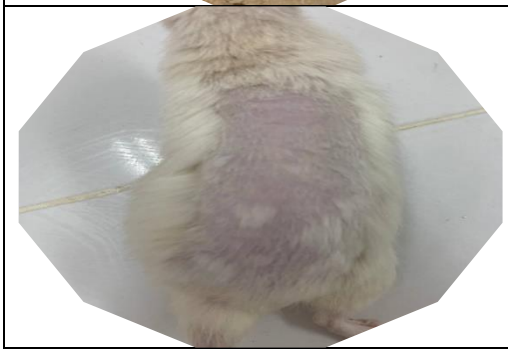
ومقارنة بالدراسة التي أجراها **(صحراوي، 2019)**، فقد وصلت إلى قيم عالية عالية مقارنة بدراستنا التي قدرت بـ 0,008 ± 40,63(µg EQ/mg) من المستخلص.

- ويرجع سبب هذا الاختلاف في المركبات الفينولية إلى الظروف المناخية التي تعيش فيها سبيرولينا.

3-الانشطة البيولوجية:

1-3 النشاط 01: تجربة المستخلص الميثانولي المخفف على الجلد

جدول: يمثل نتائج النشاط البيولوجي الاول

المدة	النتائج	الشاهد
اليوم الاول		/
اليوم8		
اليوم20		

الاشكل هي صور شخصية

- **التعليق:**نلاحظ تسارع نمو الشعر في الفئران المعالجة بالمستخلص مقارنة بالئران الطبيعية حيث في اليوم 20 اكتمل نمو الشعر على عكس الشاهد الذي مازال يواصل النمو كما نلاحظ عدم وجود أي التهاب على مستوي الجلد

المناقشة : يمكن ان تساهم السبيرولينا في تحسين صحة الشعر و نموه لعدة اسباب
غنية بالعناصر الغذائية تعد السبيرولينا مصدرا غنيا بالعديد من العناصر الغذائية التي تعزز صحة الشعر بما في ذلك البروتين و الحديد و الزنك و الفيتامينات **B12**و **A** و **E**
- تحتوي السبيرولينا على مضادات الاكسدة القوية التي تحارب الجذور الحرة مما **:**مضادات الاكسدة يساعد على حماية الشعر من التلف الناتج عن العوامل البيئية مثل التلوث و الاشعة فوق البنفسجية
- تساعد السبيرولينا على تحسين الدورة الدموية في فروة الراس مما يغذي **:**تحسين الدورة الدموية بصيلات الشعر و يعزز نموها
- تظهر بعض الدراسات ان السبيرولينا لها خصائص للالتهابات التي قد تساعد **:**مضادات للالتهابات في علاج بعض حالات تساقط الشعر مثل التهاب فروة الراس

.

3-2النشاط02 :مضاد الاكسدة

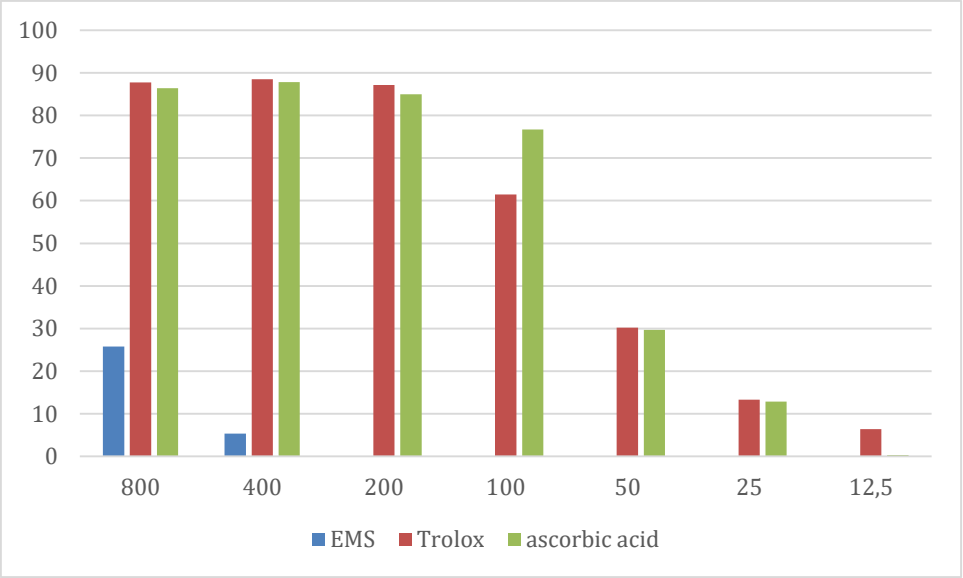
3-2-1: DPPH معدل تثبيط الجدور الحرة

لتحديد معدل تثبيط الجذور الحرة لـ **DPPH**، استخدمنا معادلة المنحنيات القياسية، ألفا توكوفيرول **α-tocophérol** وحمض الأسكوربيك وزمن تثبيط الجذور الحرة لـ **DPPH** بواسطة المستخلص الميثانولي للجذور الحرة **DPPH** والنتائج معروضة في الجدول

الجدول : يمثل نتائج معدل تثبيط الجدور الحرة**DPPH**

	12.5	25	50	100	200	400	800	IC_{50} (µg/ml)
1	NA	NA	NA	NA	NA	5,36±1,78	25,80±3,68	>800
	0.78125	1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50	IC_{50} (µg/ml)
Trolox	6.42±0.91	13.33±2.14	30.19±0.67	61.48±2.98	87.16±0.28	88.46±0.11	87.72±0.47	5.12±0.21
Ascorbic acid	0.31±1.02	12.90±0.28	29.69±0.39	76.67±0.37	84.94±0.84	87.78±0.49	86.36±0.21	4.39±0.01

	R1	R2	R3	
Trolox	4.89	5.15	5.30	5.12±0.21
Ascorbic acid	4.39	4.38	4.40	4.39±0.01



الشكل22 : اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار **DPPH**

- **المناقشة:**

أظهرت نتائج جدول تثبيط الجذور الحرة **DPPH** لمستخلص سبيرولين عند التراكيز (12.5, 25, 50, 100و 200) انه لا يوجد نشاط تأكسدي, و عند تراكيز 400 و 800 نسجل وجود نشاط تأكسدي. حيث يزيد التركيز الممغنط **IC50** عن 800 ميكروغرام/مل، مما يشير إلى فعالية محدودة كمضاد للأكسدة.

