



جامعة كربلاء
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم علوم الحياة

تقييم الدور العلاجي لطحلب السبايرونلينا في كبح الاجهاد التأكسدي المستحث
بكلوريد الكادميوم في الجرذان المختبرية
رسالة مقدمة إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء كجزء من
متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة.

كُتبت بواسطة

مياس كمال صالح مهدي

(بكالوريوس تربية علوم صرفه - علوم الحياة / جامعة كربلاء - 2012 م)

بأشراف

أ.د. نصير مرزا حمزة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ

الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ﴾

صدق الله العلي العظيم

(سورة فاطر - الآية

(28)

إقرار المشرف على الرسالة

أشهد أن إعداد هذه الرسالة الموسومة بـ (تقييم الدور العلاجي لطحلب السبايرولينا في كبح الاجهاد التأكسدي بكلوريد الكادميوم في الجرذان المختبرية.) التي قدمها الطالب (مياس كمال صالح مهدي)، قد جرى تحت إشرافي في قسم علوم الحياة - كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة كربلاء، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم

الحياة / علم الحيوان

التوقيع:

الاسم: د. نصير مرزا حمزة

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة كربلاء

التاريخ: / / 2024

توصية رئيس قسم علوم الحياة

إشارة الى التوصية اعلام من الاستاذ المشرف، أحيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:

الاسم: الأستاذ الدكتور

الاسم: د. نصير مرزا حمزة


المرتبة العلمية: أستاذ


العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة كربلاء

التاريخ: / / 2024

إقرار المقوم اللغوي

أشهد إن هذه الرسالة الموسومة بتقييم الدور العلاجي لطحلب السبايرولين في كبح الاجهاد التأكسدي المستحث بكلوريد الكاديوم في الجرذان المختبرية تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير .

 التوقيع:

الاسم: 

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية العلوم الاسلامية - جامعة كربلاء

التاريخ 2024 / 6 / 27

المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعون ادناه نشهد باننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة بعنوان (تقييم الدور العلاجي لطحلب السبايرولينا في كبح الاجهاد التأكسدي المستحث بكلوريد الكادسيوم في الجرذان المختبرية). المقدمة من قبل الطالب (مياس كمال صالح مهدي) كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء، وبعد اجراء المناقشة العلمية وجد انها مستوفية لمتطلبات الشهادة وعليه نوصي بقبول الرسالة بتقدير (امتياز)

رئيس اللجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم: د. جاسم حنون هاشم

المرتبة العلمية: استاذ

مكان العمل: جامعة كربلاء كلية العلوم

التاريخ: 2024/8/1

عضو اللجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم: د. محمد وسام حيدر المنان

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

مكان العمل: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ: 2024 / 8 / 1

عضو اللجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم: د. حسين عباس سلمان

المرتبة العلمية: استاذ

مكان العمل: جامعة القادسية كلية التربية

التاريخ: 2024/8/1

عضو اللجنة المناقشة ومشرفا

التوقيع: 

الاسم: د. نصير مرزا حمزة

المرتبة العلمية: استاذ

مكان العمل: جامعة كربلاء كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ: 2024/ / 1

مصادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة

اصداق على ما جاء بقرار اللجنة أعلاه

التوقيع: 

العميد: د. حميدة عيدان سلمان

المرتبة العلمية: استاذ

التاريخ: 2024 / 8 / 15

الإهداء

اللهم لك الحمد حمداً لا ينفد أوله ولا ينقطع آخره، اللهم لك الحمد فأنت أهل أن تحمد وتشكر الحمد لله الحمد لله على كرمه الذي مكنني لإكمال رسالتي. إلى أمي عبير الجنة وريحها والى الشمعة التي اضاءت دنيتي بالخير والبركة امي الحبيبة. أنت النور الذي يضيء حياتي والنبع الذي ارتوي منه حبا وحنانا. إلى حبيبي وروح قلبي إلى أبي إلى من أشعل لي أول شمعة، إلى ملجئي وملاذي، وأريج شبابي إلى اسما آيات العطاء البشري اهدي ثمرة جهدي المتمثلة في هذا البحث عسى ان أكون مصدر فخر لكما. إلى اخوتي وأخواتي إلى القناديل التي اضاءت دربي وكنتم سندا طوال حياتي. إلى السيدة التي أشعلت لي قناديلاً تنير دروبي بالودّ إليك تلك الكلمات زوجتي الغالية فقد كنت المرأة التي دفعتني دوماً، نحو طرق أفضل وأجمل. إلى ملأت ضحكاتهم الجميلة عمري والى زينة حياتي وبهجتها اهدي رسالتي إلى ابنائي على الرضا، قمر، لينا. إلى كل من ساعدني ووقف بجانبني لإكمال متطلبات بحثي اهدي ثمرة جهدي لكم

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، قدر الأمور فأجراها على أحسن نظام، الحمد لله على ما أنعم به على من فضله الخير الكثير والعلم الوفير وأعانني على إنجاز هذا العمل الذي احتسبه عبادة من العبادات جعلها الله خالصة لوجهه الكريم. وبعد حمد الله تعالى وشكره على إنهائي لهذه الرسالة أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان للأستاذي الفاضل ا.د. نصير مرزا حمزة على ما قدمه لي من علم رشاد مستمر نافع وعطاء متميز، وعلى ما بذله من جهد متواصل ونصح وتوجيه من بداية مرحلة البحث حتى إتمام هذه الرسالة، ومهما كتبت من عبارات وجمل فإن كلمات الشكر تظل عاجزة عن إيفاء حقه، فجزاه الله عني خير الجزاء وجعل ذلك في موازين حسناته. كما أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى استاذتي واختي الكبيرة ا.د. اشواق كاظم عبيد لما قدمته لي من مساعدة علمية ويطيب لي أن اتوجه بالشكر الجزيل إلى السيد رئيس جامعة كربلاء المحترم و عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة وإلى السيدة عميد كلية التربية للعلوم الصرفة ا.د. حميدة عيدان سلمان وإلى رئاسة قسم علوم الحياة، كما و اتقدم بالشكر الجزيل والامتنان إلى زميلي واخي الاستاذ الفاضل حسين علي ديلي لما ابداه من مساعدة وأتقدم بالشكر والامتنان لكل من ساعدني لإتمام هذا البحث فجزاهم الله عني خير جزاء كما أتقدم بأسمى عبارات الشكر الى عائلتي الذين غرسوا حب العلم من الصغر، وكان لهما الفضل بعد الله فيما وصلت اليه ولكل من مد لي يد العون، أو أسدى لي معروف أو قدم لي نصيحة أو كانت له إسهامه صغيرة أو كبيرة في إنجاز هذا العمل فله مني خالص الشكر والتقدير.

مياس

Abstract الخلاصة

تهدف الدراسة الحالية إلى معرفة الدور العلاجي لمسحوق طحلب السبايرونينا *spirulina platensis* ضد الاجهاد التأكسدي الناجم من التعرض لمحلول كلوريد الكاديوم $CdCl_2$ في الجرذان البيضاء المختبرية أجريت الدراسة الحالية للمدة من شهر أيار (2023) الى شهر نيسان (2024) في جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة / مختبر الدراسات العليا ، اذ استخدم في هذه التجربة (24) ذكراً بالغاً من الجرذان البيض تراوحت أوزانها بين (190-230) غرام وأعمارها بين (9-12)أسبوعاً ، قسمت بشكل عشوائي إلى أربع مجاميع (6 حيوانات لكل مجموعة) عدت المجموعة الأولى (G1) مجموعة سيطرة سالبة حيث أعطيت الماء والعليقة بشكل حر ، والمجموعة الثانية (G2) مجموعة سيطرة موجبة جرعت بمحلول كلوريد الكاديوم وبجرعة مقدارها 1غم /كغم من وزن الجسم ، جرعت المجموعة الثالثة (G3) بمسحوق طحلب السبايرونينا فقط بجرعة مقدارها 177 ملغم / كغم من وزن الجسم و المجموعة الرابعة (G4) عدت مجموعة وقائية حيث جرعت مسحوق طحلب السبايرونينا وبعد مرور ثلاث ساعات ، أعطيت محلول كلوريد الكاديوم. بعد انتهاء فترة التجربة البالغة (30يوم) تم الحصول على مصل الدم والذي اشتمل على:

مستويات انزيمات الكبد (AST) Aspartate transaminase و Alanintransaminase (ALT) و (ALP)Alkalinephosphatase و مستويات اليوريا (urea) والكرياتنين (Creatinine) والكتروليطات الدم متمثلة بالكالسيوم Ca والصوديوم Na والبوتاسيوم K الى جانب بعض انزيمات الاكسدة (SOD) Superoxidedismutase (CAT) activity و catalase و (GSH) Glutathione activity كما تم قياس معايير الدهون متمثلة (TC)

Total cholesterol و (HDL) High density lipoprotein و (LDL) Low density lipoprotein و Triglycerol TG، بعد سحب الدم شرحت الحيوانات وتم استئصال الكلية وحفظها في محلول الفورمالين تركيز 10% لدراسة التغيرات النسيجية اثبتت نتائج الدراسة الحالية أن التجريع الفموي بمحلول كلوريد الكاديوم لمدة (30) يوماً للمجموعة (G2) أدى والى حدوث ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز انزيمات الكبد (ALP, AST,ALT) و في اليوريا والكرياتنين والكتروليطات الدم (K,Ca,Na) وبنفس الاتجاه بالنسبة لتركيز الدهون (LDL,HDL,TC) . في حين لوحظ حدوث انخفاض في تركيز (GSH) و (CAT) و (MDA) عند المقارنة بمجموعة السيطرة السالبة (G1). في حين بينت نتائج الدراسة الحالية عدم وجود فرق معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز انزيمات

الكبد ، ومعايير الكلية و الدهون عند المقارنة بين مجموعة السيطرة السالبة G1 والمجموعة المجرعة بمسحوق طحلب السبايرولينا (G3) إلى جانب حدوث ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز مضادات الأكسدة (SOD,CAT, GSH) في المجاميع أعلاه. أما بالنسبة للدور العلاجي فقد أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان تجريع الحيوانات بمسحوق طحلب السبايرولينا بفترة زمنية مقدارها ثلاثة ساعات قبل إعطاء الحيوانات محلول كلوريد الكاديوم ساهم في تغير النتائج السابقة الذكر من خلال تقليل التأثير السمي لمحلول كلوريد الكاديوم حيث لوحظ وجود انخفاض معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز انزيمات الكبد والدهون ,معايير الكلية عن المقارنة بين مجموعة السيطرة الموجبة (G2) و مجموعة العلاجية (G4) حين ارتفعت الانزيمات المضادة للأكسدة (GSH,SOD,CAT) في المجاميع أعلاه لكنها لم تعود الى تراكيزها الطبيعية كما في المجموعة (G1). أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان نسيج الكلية في المجموعة المعاملة بمحلول كلوريد الكاديوم عانت من تغيرات نسيجية تمثلت ضمور شديد وتحطم في الكبيبات وارتشاح للخلايا الالتهابية مع وجود احتقان دموي ونزف بين النبيبات الكلوية مع تنكس الخلايا في النبيبات البولية في حين ظهر ان نسيج الكلية في المجموعة العلاجية اكثر تحسناً حيث ظهرت الكبيبات بشكلها الطبيعي الى جانب وجود زيادة ملحوظة في فسحة بومان وقلة تنكس خلايا النبيبات البولية نستنتج من الدراسة الحالية ان التجريع بمسحوق طحلب سبايرولينا بتركيز 177 غم / كغم من وزن الجسم ساهم بتقليل مستوى الاجهاد التأكسدي الذي تعرض له الجسم من إعطاء محلول كلوريد الكاديوم وبذلك يمكن اعتماد مسحوق الطحلب في رفع الاجهاد التأكسدي الذي تعرض إلى جسم الكائن الحي

قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان	التسلسل
I	الخلاصة	
III	المحتويات	
VII	قائمة الجداول	
IX	قائمة الأشكال والصور	
XII	قائمة المختصرات	
الفصل الأول		
المقدمة		
2	المقدمة Introduction	1
3	الهدف من الدراسة Aim of this study	2-1
الفصل الثاني		
استعراض المراجع		
5	الكلية kidney	2
7	الفشل الكلوي Renal failure	.1-2
7	الفشل الكلوي الحاد Acute renal failure	2-1-2
8	الفشل الكلوي المزمن Chronic renal Failure	3-1-2
8	استحداث الفشل الكلوي المزمن	2-2
9	التسمم الكلوي Nephrotoxic	3-2
10	السمية الخلوية للأنايب الكلوية Cytotoxicity of renal tubules	4-2
10	التهاب كبيبات الكلية Glomerulonephritis	5-2

10	التهاب الكلية الخلالي interstitial nephritis	6-2
10	اعتلال الكلية البلوري الناجم عن الادوية	7-2
11	اعتلال الاوعية الدقيقة الخثاري الناجم عن الادوية	8-2
11	عنصر الكاديوم Cadmium element	9-2
12	التسمم الكلوي بالكاديوم	10-2
13	الآلية عمل كلوريد الكاديوم في الجسم	11-2
14	تأثير الاجهاد التأكسدي على فشل الكلوي المزمن	12-2
14	الجنور الحرة Free radicals	13-2
16	مسحوق طحلب السبايرونينا	14-2
16	تاريخ مسحوق سبايرونينا	15-2
17	مسحوق السبايرونينا كمكمل غذائي للإنسان	16-2
18	التركيب الكيميائي للسبيرونينا	17-2
19	تأثيرات السبايرونينا على وظائف الكلى والكبد	18-2
20	تأثير مسحوق السبايرونينا على ملف الدهون	19-2
20	تأثير مضادات الاكسدة لمسحوق السبايرونينا	20-2
20	الدور العلاجي للسبايرونينا	21-2
الفصل الثالث		
المواد وطرائق العمل		
24	المواد	1-3
24	المواد الكيميائية المستعملة	1-1-3
25	الأدوات المستعملة	2-1-3

26	الأجهزة المستعملة	3-1-3
26	طرائق العمل	2-3
26	حيوانات التجربة Experimental Animals	1-2-3
27	طحالب السبايروليينا التصنيف العلمي	2-2-3
28	تهيئة طحالب السبايروليينا	3-2-3
29	تجربة اختبار الجرعة المؤثرة لمسحوق السبايروليينا	4-2-3
29	تصميم التجربة Design Experience	3-3
31	الدراسة الفسلجية	4-3
31	جمع عينات الأنسجة	5-3
32	قياس فعالية الانزيمين الناقلين لمجموعة الامين ALT و AST	6-3
34	قياس مستوى معايير كفاءة الكلى	7-3
40	قياس تركيز الدهون	8-3
43	قياس تركيز إنزيمات مضادات الأكسدة	9-3
47	الدراسة النسيجية Histological Study	10-3
51	التحليل الاحصائي Statistical Analysis	11-3
الفصل الرابع النتائج والمناقشة		
53	الدراسة الفسلجية	1-4
53	تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكادميوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مستويات انزيمات الكبد (ALT,AST,ALP)	1-1-4
54	تأثير المعاملة بمسحوق السبايروليينا بتركيز (177) ملغم/كغم من وزن الجسم في مستويات انزيمات الكبد (AST,ALP,ALT)	2-1-4
55	تأثير المعاملة بمادة السبايروليينا بتركيز (177) غم/كغم والكادميوم كلورايد بتركيز (1) غم/كغم في مستويات انزيمات الكبد (AST,ALP,ALT).	3-1-4

56	تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في صورة الدهون.	4-1-4
57	تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم في مستويات الدهون	5-1-4
58	تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم وكلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مستويات الدهون (HDL, TG, LDL, CHOL).	6-1-4
59	تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز معايير الكلية. (Na, Ca, K, urea, crea)	7-1-4
59	تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) ملغم/كغم من وزن الجسم في تركيز معايير الكلي. (Na, Ca, K, urea, crea)	8-1-4
60	تأثير المعاملة بمسحوق السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم وكلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مؤشرات وظيفة الكلية (Na, Ca, K, urea, crea) لبعض المعايير	9-1-4
61	. تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز الجهد التأكسدي (MDA, SOD, CAT, GSH) .	10-1-4
62	تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم في تركيز انزيمات الاكسدة (MDA, SOD, CAT, GSH)	11-1-4
63	. تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم وكلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز انزيمات الاكسدة.	12-1-4
64	الدراسة النسيجية	2-4
64	نسيج الكلية	1-2-4
65	تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم على نسيج الكلى	2-2-4
68	تأثير المعاملة بطحلب السبايرونولينا على نسيج الكلى	3-2-4
70	تأثير المعاملة بطحلب السبايرونولينا وكلوريد الكاديوم على نسيج الكلى	4-2-4
الفصل الخامس الاستنتاجات والتوصيات		
73	الاستنتاجات	
74	التوصيات	

96-76	المصادر	
I-II-III	الخلاصة باللغة الإنكليزية	

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	التسلسل
24	المواد الكيميائية والعدد المستعملة تبعاً لاسم الشركة المصنعة والمنشأ.	3-1
25	الأدوات المستعملة مع اسم الشركة والمنشأ	3-2
26	يوضح الأجهزة المستعملة حسب المنشأ والشركة المصنعة	3-3
27	مكونات العليقة المركزة المعطاة أثناء مدة الدراس	3-4
53	تركيز انزيمات الكبد في مجاميع الدراسة	1-4
56	تركيز معايير الدهون في مجاميع الدراسة	2-4
58	تركيز معايير وظائف الكلى في مجاميع الدراسة	3-4
61	تركيز الانزيمات المضادة للأكسدة في مجاميع الدراسة	4-4

قائمة المختصرات

المختصر	المصطلح الإنكليزي
ACC	acetyl-CoA carboxylase
AIN	Acute interstitial nephritis
ALF	acute liver failure
ATI	Acute tubular injury
ATP	adenosine triphosphate
ALT	Alanine Transaminase
ALP	Alkaline Phosphatase
AST	Aspartate Transaminase
Ca	Calisum
CAT	Catalse
JNK	c-Jun N-terminal kinases
COX	Cyclooxygenases
D.P.X	Distrine Plasticizer Xylene
EC	Electrical conduction
ETC	electron transport chain
ER	endoplasmic reticulum
FDA	Food & Drug Association
FAO	Food and Agriculture Organization
GSH	Glutathione
GPx	Glutathione peroxidase
H&E	Hematoxylene and Eosin
HDL	High Density lipoprotein
L.S.D	Least Significant Deference
LDL	Low Density Lipoprotein
MTW	Magnetically treated water
MAD	Malondialdehyde

MnSOD	Manganese Superoxide Dismutase
NAC	N-acetylcysteine
NAC	N-acetylcysteine
APAP	N-acetyl-para-aminophenol
NAPQI	N-acetyl-p-benzoquinon imine
NADPH	Nicotineamide Adenine Dinucleotide Phosphate
NSAIDS	Non-steroidal anti-inflammatory drugs
POX	Peroxidase
K	Potassium
PH	power of hydrogen
PG	Prostaglandin
PGHS	Prostaglandin H2 synthetase
ROS	Reactive oxygen species
Na	Sodium
SOD	Super Oxide Dismutase
TC	Total cholesterol
TDS	Total dissolved solids
TG	Triglycerol
WHO	World Health Organization

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

1. المقدمة: Introduction

احتل العلاج بالنباتات الطبية مكانا كبيرا في علوم الطب والصيدلة وأصبحت النباتات الطبية مصدرا آمنا لصناعة الأدوية في بداية القرن الحالي، اشارت الدراسات الحديثة إلى أثر النباتات الطبية كمضادات أكسدة بديلة عن الأدوية والمعالجات الكيميائية وبذلك أصبحت تحتل مكانة كبيرة في مجال العلاج الطبي للكثير من الأمراض التي تؤثر على النشاط الفسلجي للإنسان والحيوان إذ تساهم في التقليل من حدة بعض الأمراض أو تقيها من الإصابة بها ولاسيما الأمراض المزمنة (Belay, 2013).

ومن النباتات التي استخدمت في مجال معالجة العديد من الأمراض والتي كان لها الأثر الإيجابي على الجسم ، طحلب السبايرونينا حيث حضي باهتمام واسع النطاق من قبل العديد من الباحثين والعلماء كونه يحتوي على تراكيز عالية من البروتينات والفيتامينات وخاصة فيتامين (B12) إلى جانب العناصر المعدنية والاحماض الأمينية والأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة والمكونات النشطة بما في ذلك الفايكوسيانين وبيتا كاروتين، والتي توفر نشاطاً مضاداً للالتهابات وفعالية مضادة للأكسدة (Wang et al., 2007).

إلى جانب ذلك إشار الباحثين إلى أن الكتلة الحيوية للسبيرولينا تحتوي على مركبات الفينولية، وتعد مصدرا لجزيئات بيتا كاروتين وألفا توكوفيرول، (Fernández-Rojas et al., 2013)

وقد اثبتت الدراسات أن استهلاك الكتلة الحيوية للطحالب الدقيقة قد يؤدي إلى تأثيرات علاجية مهمة مثل الحماية من مرض السكري والسمنة ومقاومة خفض نسبة الجلوكوز في الدم وتحسين مقومة الانسولين وتنظيم ارتفاع نسبة الكوليسترول والتي ترتبط بشكل مباشر بأمراض القلب والسمنة والسيطرة عليها،

(Kata et al., 2018)

تعتبر العناصر الثقيلة من اخطر المركبات الكيميائية على البيئة بصورة عامة وعلى الأحياء بصورة خاصة والتي منها كلوريد الكاديوم ، الذي تزيد كثافته على كثافة الماء بخمس مرات مما يجعله سببا للضرر بالكلى وقد يسبب فشل كلوي حاد وبالتالي الموت ،إلى جانب تأثيره على الكبد الذي يشكل موقعا مهما لتخليص الجسم من السموم و يلعب دورا في عمليات التحول الحيوي Biotransformation وطرح الفضلات (Sabolic et al., 2002).