أظهرت مضادات الأكسدة القياسية، الترولوكس وحمض الأسكوربيك فعالية أقل بكثير، حيث بلغت 5.1ميكروغرام/مل و4.39 ميكروغرام/مل على التوالي، مما يؤكد فعاليتهما الفائقة.

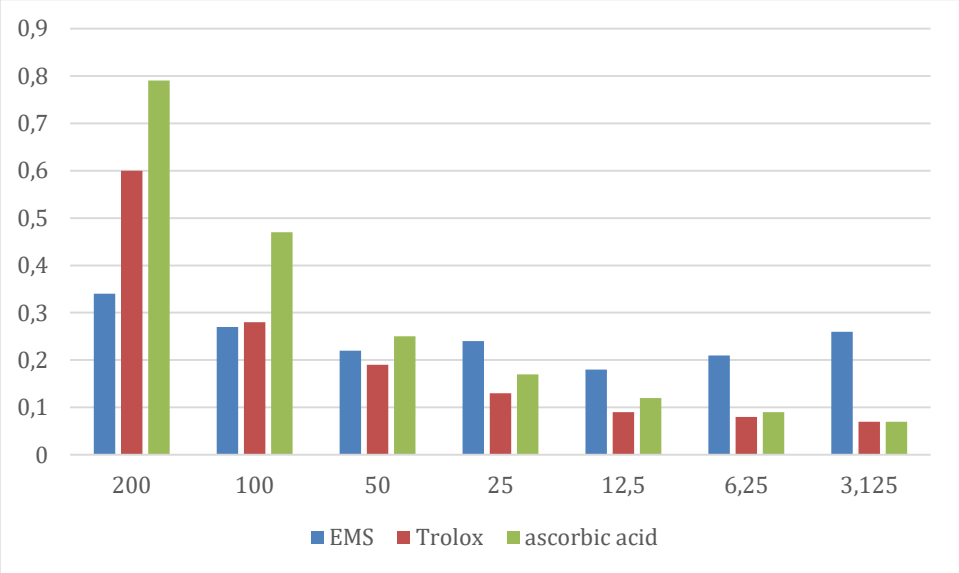
FRAP 2-2-3:

يُعتبر اختبار **FRAP** أحد أفضل وأبسط وأقدم الاختبارات المعتمدة وأكثرها موثوقية ***(كاتالينيك وآخرون 2005)*** الذي يبحث في فعالية مضادات الأكسدة من حيث قدرتها على مسح مختلف الجذور الحرة، ويستخدم بشكل عام لدراسة مدى تثبيط المستخلصات لعملية الأكسدة.

الامتصاص الضوئي الناتج عن ظهور اللون الأزرق الناتج عن انعكاس مضادات الأكسدة من **Fe3**+ إلى **Fe2**+ في منتصف التفاعل الحمضي (بنزي1999).

الجدول 08: يمثل نتائج اختبار **FRAP**

	3.125	6.25	12.5	25	50	100	200	$A_{0,5}$ (µg/ml)
1	0,18±0,03	0,21±0,05	0,22±0,10	0,24±0,05	0,26±0,03	0,27±0,01	0,34±0,03	>200
	0.0976 µg	0.195µg	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	$A_{0,5}$ (µg/ml)
Trolox	0.07±0.00	0.08±0.00	0.09±0.01	0.13±0.00	0.19±0.02	0.28±0.05	0.60±0.04	5.25±0.20
Ascorbic acid	0.07±0.00	0.09±0.01	0.12±0.01	0.17±0.01	0.25±0.02	0.47±0.03	0.79±0.09	3.62±0.29



الشكل 23: اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار **FRAP**

المناقشة:

تم قياس القدرة الاختزالية لمستخلص السبيرولين بتركيزات تتراوح بين 3.125 إلى 200 ميكروغرام/مل. يتم التعبير عن قوة الاختزال في صورة امتصاصية عند طول موجي محدد (عادةً 700 نانومتر)

تُظهرالسبيرولين زيادة تدريجية في قوة الاختزال مع زيادة التركيز، حيث تتراوح من 0,18±0,03 عند 3.125 ميكروغرام/مل إلى 0,34± 0,03 عند 200 ميكروغرام/مل. . حيث يزيد التركيز الممغنط **IC50** عن 800 ميكروغرام/مل، مما يشير إلى فعالية محدودة كمضاد للأكسدة.

يشير هذا إلى أن المستخلص يظهر ان قوة الاختزال تعتمد على الجرعة، وهو مقياس لقدرته المضادة للأكسدة.

استُخدم الترولوكس وحمض الأسكوربيك كمضادات أكسدة مرجعية، وتم قياس قدرتهما الاختزالية بتركيزات أقل بكثير تتراوح بين 0.0976 و6.25 ميكروجرام/مل.