إن انتشار المواد السامة سبب العديد من الأمراض والتي تأتي من التقدم الحاصل في مجال الصناعة والاستيراد غير المدروس وقد أظهرت الدراسات الوبائية التي أجريت على مدى العقدين الماضيين

وجود علاقة إيجابية بين مستوى تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة إلى جانب زيادة أثارها الصحية الضارة

. (Braga et al., 2000)

الأمر الذي رافقه استخدام العديد من الأدوية ذات التأثيرات السمية والتي تندرج ضمن التأثيرات الجانبية لها مما دفع العديد من الباحثين لإيجاد طرائق بديلة لتقليل المرض أو التخلص منه بدون استخدام المواد الكيميائية (الأدوية) وذلك باستخدام العلاجات البديلة والتي لا تسبب ضرر للجسم الأمر الذي شجع على اجراء هذه الدراسة والتي تهدف

2.1. هدف الدراسة Aim of the study

أولاً: . دراسة فسلجية بيوكمياويه تشتمل معايير

1. انزيمات الكبد

2. معايير الكلية الفسلجية

3. معايير الدهون

4. مضادات الاكسدة

ثانياً: . دراسة نسيجية لنسيج الكلية

شملت دراسة التأثيرات السمية بكلوريد الكادميوم على نسيج الكلية في كل من القشرة واللب والنبيبات الكلوية nephrone

الفصل الثاني

استعراض المراجع

Literatures review

الفصل الثاني أستعراض المراجع

2. الكلى: Kidney

تلعب الكلى دوراً حيوياً في الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم بواسطة التخلص من الفضلات، والحفاظ على توازن السوائل والكهارل، والحفاظ على توازن الحمض القاعدي، وإفراز الهرمونات والبيبتيدات المنظمة، والتمثيل الغذائي وعلى الرغم من أن الكلى تشكل ما يقرب من 0.5 ٪ من كتلة الجسم، إلا أنها تتلقى ما يصل إلى 20 ٪ - 25 ٪ من النتاج القلبي للدم الذي يمكن أن يعرض الأنسجة الكلوية لمستويات عالية نسبياً من المواد السامة المنقولة فيه. قد تتعرض الكلى أيضاً للمواد السامة من خلال النشاط الأيضي الذي يتم بواسطة أنظمة انزيمية داخل ظهارة الانابيب الكلوي، كما ان عملية تركيز البول، تعرض الكلى لتراكيز أعلى من المواد السامة من الأنسجة الأخرى. يمكن أن تؤدي إصابة الكلى باختلالات جهازية واسعة النطاق ، وبسبب القدرة المحدودة للكلى على التجدد ، قد ينتج القصور الكلوي طويل الأمد (Gwaltney-Brant, 2018). يتكون الجهاز الكلوي من الكلى والحالب والمثانة فضلاً عن مجرى البول. تقع الكلى في كلا جانبي الجسم في منطقة خلف الصفاق. تتكون الكلية من طبقتين القشرة هي الطبقة الخارجية التي تحتوي على أجزاء النيفرون. (الكبيبات، الأنابيب الملتوي القريبة و الأجزاء القريبة من عوة هنلي ، الأنابيب الملتوي البعيدة وقنوات الجامعة ويعرف النيفرون على أنه الوحدة الوظيفية والبنائية للكلية. وهي تتألف من الكبيبة، محفظة بومان، النيبب الملتوي القريب، عروة هنلي، النبيبات الملتوية البعيدة والقناة الجامعة

Ogobuiro & Tuma, 2019; (Zhuo & Li, 2013;) يصنف النيفرون وفقاً لموقعه داخل نسيج الكلى إلى نوعين ، النيفرون القشري (النيفرون ذو الحلقة القصيرة) له كبيبات توجد في القشرة الخارجية ، والنيفرون اللبي المتجاور (النيفرون ذو الحلقة الطويلة) والتي تكون بعمق في القشرة ، بالقرب من اللب (Kumaran & Hanukoglu, 2020). و تمتاز النفرونات القشرية بوظائفها الإفرازية والتنظيمية في حين تكون وظيفة النفرونات المتجاورة هي تركيز البول وتخفيفه (Staruschenko, 2012)

(Tanner, 2009); من جانب آخر صنف الباحث (Das, 2023) الكلية اعتماداً على طول عروة هنلي

إلى كليات طويلة العرى (Long looped nephrons), وكليات قصيرة العرى (Short looped nephrons), وهناك مجموعة أخرى تقع جسيماتها الكلوية وسط القشرة تكون ذات عرى متوسطة الطول

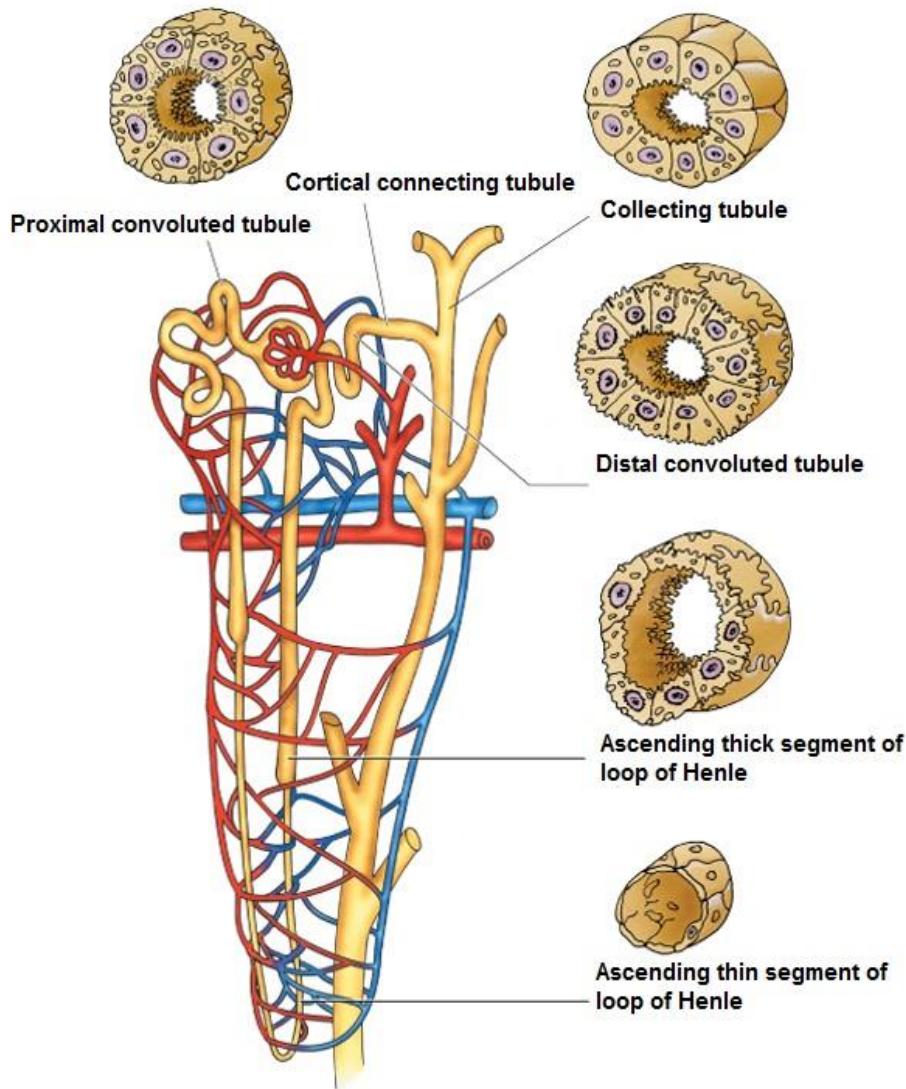
بين النوعين الطويلة والقصيرة. درست كلية اللبائن مظهرياً ونسجياً من قبل العديد من الباحثين، إذ

صنفت العديد من الدراسات كلى اللبائن اعتماداً على شكل السطح الخارجي لها إلى كلى ملساء

(Smooth kidneys) أو غير مفصصة كما في الإنسان، والجرذ، والأرنب، والقط، و القرد، والأغنام،

والماعز، وكلى مفصصة (Fissured kidneys) كما هو الحال في كلية الثور وكلية

الطيور (Jennette & D'Agati, 2023). و أشارت العديد من الدراسات التي تناولت الوصف والموقع التشريحي لكلى الإنسان إلى أن شكلها يشبه حبة الفاصوليا (Bean shaped) ويتراوح طولها ما بين (10–12 cm), أما سمكها فيتراوح بين (3.5-5 cm), وتحاط الكلية بمحفظة مكونة من نسيج ضام, تزال بسهولة عن القشرة الواقعة تحتها مما يدل على عدم وجود حواجز (Singh et al., 2021). تتناسب الكتلة الكلوية النسبية (Relatively renal mass) لللبائن عكسياً مع كتلة أجسامها فاللبائن الصغيرة التي تمتاز بأعلى معدلات أيضية لكل وحدة من كتلة الجسم، تمتلك أعلى كتلة كلوية بالنسبة لكتلتها الجسمية (Stewardson et al., 1999).



شكل (2-1) مقاطع عرضية لأجزاء النبيب الكلوي في الإنسان، تبيّن شكل الخلايا المكونة لها (Gartner & Hiatt, 2007).

2-1. الفشل الكلوي Renal falier

يعرف الفشل الكلوي على أنه عدم قدرة الكلى على تخليص الدم من التراكيز المرتفعة من المنتجات السمية ويعد ذلك ناتج عرضي للإصابة بأمراض الكلى وينتج من مرض جهازى او عيب في المسالك البولية غير المرتبة بالكلى (Rodriguez, 2014).

وبما إن الكلية تلعب دور مهم ورئيسيا في طرح العديد من المواد الكيميائية والأدوية فبالتالى قد يؤدي الفشل الكلوي إلى تراكم هذه المركبات تدريجيا في الدم وتسبب السمية (S. Wu et al., 2023). يعد الفشل الكلوي من اكثر المظاهر المرضية شيوعا لمرضا المجاري البولية وينعكس سلبا على وظائف الكلى ويتم التعرف عليه عن طريق فحوصات الدم وانتاج البول للمرضى ذوي الحالات الحرجة (Chen et al., 2024).

وهو من الأمراض واسعة الانتشار في العالم لاسيما في السنوات الأخيرة ومن المتوقع أن تكون نسبة الإصابة عالية في السنوات القادمة (Gwaltney-Brant,2018;Temirovich et al., 2023) ويقسم الفشل الكلوي طبيا الى نوعين هما:

2-1-2. الفشل الكلوي الحاد (ARF) Acute renal falier

هو انقطاع مفاجئ لوظائف الكلى ناتج عن انسداد أو انخفاض الدورة الدموية أو مرض في أنسجة الكلى. مع العلاج يمكن أن يكون عادة عكسها. وإلا فإنه يمكن أن يتطور لتشكيل مرض كلوي في نهاية المرحلة (ESRD) أو فشل كلوي حاد (Krasinski et al., 2020; Hsu et al., 2020) ويعد انخفاض عدد النفرونات في الكلى أحد الأسباب المرضية التي سبب ضرر مستمر في الكلية و التي تؤدي في المرحلة النهائية قلة خروج البول أو انقطاعه مما يؤثر على جسم الكائن الحي ويسبب ارتفاع ضغط الدم Hypertension حيث تجمع المواد الضارة والالكتروليجات الناتجة من العمليات الأيضية Metabolic Processes ، في الدم والتجاويف الجسمية ويرافقها زيادة في تركيز ايون البوتاسيوم وبالتالي تفقد الكلية وظائفها بشكل سريع (Klouche et al., 2024).ومن الجديد بالذكر أن نتيجة الفشل الكلوي الحاد يحدث كنتيجة لمسببات عديدة منها العلاجات الكيميائية Chemotherapeutics، الحوادث Accidents، الإصابات Injuries، والمضاعفات الناتجة من العمليات الجراحية (Aghsaeifard & Alizadeh, 2023). ويرافق الفشل الكلوي ازدياد مستويات اليوريا في الدم (B.U) والكرياتينين في الدم وقلة البول بسبب التدهور المفاجئ لوظائف الكلى و خلال ساعات أو عدة أيام من الممكن أن يصبح الفشل الكلوي الحاد قابلا للعلاج أو غير قابل بسبب حدوث تلف كلوي دائم لذلك يمكن القول أن ARF هو أحد التهديدات الأكثر شيوعا التي يعاني منها المرضى الراقدين في وحدات العناية المركزة ويعد سبباً رئيسياً لارتفاع معدل الوفيات جراء فشل علاج الكلى الحاد، خصوصا في الأشخاص كبار السن حيث يشكل الفشل الكلوي الحاد تهديدا للحياة (Lameire et al., 2006 ;Chalmers, 2019 ; Ibrahim et al., 2020)

3-1-2. الفشل الكلوي المزمن (CRF) Chronic renal Failure

يعرف الفشل الكلوي المزمن أنه متلازمة سريرية تتطور بشكل تدريجي حيث تؤدي و الى خلل في وظائف الكلى حيث ينتج من أمراض الكلى الأولية أو بشكل ثانوي نتيجة إصابة الكلى بمجموعة متنوعة من الأمراض الجهازية كمرض السكري ، أمراض الانسجة الكولاجينية ، ارتفاع ضغط الدم ، السمنة هناك مؤشر لدور فيزيولوجي مرضي ل 8 التهاب وإجهاد تأكسدي في CRF المزمن والمضاعفات (Daniele et al., 2021; Scurt et al., 2024). اذ يتميز الفشل الكلوي المزمن عن طريق معدل الترشيح الكبيبي GFR فيه يكون غير طبيعي حيث تبدأ عملية تدريجية لتطوير المرض التي تبدأ بأسباب مختلفة ومن هذه الأسباب مرض التهاب كبيبات الكلى ومرض الكلى المتعدد الاكياس اذ أن المرضى الذين يعانون من هذه الأمراض لديهم تاريخ عائلي للمرض الذي يضر وظيفة الكلى ووظيفة الكلى التي تؤدي و الى ضرر كبير بوظيفة الكلية حيث تصبح مظاهر الفشل الكلوي واضحة عندما يتم تدمير الكلى حيث يؤثر على الترشيح الكبيبي ، ووظائف الغدد الصماء الكلوية ، وسعة امتصاص النبيب ويشخص جميع أنواع الفشل الكلوي عن طريق نقصان في GFR والذي يسبب انخفاضا في عدد الكلى (Abenavoli et al., 2024). و يعد مرض الكلى المزمن (CRF) مشكلة صحية عالمية خطيرة ويعتبر الآن محدد رئيسيا للنتائج الصحية السيئة للأمراض الرئيسية غير المعدية وكذلك الالتهاب والإجهاد التأكسدي من السمات البارزة لمرض الكلى المزمن ومضاعفاته لدى البشر . علاوة على ذلك ، تزداد علامات الالتهاب والإجهاد التأكسدي ، ومحتوى malondialdehyde والبيروكسيد ، أو البروتين التفاعلي IL -C حيث تم العثور على زيادة تكوين الأوكسجين الجذري في CRF ، في وجود عوامل مضادة للأكسدة مخفضة (Patlevič et al., 2016; Haque et al., 2020; Mansoor et al., 2022)

يعد الالتهاب والإجهاد التأكسدي أيضا من الوسطاء الرئيسيين للمرض، حيث يمارسان تأثيرات مماثلة للفشل الكلوي المزمن. المرضى الذين يعانون من CRF لديهم تركيزات عالية من البلازما من الوسطاء الالتهابيين (مثل البروتين الصخري، عامل نخر الورم). يجمع مرضى الفشل الكلوي المزمن بين عوامل تصلب الشرايين الشائعة مثل العمر والسكري وارتفاع ضغط الدم والتدخين وعسر شحميات الدم مع عوامل أكثر ارتباطا بالحالة البولية مثل خلل البروتين الدهني في الدم (Sattar et al., 2024).

3-2-2. استحداث الفشل الكلوي المزمن

هناك العديد من الطرق في إنشاء أمراض الفشل الكلوي المزمن، بما في ذلك الباراسيتامول، وإدخال الفشل الكلوي وكذلك عن طريق الجنتاميسين المستخدم للحث على الفشل الكلوي وكذلك الأدينين المستخدم للحث على الفشل الكلوي وغيرها من الطرق الأخرى. إن مرض الكلى الحاد قد يتطور إلى حالة مزمنة، فإن أي سبب لمرض الكلى الحاد هو أيضا سبب محتمل لمرض الكلى المزمن الفشل الكلوي المزمن في كثير من

الأحيان نتيجة للتدمير البطيء والخبيث للنسيج الكلوية. يفترض أن التدمير التدريجي للأنسجة الكلوية يحدث بسبب استمرار السبب البادئ. تظهر العديد من التشوهات فقط عندما يتم تقليل GFR إلى أقل من ثلث المعدل الطبيعي وهناك عدة طرق يمكن استخدامها في استحداث الفشل الكلوي المزمن ومنها السيسبلاتين ، السيسبلاتين مركب من المعادن الثقيلة المضاد للأورام وكذلك نترات اليورانيل وهو عامل مضاد للسرطان ، في البشر ويسبب أيضا الفشل الكلوي الحاد (Mishra et al., 2013).

وكذلك يستخدم الأدينين لتحفيز الفشل الكلوي المزمن ويتم إعطاء الأدينين حقنا داخل الصفاق بجرعات مختلفة (Al Za'abi et al., 2015).

وعندما يعطى الأدينين عن طريق الفم الذي يسبب انسداد الأنابيب الكلوية العلاقة التي تفرز يوميا المواد النيتروجينية تسبب حالة كيميائية حيوية وفسولوجية تشبه مرض الكلى المزمن في البشر. (Nasir et al., 2012).

حيث أن مسحوق الأدينين يدخل مباشرة في الدورة الدموية الجهازية عن طريق تمرير أي تفاعل جسدي مباشر محلي (معوي) ممكن مع أي عامل تحسين معوي. (Ali et al., 2014).

وكذلك يعد استخدام المضادات الحيوية أمينوغليكوزيد سريريا بسبب أنشطتها القوية للجراثيم، ومقاومة أقل للبكتيريا، وتأثيرات ما بعد المضادات الحيوية والتكلفة المنخفضة. ومع ذلك ، من المعروف أن الأدوية التي تنتمي إلى هذه الفئة تسبب السمية الكلوية ومن أهم هذه المضادات الحيوية هو الجنتاميسين ، والذي يعد أمينوغليكوزيد شائع الاستخدام ، بتحريض النخر الأنوبي ، والوذمة الظهارية للأنابيب القريبة ، والتقرن الخلوي ، والتليف الأنوبي ، والازدحام الكبيبي ، والوذمة المحيطة بالأوعية الدموية والالتهاب ، والتي تظهر في النهاية الطريق إلى الفشل الكلوي. إنها مسألة نقاش حول ما إذا كان لدينا عوامل واعدة لمنع حدوث السمية الكلوية التي يسببها الجنتاميسين. ناقشت هذه المراجعة بشكل نقدي التسبب في السمية الكلوية التي يسببها الجنتاميسين (Althobaiti et al., 2023). وكذلك يستخدم كلوريد الكادميوم لتحفيز الفشل الكلوي الذي يسبب خلل وظيفي في الكلية عن طريق حدوث ضرر damag في عمل النبيبات الكلوية والتغيرات النسجية وفشل في عملية الامتصاص الطبيعي للمواد ويقلل من امتصاص النبيبات الكلوية للفوسفات

(Bautista et al., 2024).

3-2. التسمم الكلوي nephrotoxicosis

تعرف السمية الكلوية بأنها تدهور سريع في وظائف الكلى بسبب التأثير السام للأدوية والمواد الكيميائية التي تعرف بالسموم الكلوية التي تظهر بأشكال مختلفة، وحيث تؤثر الأدوية على وظائف الكلى بأكثر من طريقة وتظهر السمية الكلوية بآليات مختلفة منها السمية للأنابيب الكلوية، والالتهاب، وتلف الكبيبات، واعتلال الكلية البلوري، واعتلال الأوعية الدقيقة الخثاري. ومن العلامات التقليدية للسمية الكلوية والفشل الكلوي هي ارتفاع اليوريا في الدم والكرياتينين في الدم والتي تعتبر منخفضة الحساسية في الكشف عن

الأضرار الكلوية المبكرة. وبالتالي، فإن الكشف عن الإصابات الكلوية الأولية يتطلب مؤشرات حيوية جديدة أكثر حساسية ومحددة للغاية تعطي نظرة ثاقبة لموقع الضرر الكلوي الأساسي (Zelege et al., 2024).

2-4. السمية الخلوية للأنايب الكلوية Cytotoxicity of renal tubules

إن الأنايب الكلوية القريبة لها دورا رئيسيا في التخلص من الفضلات من الجسم، بما في ذلك الأدوية ومستقلباتها. إن آليات إفرازها وإعادة امتصاصها تجعل خلايا النبيبات القريبة حساسة بشكل خاص للسمية التي يسببها الدواء وإصابة الكلى الحادة، ان ظاهرة النبيبات القريبة تعبر عن مجموعة واسعة من الناقلات الوظيفية والإنزيمات الأيضية التي تعمل بشكل متناغم في التخلص من الأدوية الكلوية. اذ تكون ناقلات الأدوية الكلوية مكثفة للغاية مما يساهم في الحساسية العالية النسبية للأنايب الكلوية القريبة للعوامل السامة مثل الأدوية المضادة للفيروسات والتهابات الكلوية (Abdel Moghith et al., 2024).

2-5. التهاب كبيبات الكلى : Glomerulonephritis

التهاب كبيبات الكلى هو التهاب الكبيبات الناجم عن العديد من العوامل السامة الكلوية بما في ذلك الذهب والإنترفيرون ومضادات الالتهاب غير الستيروئيدية والليثيوم والهيدرالازين والبناميدرونات (Iyengar et al., 2024).

2-6. التهاب الكلية الخلالي : interstitial nephritis

في الواقع، قد تسبب الاستجابة التحسسية للأنايب الكلوية للأدوية التهاب الكلية الخلالي كما هو الحال في الوبورينول ، ريفامبيسين ، السلفوناميد ، لانسوبرازول ، والكينولونات. قد تسبب بعض الأدوية التهاب الكلية الخلالي المزمن بما في ذلك السيكلوسبورين والأدوية العشبية الصينية ومضادات الالتهاب غير الستيروئيدية (Holliday Jr et al., 2024) .

2-7. اعتلال الكلية البلوري الناجم عن الادوية Drug-induced crystalline

nephropathy

أن إنتاج العديد من الأدوية بلورات غير قابلة للذوبان في البول وترسبها داخل الأنايب الكلوية البعيدة، يسبب تفاعلات خلوية وانسدادا. الأدوية الأكثر شيوعا التي تولد بلورات هي السلفوناميدات ، الأمبيلين ، الأسيكوفير ، سيبروفلوكساسين ، الميثوتريكسات ، والتريامترين. إذ تترسب هذه الأدوية بشكل رئيسي في

البول الحمضي مما يسبب اعتلال الكلية البلوري بشكل رئيسي في المرضى الذين يعانون من اختلال كلوي وإن استمرار ذلك يؤدي إلى الفشل الكلوي الحاد، (Furbish et al., 2024).

2-8. اعتلال الاوعية الدقيقة الخثاري الناجم عن الادوية: Drug-induced

thrombotic microangiopathy; يرجع اعتلال الأوعية الدقيقة الناجم عن الأدوية إلى رد فعل مناعي ناتج عن استخدام الدواء يؤدي إلى حدوث نقص في الصفيحات الدموية وتنشيط الصفائح الدموية، مما يؤدي في النهاية إلى السمية الخلوية البطانية كما هو موضح في الأدوية المختلفة مثل تيكلوبيدين وسيكلوسبورين وكينين (Sakai et al., 2024).

2-9. عنصر الكاديوم Cadmium element

يعد الكاديوم من العناصر الثقيلة التي تلعب دوراً مهماً في التلوث البيئي إذ تشكل خطراً على صحة الانسان والحيوان وتم اكتشاف هذا العنصر من قبل العالم F. Stromeyer في غوتنغن ، ألمانيا ، في عام 1817 و يستخدم الكاديوم في المفاعلات النووية كمنظم لتفاعل انشطار اليورانيوم عن طريق التقاط الإلكترون يحدث بشكل طبيعي في التربة والمعادن ويمكن اعتباره تهديداً صحياً كبيراً بسبب تطبيقاته الصناعية على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم ونصف عمره البيولوجي الطويل (10-30 عاماً)، إذ يمثل واحدة من أكثر المواد السمية المنبعثة في البيئة وهو من العناصر غير الضرورية من الناحية الحيوية، ويوجد في البيئة بتراكيز قليلة ولها سمية عالية إذ تشكل خطراً على صحة الانسان والحيوان وعلى نطاق واسع حيث تنتشر سميته في البيئة بشكل كبير ويأتي في مقدمتها الغذاء، والتربة، والماء، والهواء (Saklayen, 2018; Charkiewicz et al., 2023 Singh et al., 2024). ويوجد الكاديوم في البيئة على هيئة كلوريد الكاديوم وأوكسيد الكاديوم وكبريتيد الكاديوم و كاربونات الكاديوم وكبريتات الكاديوم وهو ينتمي إلى مجموعة العناصر الثقيلة شديدة السمية التي تسبب أضراراً صحية خطيرة من خلال امتصاصه عن طريق القناة الهضمية أو من خلال الجهاز التنفسي وكذلك قدرته على اختراق المشيمة أثناء الحمل مسبباً اضراراً للأغشية والحامض النووي (Verma & Sharma, 2024). فضل عن ذلك يؤدي امتصاصه عن طريق الجهاز الهضمي الى تمزق الغشاء المخاطي للأمعاء مما يسبب الاسهال الدموي والقيء (Kozlosky et al., 2024). وكذلك يُحدث مجموعة واسعة من الاختلالات الوظيفية البيوكيميائية والفسيولوجية ويسبب تغيرات نسجية للأعضاء مثل الكلية والجهاز العصبي المركزي وله تأثيرات على الجهاز التناسلي الذكري، إذ يدخل للأنايبب المنوية من خلال خرق حاجز الدم في الخصية؛ ويسبب تنخر الخصية و ضمورها مع ما يتبع ذلك من انخفاض في أعداد الخلايا الجرثومية مما يؤدي إلى العقم.