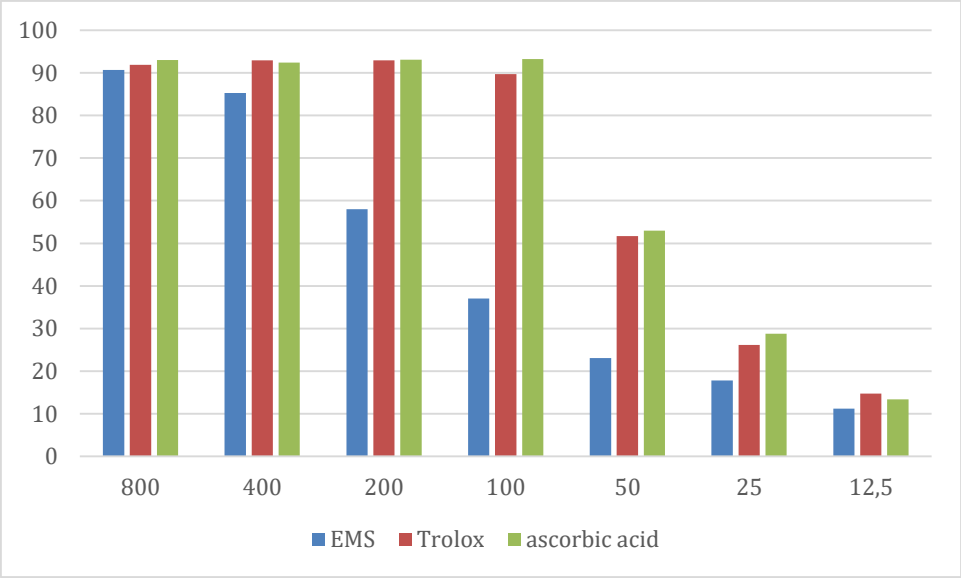
سجل الترولوكس زيادة في القدرة الاختزالية من 0.07 ± 0.00 عند 0.0976 ميكروغرام/مل إلى 0.60 ± 0.04 عند 6.25 ميكروغرام/مل. وكذلك حمض الأسكوربيك أيضًا زيادة في قوة الاختزال من 0.07 ± 0.00 عند 0.0976 ميكروغرام/مل إلى 0.79 ± 0.09 عند 6.25 ميكروغرام/مل.

وجود علاقة واضحة بين الجرعة والاستجابة لكلا المعيارين، حيث أظهر حمض الأسكوربيك قوة اختزال أعلى قليلاً من الترولوكس بتركيزات مماثلة.

ABTs 3-2-3

الجدول 09: يمثل نتائج اختبارABTs

	12.5	25	50	100	200	400	800	IC_{50} (µg/ml)
1	11,23± 1,12	17,80± 0,97	23,09± 1,38	37,02± 1,08	58,00± 0,51	85,22± 1,87	90.63± 0,42	162,96 ±2,94
	0.78125	1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50	IC50 (µg/ml)
Trolox	14.74± 0.37	26.15± 0.65	51.70± 1.51	89.72± 0.67	92.89± 0.19	92.89± 0.19	91.84± 1.19	3.21±0.06
Ascorbic acid	13.43± 0.82	28.76± 0.67	52.94± 0.94	93.21± 0.11	93.08± 0.19	92.40± 0.88	92.96± 0.11	3.04±0.05



الشكل 24: اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار ABTs

المناقشة .

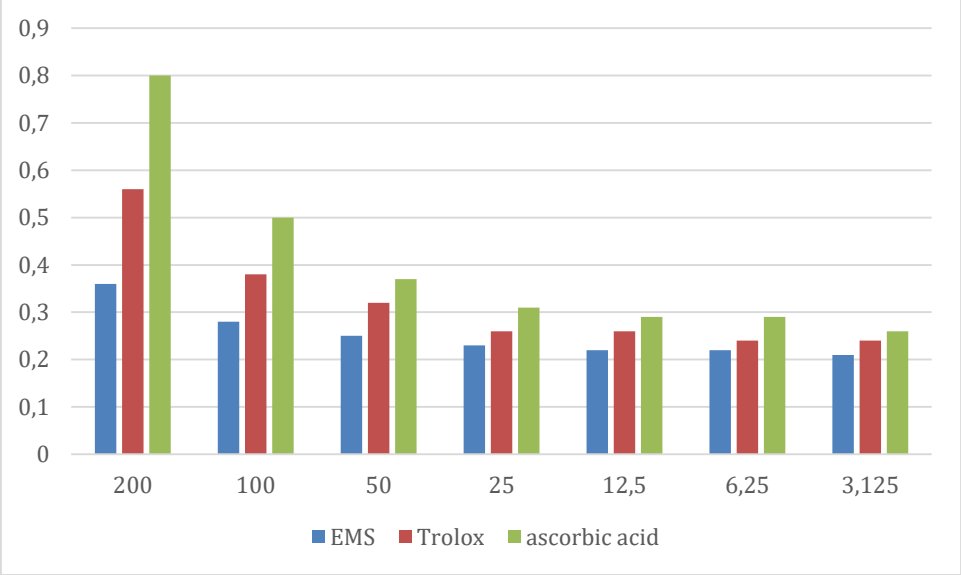
يتميز مستخلص السبيرولين بنشاط معتدل مضاد للأكسدة، حيث يبلغ التركيز الممغنط IC_{50} **162,96±2,94** ميكروغرام/مل، وهو فعال ولكنه أقل فعالية من المعايير .

يعد الترولوكس وحمض الأسكوربيك من مضادات الأكسدة الفعالة للغاية، حيث يبلغ التركيز الفعال لنصف العينة **IC50 3.21 ± 0.06** ميكروغرام/مل و 3.04 ± 0.05 ميكروغرام/مل على التوالي، حيث أن حمض الأسكوربيك أكثر فعالية من الترولوكس..

phénanthroline 4-2-3

الجدول10 : يمثل نتائج اختبار**phénanthroline**

	3.125	6.25	12.5	25	50	100	200	$A_{0,5}$ (µg/ml)
1	0,21±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01	0,23±0,01	0,25±0,01	0,28±0,01	0,36±0,02	>200
	0.0976 µg	0.195µg	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	$A_{0,5}$ (µg/ml)
Trolox	0.25±0.01	0.24±0.01	0.26±0.01	0.26±0.00	0.32±0.01	0.38±0.01	0.56±0.02	5.21±0.27
Ascorbic acid	0.26±0.01	0.29±0.00	0.29±0.02	0.31±0.01	0.37±0.01	0.50±0.00	0.80±0.00	3.08±0.02



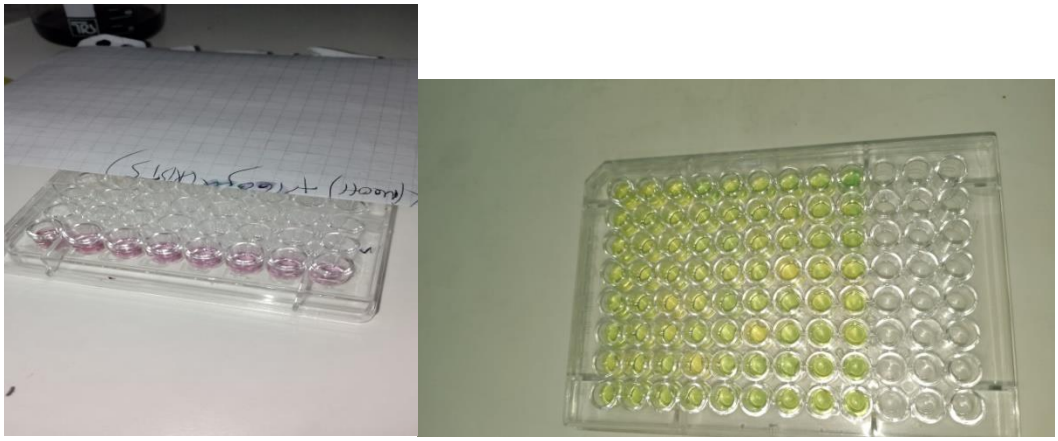
الشكل 25: اعمدة بيانية توضح نتائج اختبار phenantrpline

المناقشة

يقيس الفينانثرولين النشاط المضاد للأكسدة من خلال تحديد قدرة المركبات على تقليل مركب الحديد-الفينانثرولين. تُعرض النتائج التالية لنبات السبيرولين و بتركيزات مختلفة (بالميكروغرام/مل) سجل مستخلص السبيرولين زيادة طفيفة في قوة الاختزال مع التركيز، حيث تراوحت من **0,28±0,01** عند 3.125 ميكروغرام/مل إلى 0.36 ± 0.02 عند 200 ميكروغرام/مل. حيث يزيد التركيز الممغنط $A_{0.5}$ عن 800 ميكروغرام/مل، مما يشير إلى فعالية محدودة كمضاد للأكسدة.

أظهر المعياران، الترولوكس وحمض الأسكوربيك، النتائج التالية بتركيزات أقل بكثير:

أظهر الترولوكس زيادة في قوة الاختزال من 0.25 ± 0.01 عند 0.0976 ميكروجرام/مل إلى 0.56 ± 0.02 عند 6.25 ميكروغرام/مل



الشكل 26:يوضح plaque 96 puits النشاط المضاد للاكسدة(صورة شخصية)

الخاتمة

الخاتمة :

سبيرولينا ، طحالب خضراء مزرقة، تم تقديمها على أنها طحالب معجزة لها آلاف الفضائل، وقد تم استهلاك هذه البكتيريا الزرقاء منذ مئات السنين .في ضوء الخصائص الغذائية التي لا مثيل لها للسبيرولينا، فضلا عن العدد المتزايد من المنشورات العلمية التي تحلل هذا الجانب أو ذاك، يبدو بوضوح أن السبيرولينا يجب أن تشهد تطورا كبيرا في السنوات القادمة، سواء في البلدان الصناعية أو في البلدان... ...المتضررة من سوء التغذية .

يمكن استخدام مصطلح "المغذيات" في هذا الصدد، وهو مزيج من الغذاء والدواء، حيث أن عدد ونوعية الدراسات العلمية حول السبيرولينا تشهد على قيمتها الغذائية حقيقية وتأثيراتها العلاجية. سبيرولينا بلاتينسيس، وهي أكثر أنواع السبيرولينا انتشاراً، هي بكتيريا زرقاء تنتمي إلى مجموعة كبيرة من الطحالب الخضراء المزرقة. في حالتها الطبيعية، توجد بشكل رئيسي في المياه المالحة والقلوية والدافئة في أفريقيا وأمريكا الوسطى. وهي غنية بالفيتامينات والبروتينات والدهون والمعادن والعناصر النادرة، وهي غذاء متكامل للغاية بالنسبة للأشخاص في البلدان النامية. ويستخدم لقيمته الغذائية لمكافحة سوء التغذية المنتشر في بلدان العالم الثالث. وفي البلدان المتقدمة، يُستخدم في البلدان المتقدمة لتكملة النظام الغذائي وكإجراء وقائي. يتم الترويج له بشكل متزايد في المتاجر العضوية ووسائل الإعلام، وغالبًا ما يتم تقديم السبيرولينا على أنها "عشب بحري له ألف فضيلة". ومن خلال عرضها كمكمل غذائي، تبرز الإمكانات الاقتصادية والتجارية للسبيرولينا مع خطر الترويج لأنشطة غير دقيقة وتضليل المستهلكين في نهاية المطاف.