Bhardwaj et al., ;Xu et al., 2024;;Mutlu et al., 2024(Zuhra et al., 2024
2024) ويدخل الكاديوم في الكثير من الصناعات مثل صناعة الاطارات، والبضائع المطاطية،
والبلاستيك، والاصباغ، والسيراميك، وفي صناعة الزجاج، والأسمدة العضوية، وغير العضوية،
والنيتروجينية، والفوسفاتية ومبيدات الفطريات وينتقل الكاديوم من مصادره الى الهواء والتربة والمياه،
في حين تتعرض له بعض النباتات وبعض الحيوانات من خلال التربة أولا ثم الماء، إذ يؤدي زيادة
تركيزه في التربة إلى زيادة تركيزه في النباتات، وبذلك تصبح المحاصيل الزراعية (الحبوب، الفواكه
والخضروات) إحدى مصادر تعرض الإنسان والحيوان للكاديوم ، أدى التقدم الصناعي والتكنولوجي الى
استخدام مئات المركبات الكيميائية في شتى المنتجات الصناعية التي يعتمد عليها بشكل كبير في الحياة
اليومية كالمنظفات الكيماوية والمعقمات ومستحضرات التجميل والمواد الحافظة والاصباغ والمنتجات
البلاستيكية وملطفات الجو ومبيدات الحشرات وغيرها من المنتجات التي اصبح عنوانا للحضارة والتقدم
والرقي والرفاهية ، وكثير من هذه المنتجات تحتوي على طائفة كبيرة من المركبات والعناصر الكيميائية
التي قد يشكل بعضها خطرا كبيرا على صحة الانسان والحيوان ،ولاسيما إن كثيرا منها تمتلك خواصا
سمية وتراكمية تؤثر على أجهزة جسم الإنسان خلال فترة زمنية طويلة.

(Molina-Roco et al., 2024; Singla et al., 2024 ;Bethanis & Golia, 2024)

يتميز مركب كلوريد الكاديوم بانحلالية كبيرة في الماء، ولبوراته خاصية استرطاب عالية، فهي تسيل
عند التماس الرطوبة، ويوجد المركب على شكل بلورات أو على شكل مائي

::;Gharbi et al.,2024(Patel & Hundet, 2024 Y.-Q. Chen et al., 2024)

وعندما تتواجد هذه العناصر في البيئة بتركيز عالية فإنها تكون محددة للحياة عادة لذلك تصبح هنالك
حاجة ملحة لتقليل التلوث بهذه العناصر حتى يتم اختزال التأثيرات المباشرة على صحة الكائنات الحية فقد
لوحظت التأثيرات السمية لكلوريد الكاديوم CdCl₂ والتي تمثلت بفقدان الشهية appetite of
Cessation، وانتصاب الشعر Piloerection ، وفقدان التنسيق Coordination ، وصعوبة أو
توقف الحركة في الاطراف الخلفية؛(Quig, 2020; Sunder et al ., Malik et al., 2023;Sunder et al .,
2024)

2-10. التسمم الكلوي بالكاديوم Cadmium causes nephrotoxicity يعمل
الكاديوم على إحداث خلل وظيفي في أنسجة الكلية عن طريق حدوث ضرر Damage في عمل
النيبيات الكلوية وفشل في عملية الامتصاص الطبيعي للمواد وحيث يقلل من امتصاص النيبيات الكلوية
للفوسفات (Satarug, 2024).حيث يعتمد معدل انتقال الكاديوم الذي يكون بهيئة معقد كاديوم-
الميتالوثايونين MT-Cd من الكبد الى الكلية على الوقت الازم لتصنيع الميتالوثايونين (Nasiadek
(.et al., 2022) وعندما يصل المعقد الى النيبيات الكلوية يتم تحليل المعقد بواسطة الاجسام الحالة
Lysosomes التي تحتوي على أنزيمات هاضمة تعمل على تحرير الكاديوم وهذا بدوره يؤدي إلى

تصنيع الميتالوثاينين الكلوي مسببة تراكمه بالكلية بمستويات أعلى مما في الكبد (Bautista et al., 2024). إن فترة بقاءه في الكلية حراً تكون فترة طويلة قد تصل الى 3 اشهر مقارنة مع معدل نصف العمر المعقد MT-Cd الذي يصل الى (3-4) (أيام فقط) (Yüzbaşıoğlu et al., 2024). ويعد المسار الرئيسي لطرح الكاديوم في الإنسان هو الادرار وحيث يطرح الكاديوم مع الادرار في الحيوانات يكون محدودا ويزداد طرحه في الادرار عند حدوث اختلال لوظيفة الكلية مسببا نقصا في تركيزه في كل من الكلى و الكبد ، بينما يعد البراز المعوي في الثدييات المسار الرئيسي لطرح الكاديوم ويتم طرحه بكميات قليلة أو غير ملحوظة عن طريق حليب الرضاعة (Pikounis et al., 2024) ان بلوغ تركيز الكاديوم في القشرة الكلوية 200 مايكروغرام / غم من وزن الكلية مؤشراً خطيراً لكونه يؤدي الى تلف النبيبات الكلوية (Lee et al., 2024). وأوضحت الدراسات التي اجريت على الإنسان وجود علاقة طردية بين انخفاض معدل الترشيح الكبيبي وانخفاض إعادة الامتصاص النبيبي في الاشخاص العاملين في صناعة البطاريات نتيجة لتعرضهم الى تراكيز عالية من كلوريد الكاديوم (okolonkwo et al., 2024). وعند توقف تعرض الاشخاص إلى الكاديوم وفان الخلل الوظيفي في الكلية لا يزول ؛ وذلك لطول عمر النصف له وتراكماته العالية وطرحه البطيء من الكلية (Bautista et al., 2024).

2-11. الية عمل كلوريد الكاديوم في الجسم:

Mechanism of action of cadmium chloride in the body

كلوريد الكاديوم ($CdCl_2$) هو عنصر معدني ثقيل سام يوجد بشكل طبيعي في قشرة الأرض وهو معدن مرن على شكل مسحوق أزرق أو أبيض فضي. يتفاعل بسهولة مع المواد الأخرى الأكثر استخداما وله العديد من الاستخدامات الصناعية والتجارية منها الخلايا والبطاريات بما في ذلك بطاريات النيكل والكاديوم والسبائك والأصبغ ومثبتات البلاستيك والأصبغ والدهانات ، وكذلك في تصنيع الزجاج وعرف أنه معدن سام حيث يسبب التلوث بيئي واسع النطاق (Stannard et al., 2024).التعرض الحاد لكلوريد الكاديوم يمكن أن يسبب اعراضا تشبه أعراض الأنفلونزا ، والمعروفة أيضا باسم "الكاديوم الأزرق" ، والتي عادة ما تمر في غضون أسبوع. ومع ذلك، يمكن أن يسبب التعرض الأكثر شدة تلفا في الجهاز التنفسي مثل التهاب الشعب الهوائية والتهاب الرئة. ويعتقد أن بعض أمراض الرئة المزمنة (مثل انتفاخ الرئة والربو والتهاب الشعب الهوائية) جانب من التعرض المستمر لكلوريد الكاديوم (Wang et al., 2024; Singh et al., 2024). وكذلك ارتفاع ضغط الدم ترتبط بالتسمم البطيء بواسطة الكاديوم بجرعات صغيرة ويمكن أن يؤدي التعرض طويل الأمد ل $CdCl_2$ إلى أمراض مختلفة ، مثل السرطان وسرطان الدم والبروستات والمثانة والبنكرياس والكلى والثدي حيث أكدت العديد من الدراسات أن التعرض للمعادن الثقيلة ، حتى عند المستويات المنخفضة ، يمكن أن يسبب أضرارا جسيمة للأعضاء البشرية. ويمكن أن يؤدي الابتلاع الحاد إلى ألم في البطن، أو حرقان، أو

غثيان، أو قيء، أو إفراز اللعاب، أو تقلصات عضلية، أو دوخة، أو صدمة، أو فقدان الوعي، أو حتى تشنجات في غضون 15-30 دقيقة

(Charkiewicz et al., 2023 Stannard et al., 2024). وقد يلعب دورا في تطور الأمراض المتعلقة بالجهاز العصبي المركزي (CNS) ، مثل مرض الزهايمر ، والشلل الرعاش ومرض باركنسون (PD) ، ومرض هنتنغتون (HD) ، والتصلب الجانبي الضموري (ALS) ، والتصلب المتعدد (MS) ، أو في تدهور الوظائف المعرفية والسلوكية ، وكذلك الأمراض المزمنة ، مثل هشاشة العظام وتلين العظام خصوصا عظام الحوض ، عظم الفخذ واجسام الفقرات وعظام لوجي الكتف.(Charkiewicz et al., 2023). كما يمكن أن يعبر المشيمة والحاجز أمام الجنين ، ويسبب تأثيرات تشوه للأجنة ، كما يرتبط بأمراض القلب والأوعية الدموية ، وتشوهات وظائف الرئة ، (Zuhra, 2024). وقد أظهرت الدراسات أن 90% من الكادميوم في أجسامنا يأتي من الأغذية الأرضية ، مثل البطاطس والحبوب والخضروات ، في حين أن الطعام المائي ومياه الشرب لا تمثل سوى 2% من تناول الكادميوم البشري (Zuhra et al., 2024).

2-12. تأثير الاجهاد التأكسدي على فشل الكلوي المزمن:

The effect of oxidative stress on chronic kidney failure

هو حالة عدم التوازن بين مضادات الأكسدة Antioxidants و المؤكسدات Oxidants حيث تغلب المؤكسدات على مضادات الاكسدة وتسبب ضرر في الجزيئات الحيوية الكبيرة و إن الجذور الحرة و المؤكسدات تتولد بشكل مستمر في خلايا الجسم لكنها تتوازن بشكل طبيعي من خلال أيض مضادات الأكسدة الطبيعية مثل تفاعلات السلسلة التنفسية أو عملية البلعمة ، أيضا تنتج عند التعرض للملوثات البيئية أو الاشعاعات المؤينة أو ملوثات الهواء (Ferraz et al., 2023; Yulin et al., 2023) (Jain & Shakkarpude, 2024). وتمتاز الأنواع الأوكسجينية الفعالة ROS مثل جذر السوبر اوكسيد Superoxid و جذر الهيدروكسيل (OH) Hydroxyl وبيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide (H₂ O₂) بقابليتها إحداث الطفرات في الحامض النووي منقوص الأوكسجين DNA وكذلك اكسدة الحوامض الأمينية و الكربوهيدرات والدهون (Skoryk & Horila, 2023). بواسطة مهاجمة السوبر اوكسيد الى سلاسل الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة بقوة ويؤكسدها بعملية بيروكسيد الدهون Lipid Peroxidation ومن ثم تحرير المانولديهايد Manoldiahdehde

(Chaudhary et al., 2023 Kumar et al., 2024).