لذلك كان الهدف من هذه الأطروحة هو تقييم المعرفة العلمية الحالية، حيث أن الصيدلي الذي يصرف الأدوية هو أخصائي صحي محلي يسهل الوصول إليه ويلجأ إليه المرضى في مجموعة كاملة من الأسئلة المتعلقة بالصحة. بالإضافة إلى معرفتهم الصيدلانية، فإن الصيادلة في وضع جيد للإجابة على بعض الأسئلة، أو على الأقل لإطلاع المرضى على القضايا العلمية. سبيرولينا، وهو موضوع شائع بشكل متزايد في وسائل الإعلام، هو أحد الموضوعات التي يواجهها الصيادلة بالفعل على المنضدة، ومن واجبهم تقديم معلومات تتماشى مع المعرفة الحالية.

أخيرًا، وبسبب تركيبته الطبيعية، يبدو أن للسبيرولينا تأثيرًا محفزًا على الجهاز المناعي، مما يجعله أكثر مقاومة للهجمات الخارجية، وخاصة الهجمات الفيروسية. كما أن له تأثير إيجابي على إدارة بعض اضطرابات الجهاز الهضمي من خلال تحفيز الهضم وحماية الجراثيم المعوية. ثم، من خلال العمل على بعض المعايير مثل الكوليسترول وأغشية الخلايا، يُعتقد أنه يلعب دورًا وقائيًا في أمراض القلب والأوعية الدموية. وبفضل نشاطها الخافض لسكر الدم، يُعتقد أنها مفيدة في الوقاية من داء السكري من النوع الأول

والنوع الثاني، ويمكن استخدامها في إدارة هذه الحالات. يُقال أيضًا أن السبيرولينا المعروفة على نطاق واسع كمضاد للأكسدة، تساعد في الوقاية من اضطرابات الجهاز العصبي المركزي مثل مرض باركنسون وإدارة اضطرابات الحساسية من خلال تحسين مستويات الغلوبولين المناعي E.

بالإضافة إلى نشاطه في الأمراض المذكورة أعلاه، فهو مكمل مناسب للنظام الغذائي لبعض الفئات السكانية المستهدفة مثل: المراهقين والرياضيين وكبار السن والأشخاص الذين يتبعون نظامًا غذائيًا صارمًا (نباتي ونباتي) والحيوانات .

ومع ذلك، هناك عدد من الاحتياطات التي يجب اتخاذها، وهذا هو السبب في أن دور الصيدلي ضروري، وقد يكون قادرًا على التوصية بالمشورة الطبية قبل تناول أي مكملات. الأشخاص الذين يعانون من النقرس أو أمراض المناعة الذاتية أو داء ترسب الأصبغة الدموية هم من الفئات السكانية الحساسة التي لا ينصح باستهلاك السبيرولينا. يجب على الأشخاص الذين يتناولون مضادات التخثر الفموية أو مثبطات المناعة عدم تناول السبيرولينا دون استشارة طبية.

تتمتع سبيرولينا حالياً بوضع المكملات الغذائية. ونظراً للتجارب السريرية المختبرية الواعدة التي تم نشرها بالفعل، سيكون من المفيد إجراء المزيد من التجارب على نطاق واسع للتحقق من أنشطته العلاجية.

ربما في يوم من الأيام سيتم منحه صفة الدواء؟ ربما تظهر لنا الدراسات المستقبلية الخصائص العلاجية التي ستجعل من السبيرولينا دواءً؟

في الواقع، الأطعمة فقط هي التي تحتوي على عناصر جوهرية تسمح للجسم بالحفاظ على صحة جيدة، وهو ما أعطى المعنى الكامل لقول أبقراط الشهير: "ليكن طعامك دوائك، ودواءك في طعامك".

المراجع

Abdo SM, Hetta MH, El-Senousy WM, El RAS. Antiviral Activity of Freshwater Algae. J Appl Pharm Sci. 2012;5.

acidophilus modulates intestinal pain and induces opioid and cannabinoid receptors. Nat Med. janv2007;13(1):35-7.

Aissaoui O, Amiali M, Bouzid N, Belkacemi K, Bitam A. Effect of Spirulina platensis ingestion on the abnormal biochemical and oxidative stress parameters in the pancreas and liver of alloxan-induced diabetic rats. Pharm Biol. déc 2017;55(1):1304-12.

Akhondzadeh S, Mohammadi M-R, Khademi M. Zinc sulfate as an adjunct to methylphenidate for the treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: a double blind and randomized trial [ISRCTN64132371]. BMC Psychiatry. 8 avr 2004;4:9.

antibactérienne des algues brunes et rouges de la côte d'El Jadida pour une valorisation

antidiabetic activity of Spirulina fusiformis against streptozotocin-induced diabetic Wistar albino rats.3 Biotech. févr 2018;8(2):129. Antioxidant Activity in Different Types of Berries. Int J Mol Sci. 16 oct 2015;16(10):24673-706.

Appel K, Munoz E, Navarrete C, Cruz-Teno C, Biller A, Thiemann E. Immunomodulatory and Inhibitory Effect of Immulina®, and Immunloges® in the Ig-E Mediated Activation of RBL-2H3 Cells. A New Role in Allergic Inflammatory Responses. Plants Basel Switz. 26 févr 2018

Ayehunie S, Belay A, Baba TW, Ruprecht RM. Inhibition of HIV-1 replication by an aqueous extract of Spirulina platensis (Arthrospira platensis). J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirology Off Publ Int Retrovirology Assoc. 1 mai 1998;18(1):7-12.

Bazureau É. Effets de quatre semaines de complémentation en spiruline sur les fibres

Bermejo-Bescós P, Piñero-Estrada E, Villar del Fresno ÁM. Neuroprotection by Spirulina

Bilici M, Yildirim F, Kandil S, Bekaroğlu M, Yildirmiş S, Değer O . Double-blind,

biotechnology. Taylor and Francis. UK, USA. [en ligne]. 233p

bleues et rouges. Les Euglèniens, Péridiniens et Cryptomonadines. France. Boubée. 512 p

Bourrelly, P. (1970). Les algues d'eau douce, initiation a la systématique. Les algues

Brooker C. Le corps humain: Étude, structure et fonction. De Boeck Supérieur; 2000. 596p.

Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco. Numéro spécial 12.Monaco. Musée

Castenholz, RW., Rippka, R., Herdman, M. et Wilmotte, A. (2001). Form-genus I.

Chamorro G, Pérez-Albiter M, Serrano-García N, Mares-Sámano JJ, Rojas P. Spirulina maxima pretreatment partially protects against 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine neurotoxicity. Nutr Neurosci. déc 2006;9(5-6):207-12.

Charpy L., Langlade M-J, Alliod R (2008). La spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique)

Cohen Z, Norman HA, Heimer YM. Microalgae as a source of omega 3 fatty acids. World Rev Nutr Diet. 1995;77:1-31.Compounds. J Mar Biol. 2013;2013:1-8.

Daoud HM, Soliman EM. Evaluation of Spirulina platensis extract as natural antivirus against débat: Collection Essai. ECLM. [en ligne]. 198 p.

Debleds, J-P. (2015). La parallaxe de Mercator. Volume 2. The book Edition. [en ligne]. Disponible sur: http://www.who.int/fr Doin. 166 p.

Doumenge, F., Durand-Chastel, H. et Toulemont, A. (1993). Spirulina, algue of life.

Dupire J. La spiruline un superaliment. Guy Trédaniel; 2016. 151 p.

Dupont DP. Les oligo-éléments: équilibre vital. Diffusion rosicrucienne; 2014. 301 p.

Esposito E, Rotilio D, Di Matteo V, Di Giulio C, Cacchio M, Algeri S. A review of specific dietary antioxidants and the effects on biochemical mechanisms related to neurodegenerative processes.Neurobiol Aging. oct 2002;23(5):719-35.

FAO (2004). Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, 111-148.

Floc'h, J-Y., Leclerc, V. (2010). Les secrets des algues. France. Quae. 168 p

foot and mouth disease virus strains (A, O, SAT2). Vet World. oct 2015;8(10):1260-5.

Fott B 1997 Algenkunde 2eme edition Jana [1re edition 1959]:Gustav Fischer 581 p 246p

Fromme R, Katiliene Z, Fromme P, Ghirlanda G. Conformational gating of dimannose binding to the antiviral protein cyanovirin revealed from the crystal structure at 1.35 Å resolution. Protein Sci Publ Protein Soc. mai 2008;17(5):939-44.

Gandhi MJ, Boyd MR, Yi L, Yang GG, Vyas GN. Properties of cyanovirin-N (CV-N):

Gargouri M, Hamed H, Akrouti A, Dauvergne X, Magné C, El Feki A. Effects of Spirulina

GARON-LARDIERE, S. (2004). Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue

Gayral, P. (1975). Les algues, morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Paris.

GERALDINE, D. & CELINE, L. (2009). Les algues, le trésor de la mer. Haute école de

Goffinet A. Anatomie clinique du système nerveux central. Presses universitaires de Namur;1994. 306 p.

Guide P. La spiruline et ses bienfaits: Les vertus de l'algue bleu-vert... Éditions Aedis; 2015. 21p.

Habib MAB. (2008) A review on culture, production and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. 33 p)

Haddad PS, Azar GA, Groom S, Boivin M. Natural Health Products, Modulation of Immunen Function and Prevention of Chronic Diseases. Evid Based Complement Alternat Med. Déc 2005;2(4):513-20.

Hernández-Corona A, Nieves I, Meckes M, Chamorro G, Barron BL. Antiviral activity of Spirulina maxima against herpes simplex virus type 2. Antiviral Res. déc 2002;56(3):279- .

Huang J, Bai S, Hu Z, Yang C, Zhu D, Shi J. [Effects of spirulina on serum lipids, erythrocyte

Huang ZX, Mei XT, Xu DH, Xu SB, Lv JY. [Protective effects of polysacchride of Spirulina platensis and Sargassum thunbeergii on vascular of alloxan induced diabetic rats]. Zhongguo ZhongYao Za Zhi Zhongguo Zhongyao Zazhi China J Chin Mater Medica. févr 2005;30(3):2115.

inactivation of HIV-1 by sessile cyanovirin-N (sCV-N). Dev Biol. 2000;102:141-8.

Konofal E, Lecendreux M, Deron J, Marchand M, Cortese S, Zaïm M, . Effects of iron

L. Evets, . Means to normalize the levels of immunoglobulin E, using the food supplementSpirulina. Grodenski State Med Univ Russ Fed Comm Pat Trade Pat 19RU 112005486. 1994;

LAKHDAR, F. (2018). Contribution à l'étude des potentialités antiproliférative et

Lako J, Craige Trenerry V, Wahlqvist M, Wattanapenpaiboon N, Sotheeswaran S, Premier R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. Food Chem. 31 déc 2007;101:1727-

Laval Legrain G, Legrain B. Les incroyables vertus de la spiruline. Jouvence. 2013. 140 p.