وهو سبب لنشوء العديد من الأمراض كالسرطان والشيخوخة وأمراض القلب وحالات العقم

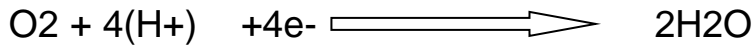
(Chaudhary et al., 2023 ;Liu et al., 2023 Shi et al., 2023;

Ghosh et al., 2024)

13-2. الجذور الحرة Free radicals

تمتاز الجذور الحرة بقدرتها على هدم وتحطيم الخلايا بواسطة خلق سلسلة من التفاعلات الثانوية التي تزيد فعلها الهدمي، إن مجمل الاوكسجين الجزيء يعمل بشكل طبيعي، وأن حوالي 98% من الحالات الطبيعية يختزل الى الماء في عمليات التنفس بواسطة انزيم سايتوكروم اوكسيديز Cytochrome oxidase في المتقدرات من خلال اختزال الالكترونات الاربعة. اما ال-1- 2 % المتبقية من الاوكسجين فأنها تتعرض الى تفاعلات اختزالية غير تامة تحدث اضطرابات كيميوية في الجسم تؤدي الى تكوين جذر السوبر اوكسايد السالب (O_2^-) الذي يعد من اكثر أصناف الجذور الحرة سميةً وكذلك بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide (H_2O_2) وجذر الهيدروكسيل (Hydroxy radical) (OH^-) والأوكسجين المفرد (O_2^-) وهي انواع جذور الأوكسجين الحرة والتي تضم جذر السوبر اوكسيد وهو أحد أنواع التابعة لهذه الجذور ،وتزداد أصناف الأوكسجين الفعالة في حالة اعطاء بعض المواد الكيميائية والادوية مثل الكلوروفورم وعقار الادرمايسين، وأن مصادر الجذور الحرة قد تكون داخلية تتولد بصورة خاصة في بيوت الطاقة والجسيمات الحالة Lysosomes وغشاء الخلية أو خلال مصادر الأيض الهوائية الطبيعية في العضيات (organelles)، . حيث أن 98% من جزيئات الأوكسجين تختزل إلى ماء بواسطة إنزيم اوكسيديز (Sadiq, 2023 Jomova et al., 2023):.

Oxidase



والمتبقي من جزيئات الأوكسجين (2%) يتم إختزالها وبشكل تدريجي خلال عمليات الأيض بواسطة خميرة Cyclooxygenase لتشكل عنها جذور الأوكسجين الفعالة (Reactive oxygen intermediate) والتي تحدث خلل وظيفي في الخلية مؤدية الى حدوث ضرر تأكسدي في غشاء الخلية ومنها H_2O_2 ، OH^- ، أو قد تنتج تلك الاصناف من التفاعلات الثانوية مع البروتونات وانتقال المعادن منها الحديد والنحاس (Gordiienko, 2024).

أما المصدر الثاني للجذور الحرة هو من مصادرها الخارجية والمواد الكيميائية السامة والأدوية حيث تتولد من استهلاك المواد الغذائية الغنية بالدهون وتناول المشروبات الكحولية والتدخين بشكل مفرط، والتعرض للإشعاعات المؤينة و الأشعة فوق البنفسجية (Pandey, Suryadinata et al., 2021)؛ (2024) . بسبب إلكترونها الفردي للجذور الحرة تميل إلى التفاعل مع الجزيئات الخلوية الأخرى حيث يمكن ان عند بقائها في الجسم هذه النفايات لا يمكن إفرازها، فإنها تؤدي إلى مشاكل تساهم الكلية بتخليص الجسم من جميع الفضلات النيتروجينية والماء الزائد بشكل بول بسبب الفشل الكلوي. ويختلف سبب فشل الكلوي المزمن حسب البلد والعمر والجنس وغالبا ما يكون مرض الكلى المزمن (CKD) صامتا ويتقدم بشكل خبيث دون أي أعراض وخاصة خلال المراحل المبكرة (Juan et Erdemli et al., 2024). (al., 2021) إن المشكلة الكبرى هو التهاب كبيبات الكلى لدى المرضى الذين يعانون من الفشل الكلوي

المزمن في زمن الماضي وهناك أسباب أخرى أكثر شيوعا تشمل مرض السكري وارتفاع ضغط الدم ويؤدي فقدان وظائف الكلى الحرجة إلى الفشل الكلوي ومشاكل خطيرة تؤثر على جميع الأعضاء. حاليا، يحتاج أكثر من 2 مليون شخص إلى غسيل الكلى وزرع الكلى على مستوى العالم ومن المتوقع أن يتضاعف هذا الرقم في العقد المقبل، ومن المتوقع أن تتجاوز التكلفة الإجمالية للعلاج 1.5 تريليون دولار. الأمر الذي سيؤدي إلى تكلفة اقتصادية كبيرة في المستقبل القريب ، مما يجهد ميزانيات الصحة في البلدان المتقدمة ، ويؤدي إلى مشاكل أكثر خطورة في الدول منخفضة الدخل (Zhong *et al.*, 2023; Janga *et al.*, 2024).

14-2. مسحوق طحلب السبايروлина Spirulina powder compound

سبيروлина هي طحالب زرقاء بدائية النواة ملفوفة حلزونية أو خيطية وهي ذات عرض متفاوت مع الجدران المتقاطعة ، ويتم تمييز هذه السلالات عن طريق مواصفاتها تحت المجهر الضوئي و بناء من خلال نوع الحلزون المورفولوجي ، وتوزيع المسام في جدار الخلية ، ورؤية الحاجز تحت المجهر الضوئي ، والقطر الحلزون (AlFadhly *et al.*, 2022). وتعطى السبايروлина كمصدر محتمل للبروتينات والمستحضرات الصيدلانية تجاريا. حيث تكون العوالق النباتية من كائنات حية مثل الدياتومات ، والدينوفلاجيلات ، والسوطيات الخضراء والصفراء والبنية ، والطحالب الخضراء المزرقعة (Prete *et al.*, 2024 Menon *et al.*, 2024):و يمكن زراعة هذه الطحالب على نطاق واسع للحصول على مادة غنية بالبروتين للاستخدام الغذائي أو الاستخدام الصناعي مثل أصباغ زرقاء ، و أن التركيب الكيميائي للسبيروлина يحتوي على قيمة غذائية عالية بسبب مجموعة واسعة من العناصر الغذائية الأساسية ، مثل الفيتامينات والمعادن والبروتينات (Irshad *et al.*, 2024 Paramanya *et al.*, 2024).

وتعتبر السبايروлина واحدة من البكتيريا الزرقاء التي توجد في المياه الاستوائية والمالحة ذات درجة

الحموضة القلوية (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2024).

15-2. تاريخ مركب سبايروлина History of the spirulina compound

صنفت سبيروлина في البداية في المملكة النباتية بسبب قدرتها على التمثيل الضوئي وكذلك احتوائها على أصباغ النبات. وتم وضعها لاحقا في مملكة البكتيريا بناء على فهم جديد لعلم الوراثة وعلم وظائف الأعضاء والخصائص الكيميائية و الحيوية لها (Ahmad *et al.*, 2023).تنمو السبايروлина بشكل طبيعي في المناطق شبه الاستوائية والاستوائية بما في ذلك أمريكا والمكسيك وآسيا ووسط إفريقيا في خزانات المياه القلوية عالية الملح وتحتوي على القيمة الغذائية من محتواها العالي من البروتين الذي يشكل نسبة (60-70 ٪ من الوزن الجاف) إلى جانب احتوائها على الفيتامينات والمعادن والأحماض الدهنية الأساسية والمواد المغذية الأخرى. (Yamgar & Dhamak, 2022). تشير الدراسات

الحديثة أن (سبيرولينا، وهي طحالب خضراء مزرققة وحيدة الخلية) قد يكون لها مجموعة متنوعة من الفوائد الصحية والخصائص العلاجية ، تحتوي على مضادات أكسدة ومضادات للالتهابات وكما تستخدم سبيرولينا للأغذية الصحية والأعلاف والمنتجات البيوكيميائية منذ ثمانينيات القرن العشرين. في الواقع ، سبيرولينا هي الغذاء الكامل الأكثر تركيزا ومغذية المعروفة للعلم ، وعلاوة على ذلك سبيرولينا ليس لها أي آثار جانبية وغير سامة في الطبيعة (Wang et al., 2023) (Prete et al., 2024). طحالب السبايرولينا هي طحالب دقيقة خيطية حرة الطفو تنمو في المسطحات المائية القلوية. منذ أكثر من 400 عام، وتعتبر سبيرولينا كغذاء في العديد من دول العالم لأنها مصدر معروف للمكملات الغذائية ذات القيمة الطاقة العالية كذلك فأنها تستخدم على نطاق واسع في تغذية الإنسان، أظهرت التجارب في الجسم الحي وفي المختبر نتائج فعالة وواعدة لدورها في علاج فقر الدم والحساسية والسمية الكبدية والعدوى الفيروسية والسمنة وأمراض الأوعية الدموية وبعض أنواع السرطان والحماية من الإشعاع.

(Hilali et al., 2024);Srivastava et al., 2024);Gupta et al., 2024).

2-16. مسحوق السبايرولينا كمكمل غذائي للإنسان:

Spirulina as a feed supplement for humans:

أظهرت النتائج العديد من الدراسات أن السبايرولينا تحتوي على مجموعة من العناصر الغذائية والفيتامينات و الدهون والكاربوهيدرات بما في ذلك تلك الغائبة عمليا في الطعام المشترك إذ ظهر أن القيمة الحيوية من 10 غرام من مسحوق (سبيرولينا المجففة يعطي -29 سعرة حرارية: الدهون -0.7 غرام ، البروتين -5.7 غرام ، الكاربوهيدرات -2.4 غرام ، فيتامين أ -57 وحدة دولية ، فيتامين - B1 0.24 ملغ (الثيامين) ، B2 (ريبوفلافين) -0.38 ملغ ، B3 (نيكوتيناميد) -1.3 ملغ ، B6 (البيريدوكسين) -0.4 ملغ ، B9 (حمض الفوليك) - 21 9.4 ملغ ، فيتامين -1 C ملغ ، فيتامين - E 0.5 ملغ ، natrium -104 ملغ ، البوتاسيوم -136 ملغ ، الكالسيوم -12 ملغ ، المغنيسيوم -20 ملغ ، الحديد -2.8 ملغ ، الزنك -0.2 ملغ.) (Samanta et al., 2022). وبنفس الاتجاه إشارة الدراسات أن السبايرولينا الجافة تحتوي على 60-70% بروتين، 10-20% كاربوهيدرات، 9-14% دهون، 4% احماض نووية، 4-6% معادن. وهي مصدر β كاروتين والحديد كما أظهرت الدراسات أنها تحفز جهاز المناعة، حيث تساعد على إزالة السموم وتبني خلايا الدم الحمراء والبيضاء وهي من المكملات الغذائية المفيدة عالية الكفاءة المتوازنة، والتي تستجيب إلى جميع متطلبات أنظمة الكائن الحي، والمهم جدا، انها تحسن حالة الجهاز المناعي كونها مصدر للحديد ومضادات أكسدة

(Pehlivanov et al., 2024;Trivedi et al., 2024 ;Akhoundian et al., 2024).