Le guehennec J. La spiruline. Terre d'hommes. 2009. 180 p

Learning ability in aged beagle dogs is preserved by behavioral enrichment and dietary fortification: a two-year longitudinal study. Neurobiol Aging. janv 2005;26(1):77-90.

Lee J, Park A, Kim MJ, Lim H-J, Rha Y-A, Kang H-G. Spirulina Extract Enhanced a Protective Effect in Type 1 Diabetes by Anti-Apoptosis and Anti-ROS Production. Nutrients. 15 déc 2017;9(12).

les algues, un nouvel atout nutritionnel ? Information Diététique, (3), 13-23

Macedo D, Bertolin TE, Oro T, Backes LTH, Brás IC, Santos CN, . Phycocyanin protects against Alpha-Synuclein toxicity in yeast. J Funct Foods. 1 nov 2017;38:553-60.

Mader J, Gallo A, Schommartz T, Handke W, Nagel C-H, Günther P) 2016 **(,**. Calcium spirulan derived from Spirulina platensis inhibits herpes simplex virus 1 attachment to human keratinocytes and protects against herpes labialis. J Allergy Clin Immunol. janv;137(1):197-203.e3.

Mahmoud MMA, El-Lamie MMM, Kilany OE, Dessouki AA. Spirulina (Arthrospira platensis) supplementation improves growth performance, feed utilization, immune response, and relieves oxidative stress in Nile tilapia (Oreochromis niloticus) challenged with Pseudomonas fluorescens. Fish Shellfish Immunol. 1 janv 2018;72:291-300.

Manet A. La spiruline : indications thérapeutiques, risques sanitaires et conseils à l'officine - document.pdf [Internet]. [Faculté de pharmacie Grenoble]; 2016. Disponible sur: manifestations of the syndrome of attention deficit and hyperactivity in children]. Eksp Klin Farmakol. févr 2006;69(1):74-7.

MARFAING, H. (2012). Les légumes de mer (algues) : des atouts nutritionnels à exploiter : mast cell degranulation via inactivating Akt and MAPKs phosphorylation in RBL-2H3 cells. Int J Biol Macromol. 15 oct 2018;118:2224-9.

Matondo FK, Takaisi K, Nkuadiolandu AB, Kazadi Lukusa A, Aloni MN. Spirulina médicale et environnementale. Thèse de Doctorat. Université de Nantes.
membrane fluidity and vascular endothelial cells in tail-suspended rats]. Hang Tian Yi Xue Yu Yi Xue Gong Cheng Space Med Med Eng. juin 2003;16(3):184-6.

Mercer LD, Kelly BL, Horne MK, Beart PM. Dietary polyphenols protect dopamine neurons from oxidative insults and apoptosis: investigations in primary rat mesencephalic cultures. Biochem Pharmacol. 15 janv 2005;69(2):339-

Milgram NW, Head E, Zicker SC, Ikeda-Douglas CJ, Murphey H, Muggenburg B

Ministère de l'Emploi et de Solidarité. Ministère délégué à la Santé. Paris. FRA. Programme national de réduction des risques cardiovasculaires 2002-2005. Paris: Ministère de l'emploi et de la solidarité; 2002 p. 30p.

Mohammed A A, Mohammed A N, Hassan Als A, Abdullah A N. Effects of Chlorophyll on Body Functioning and Blood Glucose Levels. Asian J Clin Nutr. 15 mars 2017;9(2):64-70.

Mollo, P. et Noury, A. (2013). Le Manuel du plancton. Volume 195 de Dossier pour un

Mousain-Bosc M, Roche M, Rapin J, Bali J-P. Magnesium VitB6 intake reduces central nervous system hyperexcitability in children. J Am Coll Nutr. oct 2004;23(5):545S-548S.

musculaires et leurs dommages chez des rats diabétiques. 2017 p. 55.
Nancy 1[en ligne]. 326 p.

Nasirian F, Mesbahzadeh B, Maleki SA, Mogharnasi M, Kor NM. The effects of oral

National de Recherche et de Sécurité. [cité 21 mai 2018]. Disponible sur:

Nogovitsina OR, Levitina EV. [Effect of MAGNE-B6 on the clinical and biochemical

Nuhu AA. Spirulina Arthrospira: An Important Source of Nutritional and Medicinal

Occidentale. R.W. Castenholz, eds.) [en ligne], v1, 542-543.
Océanograhique. 222 p Arthrospira Stizenberger 1852. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (D. R. Boone &

OMS. Site officiel de l'Organisation mondiale de la Santé [Internet]. [cité 2 juill 2018].

on growth performance, hematological and serum biochemical parameters, hepatic antioxidant status,immune responses and disease resistance of Coral trout Plectropomus leopardus (Lacepede, 1802). Fish Shellfish Immunol. mars 2018;74:649-55.

Otleş S, Pire R. (2001) Fatty acid composition of Chlorella and Spirulina microalgae species. J AOAC Int. 84: 1708-14.)

Pérez, R. (1997). Ces algues qui nous entourent: conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture. France. Quae. 272 p

placebo-controlled study of zinc sulfate in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. janv 2004;28(1):181-90.

platensis on lipid peroxidation, antioxidant defenses, and tissue damage in kidney of alloxan-induced diabetic rats. Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab. avr 2018;43(4):345-54. platensis protean extract and phycocyanin against iron-induced toxicity in SH-SY5Y neuroblastoma cells. Toxicol In Vitro. 1 sept 2008;22(6):1496-502.

protection for carbon tetrachloride and R-(+)-pulegone-mediated hepatotoxicty in rats. Biochem Biophys Res Commun. 19 août 1998;249(2):428-31.