كما أنها تعزز من مكونات الدم تزيد من مقاومة الخلايا لنقص الأكسجة وتحتوي على نسبة عالية من البروتين والفيتامينات. حيث يوجد 20 غرام من سبيرولينا المجففة RDA الكامل من فيتامين B12، 70% RDA للثيامين، 50% RDA للريبوفلافين، و12% للنياسين. تشمل المواد الغذائية الأخرى

للسبيرولينا المحتوى العالي من p-carotene (بروفيتامين A) والأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة وبما ان السبايرونينا لها خصائص علاجية لذلك يمكن أن تكون بمثابة علاج تكميلي للعديد من الأمراض. بالإضافة إلى تحسين الوظيفة المناعية، كما تستخدم سبيرولينا أيضا للأغذية الصحية والأعلاف والمنتجات الكيمايائية الحيوية منذ ثمانينيات القرن العشرين

(;Babaei et al., 2022 Prete et al., 2024; Abozaid et al., 2024)

اثبتت الدراسات دور السبايرونينا في زيادة مستوى الكلوبين المناعي (IgA) والكلوبين المناعي (IgM). كما تمنع من نمو خلايا سرطان الدم البشري K562 عند استكمالها بالنظام الغذائي يتكون جداره الخلوي من عديد السكاريد الذي لديه قابلية هضم بنسبة 86 في المائة، ويمكن أن يمتصه جسم الإنسان بسهولة. وتوجد السبايرونينا بصفات مختلفة من الغذاء حيث منها الكبسولات المصنوعة من سبيرولينا الجافة ومنها مايكون بشكل باودر ومنها مايكون بشكل مضافات غذائية (Zahan et al., 2024 ;Srivastava et al., 2024) بدأت الثقافة الجماهيرية للسبيرولينا في تسعينيات القرن العشرين حيث استخدم مسحوق سبيرولينا بلاتنسيس كقرص غذائي صحي تحت الاسم التجاري "Linavina" و "Pirulamin" في فيتنام. يستخدم منتج معلب آخر يسمى "Lactogil" لتعزيز إفراز الحليب لدى الأمهات اللاتي يظهرن انخفاضا في الرضاعة. كما تم الحصول على نتائج جيدة من خلال علاج الأطفال الذين يعانون من 23 مرضا خطيرا من أمراض سوء التغذية بمسحوق سبيرولينا في مستشفى ثوانهاي ، فيتنام.

Wanjari & Dabhade; 2023 (; joseph, 2015).تحتوي سبيرولينا على تراكيز عالية من

الدهون الأساسية المتعددة غير المشبعة (PUFAs) حيث اثبتت دراسة أجراها قسم الطب الباطني بجامعة توكاي باليابان على 30 موظفا من الذكور يعانون من ارتفاع الكوليسترول وارتفاع ضغط الدم الخفيف وفرط شحميات الدم إلى أن السبايرونينا خفضت الكوليسترول في الدم والدهون الثلاثية و LDL.بعد استخدامها إذ استهلكت المجموعة أ 4.20 غرام من سبيرولينا يوميا لمدة ثمانية أسابيع ، وانخفض الكوليسترول الكلي في غضون أربعة أسابيع من 244 إلى 233 ملغ. بينما استهلكت المجموعة ب سبيرولينا لمدة أربعة أسابيع ، مما يشير إلى الدور الذي تلعبه السبايرونينا في خفض نسبة دهون الدم حيث تحتوي سبيرولينا على ما يصل إلى 2 في المائة من الكتلة الحيوية الجافة لحمض الميكرولينولينييك (Ahmed, 2024; Gupta et al., 2024).عندما يتم تحويل خلايا طحلب سبيرولينا إلى مسحوق يمكن أن يوفر مجموعة متنوعة من المنتجات الغذائية ، كالمشروبات الفورية والماكولات الساخنة مثل الحساء وغيرها وكذلك مثل الصلصات والمعكرونة والأطعمة الخفيفة و غيرها من الوصفات. وقد بذلت شركة بروتايوس، كذلك وهي شركة تسويق مرتبطة أساسا بمزارع إيرثرايز في الولايات المتحدة الأمريكية، محاولات لدمج سبيرولينا في مجموعة متنوعة من المنتجات الغذائية مثل ألواح الجرانولا وأنواع مختلفة من المعكرونة

.A. Kumar et al., 2023)JOSEPH, 2023;(Priyanka et al., 2023;

2-17. التركيب الكيميائي للـSpirulina chemical composition :

يتلخص التركيب الكيميائي للـSpirulina على النحو التالي:

1- الفيتامينات: تحتوي الـSpirulina على فيتامين C، فيتامين D وفيتامين E (فيتامين B1 (الثيامين)، B2 (الريبوفلافين)، B3 (نيكوتيناميد)، B6 (البيريدوكسين)، B9 (حمض الفوليك)، B12 (سيانوكوبالامين)، (Gopal & Govindaraj, 2024).

2- البروتين: تحتوي الـSpirulina على نسبة عالية بشكل غير عادي من البروتين ، بين 55 و 70 في المائة من الوزن الجاف إنه بروتين كامل ، يحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية ، على الرغم من انخفاض كميات الميثيونين والسيستين والليسين ، مقارنة بالبروتينات القياسية مثل تلك الموجودة في اللحوم أو البيض أو الحليب ، ومع ذلك فهو متفوق على جميع البروتينات النباتية القياسية ، مثل البقوليات (Çelekli et al., 2024).

3- المعادن: تعتبر الـSpirulina مصدراً غنياً بالبوتاسيوم ، وتحتوي أيضاً على الكالسيوم والكروم والنحاس والحديد والمغنيسيوم والمنغنيز والفوسفور والسيلينيوم والصوديوم والزنك (Babaniyi et al., 2024).

4- الأحماض الدهنية الأساسية: كما تحتوي الـSpirulina على كمية عالية من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة تتراوح نسبتها بين 1.5-2.0 في المئة من إجمالي الدهون في المركب الغذائي المصنع فيها . اذ تحتوي على وجه الخصوص ، حامض لينوليك (36 في المائة من إجمالي ، وحامض اللينوليك ، وحامض الستيريرويدونيك (SDA) ، وحامض إيكوسابتناينيك (EPA) ، وحامض الدوكوساهيكسانويك (DHA) وحامض الأراكيدونيك (AA) (Priyanka et al., 2023).

5. أصباغ التمثيل الضوئي: تحتوي الـSpirulina على العديد من الأصباغ بما في ذلك الكلوروفيل أ ، زانثوفيل ، بيتاكاروتين ، إيشينون ، ميكسوكسانثوفيل ، زياكسانثين ، كانثاكسانثين ، دياتوكسانثين ، 3-هيدروكسي إيشينون ، بيتاكريبتوكسانثين ، أوسيلاكسانثين ، الـSpirulina كما بعد مورد غذائي كامل يحتوي على الكلوروفيل، فيكوسيانين، والكاروتينات وبذلك تدخل في العديد من التطبيقات اذ تستخدم الصبغة الطبيعية في صناعة الأغذية ومستحضرات التجميل وصناعة الأدوية بالإضافة إلى البروتينات الفيزيائية c-phycoyanin و allophycocyanin (Babaniyi et al., 2024).

2-18. تأثيرات الـSpirulina على وظائف الكلى والكبد

Spirulina effects on kidney and liver functions

أجريت العديد من الدراسات حول الـSpirulina ووجدت لها تأثيرات فعالة على وظائف الكلى من خلال استحداث الفشل الكلوي بعدت طرق منها الاديين أو عن طريق سيسبلاتين أو عن طريق ديكلوفيناك أو عن طريق الجنتاميسين بعد تحريض الفشل الكلوي و لوحظ هناك ارتفاع أوضح في مستويات اليوريا والكرياتينين كما لوحظ فقدان لوظائف الكلى، وبعد أن أعطيت الـSpirulina ، وتم تسجيل

ملاحظة واضحة وهامة في اليوريا وأيضا الكرياتينين اذ انخفضت تراكيزها بسبب امتصاص اليوريا ، حيث أجريت التجربة على الفئران بعد إدخال الفشل الكلوي وأخذ العينات ، وبعد إعطاء سبيرولينا لها، تم أخذ عينات منها للمقارنة بينهما وملاحظة مدى انخفاض في نسبة اليوريا والكرياتينين حيث لوحظ تحسن عمل الكلى بمعدل كبير جدا وكذلك بعد إعطاء سبيرولينا تحسنت إنزيمات الكبد (Wang et al., 2023 ;Sadeghipour et al., 2024).

2-19. تأثير مسحوق السبايرولينا على ملف الدهون

Spirulina powder effect on lipid profile

تشير العديد من الدراسات التي أجريت على الحيوانات والبشر على القدرة السبايرولينا على خفض تراكيز الدهون الثلاثية والكوليسترول الكلي والكوليسترول الضار في كبار السن إذ انخفضت بشكل ملحوظ بعد تناول مكملات سبيرولينا. (Sonawane et al., 2023). كما لوحظ أن تناول السبايرولينا سبب حدوث تنظيم في التركيز وتوازن HDL. حيث نلاحظ الى جانب انخفاض في مستويات ALT و AST عن مستوياته السابقة . إذ لوحظ انخفاض كبير بعد العلاج به لمدة 30 يوما في المستويات CHO و TRI و LDL. وكذلك زيادة مستوى مصّل HDL وعلاوة على ذلك ان السبايرولينا علاج ضد تليف الكبد ويعزى ذلك إلى قدرته على تثبيط تكاثر الخلايا النجمية الكبدية المنشطة (HSC) ، وبالتالي تحفيز موت الخلايا المبرمج HSC. (Altyar et al., 2024; Behairy et al., Prete et al., 2024; HSC. 2024).

2-20. تأثير مضادات الاكسدة لمسحوق السبايرولين

Antioxidants effect of spirulina powder

يعتبر السبايرولينا مزيج قوي من مضادات الأكسدة وترتبط معظم الفوائد الصحية للسبيرولينا احتوائها على مواد مضادة للاكسدة مثل الكاروتينات والزانثوفيل والكلوروفيل الصبغة الزرقاء الفريدة phycocyanin علاوة على ذلك تأثر تدخل سبيرولينا بتاكيز (500 × 2) ملغم ، (500 × 4) ملغ على محتوى المصل من المؤكسدات ومضادات الأكسدة والكوليسترول و TG و HDL و نشاط إنزيمات تنظيم الحويصلات الرئوية في مرضى الانسداد الرئوي المزمن كما يمتلك خصائص مثل مضادات الأكسدة ، مضاد للشيخوخة (يمنع موت الخلايا) ، مضاد للالتهابات ، مضاد للسرطان ، ويعتبر مهم في نظام توصيل الدواء و تنظيم مستويات الكوليسترول وتنظيم مجموعة متنوعة من الوظائف البيوكيميائية الأساسية في الجسم بما في ذلك تنظيم تخليق الكوليسترول. (Ismail & Piercey-Normore, 2024;Hegazi et al., 2024).

2-21. الدور العلاجي للسبايرولينا: The therapeutic role of spirulina

تحتوي السبايرولينا على مضادات الاكسدة التي تحارب الالتهابات المزمنة لاحتوائها على فيكوسيانين وهو من الجزيئات المضادة للالتهابات المعروفة. وقد اعترف باعتبارها واحدة من الجزيئات الطبيعية

الواعدة من حيث تثبيط الإنزيمات PRO-2 كوكس 2- التي ترتبط بظاهرة الالتهاب والألم المرتبطة بها هو المركب الطبيعي الوحيد الذي هو فعال ضد الربو وبالتالي الحد من آثارها خلال الأحداث التحسسية و من خصائصه المضادة للجذور في حماية الخلايا من التلف الناجم عن الجذور الحرة و الاجهاد التأكسد