Reviers, B. (2003). Biologie et phylogénie des algues. Paris. Belin. Tome2. 255 p

Riemann D, Feige B, Hornyak M, Koch S, Hohagen F, Voderholzer U. The tryptophan depletion test: impact on sleep in primary insomnia - a pilot study. Psychiatry Res. 15 mars 2002;109(2):129-35. rouge Asparagopsis armata (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat. Université de Bretagne

Rousseaux C, Thuru X, Gelot A, Barnich N, Neut C, Dubuquoy L . Lactobacillus

Sadek KM, Lebda MA, Nasr SM, Shoukry M. Spirulina platensis prevents hyperglycemia in rats by modulating gluconeogenesis and apoptosis via modification of oxidative stress and MAPK-pathways. Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother. août 2017;92:1085-94.
SALVA, Dr Sylvie ROYANT PAROLA, Dr Marie Françoise VECCHIERINI. MALADIE DE WILLIS-EKBOM.

Sano T, Tanaka Y. Effect of dried, powdered Chlorella vulgaris on experimental atherosclerosis and alimentary hypercholesterolemia in cholesterol-fed rabbits. Artery. 1987;14(2):76-84. santé Genèvre, 1-7.

Seo Y-J, Kim K-J, Choi J, Koh E-J, Lee B-Y. Spirulina maxima Extract Reduces Obesity

Seshadri CV. Large Scale Nutritional Supplementation with Spirulina Alga (LSNS): 1991-

Sevulla IAguiree, N. Study On The Effects Of Super Blue Green® Algae. Univ Cent Am Nicar.1995

Sguera, S. (2008). Spirulina platensis et ses constituants: intérêts nutritionnels et activités

Sherwood L. Physiologie humaine. De Boeck Superieur; 2015. 712 p.
Shri AMM Murugappa Chettiar Research Centre; 1993. 72 p.

Simon JP, Baskaran UL, Shallauddin KB, Ramalingam G, Evan Prince S. Evidence of

Simpore J, Zongo F, Kabore F, Dansou D, Bere A, Nikiema J-B, . Nutrition rehabilitation of HIV-infected and HIV-negative undernourished children utilizing spirulina. Ann Nutr Metab. Déc 2005;49(6):373-80.

Skrovankova S, Sumczynski D, Mlcek J, Jurikova T, Sochor J. Bioactive Compounds and

Strömberg I, Gemma C, Vila J, Bickford PC. Blueberry- and spirulina-enriched diets enhance striatal dopamine recovery and induce a rapid, transient microglia activation after injury of the rat nigrostriatal dopamine system. Exp Neurol. déc 2005;196(2):298-307.
supplementation of spirulina platensis microalgae on hematological parameters in streptozotocin- induced diabetic rats. Am J Transl Res. 2017;9(12):5238-44.
supplementation on attention deficit hyperactivity disorder in children. Pediatr Neurol. janv
Supplements Improved the Nutritional Status of Undernourished Children Quickly and Significantly:Experience from Kisantu, the Democratic Republic of the Congo. Int J Pediatr. 2016;2016:1296414.

Szajewska H, Mrukowicz JZ. Probiotics in the treatment and prevention of acute infectious diarrhea in infants and children: a systematic review of published randomized, double-blind, placebo-controlled trials. J Pediatr Gastroenterol Nutr. oct 2001;33 Suppl 2:S17-25.

Tétrachlorométhane (FT 8). Généralités - Fiche toxicologique - INRS [Internet]. Institut thérapeutiques. Thèse de Doctorat. Faculté de pharmacie. France. Universite Henri Poincare - through Suppression of Adipogenesis and Activation of Browning in 3T3-L1 Cells and High-Fat Diet-Induced Obese Mice. Nutrients. 1 juin 2018;10(6).

Tokai Y. Effects of spirulina on caecum content in rats. [cité 16 janv 2018]; Disponible sur: Trédaniel; 2014. 189 p.

Vadiraja BB, Gaikwad NW, Madyastha KM. Hepatoprotective effect of C-phycocyanin:

Vidalo J. Spiruline, l'algue bleue de santé et de prévention. Dauphin. 2014. 350 p.

Vo TS, Kim Y-S, Ngo DH, Le PU, Kim S-Y, Kim S-K. Spirulina maxima peptides suppress

Vonshak, A. (1997). Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and

Willem DJ-P. Les dégâts des métaux lourds: Prévention et détoxication naturelle. Guy

Wolfe D. Superaliments: L'alimentation curative de demain. Macro Editions; 2018. 521 p.

Yakoot M, Salem A. Spirulina platensis versus silymarin in the treatment of chronic hepatitis C virus infection. A pilot randomized, comparative clinical trial. BMC Gastroenterol. 12 avr 2012;12:32.

Yu W, Wen G, Lin H, Yang Y, Huang X, Zhou C. Effects of dietary Spirulina platensis

https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=spiruline_ps

https://www.aroma-zone.com/page/spiruline-utilisations-bienfaits-et-informations

https://www.obarbershop.com/content/lexique-spiruline-pour-les-cheveux-44

https://nutriandco.com/fr/pages/spiruline-cheveux

https://www.mayoclinic.org/ar/diseases-conditions/allergies/symptoms-causes

http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_8

http://www.spirulinasource.com/library/health-library/lactobacillus-improvement/

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01346709/document