(Paramanya et al., 2024)(Prete et al., 2024). كما يساهم في تحسين الحالة التأكسدية للحيوانات، بما في ذلك زيادة إجمالي البلازما و مضادات الأكسدة وزيادة في محتويات الكلوتوثايون وانزيم S- ترانسفيراز، سوبر أكسيد ديسموتاز والكلوتوثايون بيروكسيديز. كما ان السبايرونينا غنية بالمواد الكيميائية النباتية النشطة بايولوجياً تحتوي السبايرونينا على مادة مضادة للأكسدة الخصائص والتخلص من ثنائي الجذور الحرة الذي تحتوي على 1,1 ثنائي فينيل-2- بيكريل هيدرايل (DPPH) (Altyar et al., 2024)(Parida et al., 2024). أظهرت بعض الدراسات وجود علاقة بين السبايرونينا (كغذاء وظيفي للبشر) والخصائص التنظيمية للكوليسترول، وتعديل الجهاز المناعي ، وتأثير مضادات الأكسدة (Alghamdi, Reda, et al., 2024). إلى جانب قدرتها على خفض مستوى الكوليسترول الضار (LDL) والكل في الدم ورفع مستوى الكوليسترول الجيد (HDL) إضافة الى تقليل نسبة الدهون الثلاثية مما تقلل من نسبة حدوث الجلطات القلبية المرتبطة بزيادة نسبة الدهون في الدم وأمراض القلب الأخرى لأنها تحتوي على بروتينات الموجودة فيها التي تحفز إنتاج أكسيد النيتريك الذي بدوره يعمل على ارتخاء الأوعية الدموية وبالتالي الحفاظ على ضغط الدم من الارتفاع (Prete et al., 2024)(Sokary et al., 2024). كما يساهم في علاج فقر الدم الذي يحدث بسبب انخفاض نسبة الهيموغلوبين او خلايا الدم الحمراء في الدم والناجم من نقص نسبة الحديد في الجسم حيث برهنت الدراسات أن له دوراً كبيراً وهاماً على مكونات الدم من حيث المحافظة على مكونات الدم من الآفات المرضية وعلاجها أيضاً في حالة وجود نقص في مكونات الدم. تم عمل تجربة، تمت بإعطاء أقرص مضغوطة منه للأشخاص بعد أخذ عينات الدم، 33 شخص والذي اعتبر مقياساً للتجربة قبل وبعد السبايرونينا. تم إعطاء مسحوق السبايرونينا للأشخاص مرتين في اليوم، وبعد أسبوعين من تناوله، يتم أخذ عينات من الدم. لقد وجد أن له تأثيراً كبيراً على خلايا الدم الحمراء. حيث ساهم برفع خلايا الدم الحمراء مقارنة مع حجم الدم. ال جانب تحسن عدد الصفائح الدموية، ولوحظ زيادة نسبة الهيموكلوبين، حيث الأشخاص الذين تناولوا السبايرونينا ارتفاع في نقل الأكسجين، كما لوحظ تحسن وارتفاع نشاط جهاز المناعة في الجسم ، حيث تحافظ على أشكال مكونات الدم وبعد ذلك استمر تناول السبايرونينا لاحظ أنها تحتوي على فيتامينات مهمة جداً للجسم المكونة للدم وهي فيتامينات B12، الحديد، الثيامين، البيريدوكسين، حمض الفوليك، والبروتين (Paramanya et al., 2024). كما يعمل تعمل على خفض اعراض التهاب الانف التحسسي لاحتوائها على كوسيانين هو المركب الطبيعي الوحيد الذي هو فعال ضد الربو ويمنع إنتاج الجزيئات المسؤولة عن الالتهاب والحد من كمية هذه الجزيئات التي تم

إطلاقها, وبالتالي الحد من أثارها خلال الأحداث التحسسية. يتزايد انتشار التهاب الأنف التحسسي على مستوى العالم لأسباب مختلفة لا يزال التهاب الأنف التحسسي غير خاضع للسيطرة بشكل كافٍ بالوسائل الطبية الحالية إن الحاجة إلى العلاج الطبي المستمر تجعل الأفراد قلقين بشأن الآثار الجانبية للأدوية لذلك هناك حاجة لإيجاد علاجات بديلة تم مؤخرًا دراسة تأثيرات السبايرونولينا على التهاب الأنف التحسسي يتم إنتاجها وتسويقها كمكمل غذائي لتعديل وظائف المناعة، تعمل على تقليل أعراض والنتائج الجسدية بشكل واضح مع الادوية الكيميائية الضارة بما في ذلك إفرازات الأنف والعطس واحتقان الأنف والحكة. تعتبر السبايرونولينا فعالة سريريًا في علاج التهاب الأنف التحسسي بالمقارنة مع الدواء الوهمي (Sibiya et al., 2022). كما أنه يدعم الجهاز المناعي يحافظ على صحة الجهاز المناعي بوساطة زيادة إنتاج الأجسام المضادة بسبب محتواها العالي من مضادات الاكسدة والفيتامينات والعناصر الأساسية وتحفيز إنتاج خلايا الدم البيضاء و الأجسام المضادة وارتفاع نسبة البلاعم البريتونية المنشطة وحفزت خلايا الطحال على النمو بشكل أفضل استجابةً للخلايا المستهدفة الأولية للسبيرونولينا يمكن أن تكون خلايا بلعمية، على الرغم من أن الآلية التي يتم من خلالها تحفيز هذه الاستجابات في الجسم الحي لم تكن واضحة (Maddiboyina et al., 2023). هنا وتلعب السبايرونولينا دور مهم في تنظيم مستوى سكر الدم إذ أظهرت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات التي تناولت السبايرونولينا إلى خفض مستوى السكر في الدم بشكل ملحوظ (Saïdi et al., 2024).

الفصل الثالث
المواد وطرائق العمل
Materials & Methods

الفصل الثالث

Materials and Methods العمل وطرائق العمل

Materials and Methods

3- المواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة الحالية للمدة من شهر ايار (2023) إلى شهر نيسان (2024) في جامعة كربلاء كلية التربية للعلوم الصرفة قسم علوم الحياة مختبر الدراسات العليا, حيث تم دراسة (24) عينة من الجرذان البيضاء نوع *Rattus norvegicus* لكل منها تم حساب مجموعة من المعايير الدموية التي شملت معايير (اليوريا والكرياتينين وإلكتروليتات الدم (Ca,K,Na) إلى جانب الدراسة النسجية للكلية وكما يلي -

3-1. المواد

3-1-1- المواد الكيميائية المستعملة :

جدول (3-1) المواد الكيميائية والعدد المستعملة تبعاً لاسم الشركة المصنعة والمنشأ.

ت	أسم المواد	الشركة المصنعة	المنشأ
1	أوكسيد الزئبق الأحمر	Fluka	Switzerland
2	إيثانول مطلق 99%	CARLO ERBA	France
3	حامض الخليك الثلجي	BDH	England
4	زايلين	Scharlau	Spain
5	شب البوتاسيوم والامونيا	BDH	England
6	شمع البارافين	Scharlau	Spain
7	صبغة الأيوسين	BDH	England
8	صبغة الهيماتوكسولين	BDH	England
9	عدة قياس إنزيم الفوسفاتيز القلوي (ALP Kit)	Biomerieux	France
10	عدة قياس إنزيم ناقل امين الالنين (ALT Kit)	Randox	United Kingdom
11	عدة قياس إنزيم ناقل امين الاسبارتيت (AST Kit)	Randox	United Kingdom
12	عدة قياس اليوريا (Urea Kit)	Biomerieux	France
13	عدة قياس الكرياتينين (Ceratinine Kit)	Biomerieux	France
14	عدة قياس تركيز الكالسيوم	Biomerieux	France

Germany	Human	عدة قياس تركيز البوتاسيوم والصوديوم	15
USA	Abbott	عدة قياس (LDL و HDL)	16
Italy	Giese	عدة قياس سوبر اوكسيد الديسموتاز (SOD)	17
Spain	BioSystem	عدة قياس الكوليسترول	18
England	GCC	فورمالديهايد (37%)	19
Spain	Scharlau	كحول ايثانول مطلق	20
England	BDH	كلوروفورم	21
India	Himedia Lab.	مادة (D.P.X)	22

3-1-2. الأدوات المستعملة:

جدول (3-2) الأدوات المستعملة مع اسم الشركة والمنشأ.

المنشأ	الشركة المصنعة	أسم الأداة	ت
USA	Oxford	أداة تجريع	1
Jordan	Gold star	أنابيب اختبار خالية من المادة المانعة للتخثر	2
Germany	Harshman	جار تصبيغ زجاجي	3
Germany	Harshman	حامل شرائح	4
Turkey	Kardelen Hidrophile	شاش طبي	5
China	MHEC	شرائح زجاجية واغظيتها	6
Pakistan	S.I.E.	عدة تشريح	7
Turkey	Papatya	قطن طبي	8
S.A.R.	Medical ject-	محاقن طبية	9
Belgium	Zelpa	ورق ترشيح	10

3-1-3. الأجهزة المستعملة:

الجدول (3-3) يوضح الأجهزة المستعملة حسب المنشأ والشركة المصنعة

المنشأ	الشركة المصنعة	أسم الجهاز	ت
France	Concord	ثلاجة	1
Germany	Hermile Lab	جهاز الطرد المركزي	2
USA	Chicago Surgical & Electrical	حمام مائي	3
Japan	Sanyo	خلاط كهربائي	4
India	Lassco	صفيحة الساخنة	5
Germany	Xmta	فرن كهربائي	6
Japan	Canon	كاميرا	7
Germany	Human scop	مجهر ضوئي	8
Italy	Histo-Line Lab.	المشراح الدوار	9
England	Biotech	المطيايف الضوئي	10
Germany	Sartorius	ميزان الكتروني	11
Germany	Sartrius	ميزان حساس	12

2-3. طرائق العمل

1-2-3. حيوانات التجربة Experimental Animals

استخدمت في هذه الدراسة (24) من ذكور الجرذان البيض تراوحت أوزانها بين (190-230) غراماً وأعمارها بين (9 - 12) أسبوعاً، تم الحصول عليها من حقول تربية خاصة في محافظة بابل، وضعت الحيوانات في أقفاص بلاستيكية خاصة أبعادها (25×40×30) سم للعرض والطول والارتفاع على التوالي مغطاة بأغطية معدنية ، وبظروف مختبرية ملائمة من حيث درجة حرارة ومدة الإضاءة (12) ساعة باليوم والتهوية الجيدة ، فرشت أرضيتها بنشارة الخشب الناعمة وتمت العناية بنظافة الأقفاص وتبديل الأرضية باستمرار وتعقيمها بالمطهرات، وكذلك العناية المستمرة بنظافة قناني الإرواء وغرفة الإيواء ، وزودت الحيوانات بالماء والعليقة القياسية

Ad libitum

(Clarke et al., 1977) بصورة حرة طيلة مدة التربية ، تركت الجرذان لمدة أسبوعين قبل

بدء التجربة للتأقلم والتأكد من سلامتها من الأمراض

جدول (4 - 3) مكونات العليقة المركزة المعطاة أثناء مدة الدراسة (Clarke et al., 1977).

ت	أسم المادة	لكل (10) كغم
1	حليب مجفف كامل الدسم	2.00
2	جريش الحنطة	1.70
3	دقيق الحنطة	1.70
4	جريش الشعير	2.00
5	جريش الذرة	2.50
6	ملح الطعام	0.10

2-2-3. طحالب السبايروولينا التصنيف العلمي

صُنّف طحلب السبايروولينا إلى المراتب التصنيفية التالية (AlFadhly et al., 2022)

Taxonomic Classes	Common Names
Domain	Bacteria
Kingdom	Eubacteria
Phylum	Cyanobacteria
Class	Cyanophyceae
Sub-class	Oscillatoriophyceae
Order	Oscillatoriales
Family	Oscillatoriaceae
Genus	Arthrospira
Species	<i>Platensis</i>

3-2-3. تهيئة طحالب السبايروलिينا

تم شراء مسحوق طحالب السبايروलिينا ذات لون اخضر مزرق من تركيا وتم وصولها عن طريق مكتب بيع الأعشاب الطبية في محافظة بابل وتم حفظها في درجة حرارة الغرفة وتحت جو خالي من الرطوبة لمنع تعفنها وحفظ المسحوق في علبة إلى حين الاستخدام.



شكل (2-3) يوضح مسحوق طحلب السبايروलिينا

4-2-3. تجربة اختبار الجرعة المؤثرة لمسحوق السبايرولينا

تم اجراء تجربة أولية لبيان الجرعة المؤثرة في السبايرولينا حيث استخدمت (12) حيوان من الجرذان البيض المختبرية وبعد اخضاعها إلى الظروف المختبرية لمدة (10) ايام قسمت الحيوانات إلى مجموعتين بواقع (6) حيوانات للمجموعة الواحدة جرعت المجموعة الأولى مادة السبايرولينا بواقع 167ملغم /كغم من وزن الجسم في حين جرعت المجموعة الثانية بالسبايرولينا بواقع 177ملغم /كغم من وزن الجسم وبعد انتهاء مدة التجربة البالغة 30 يوم تم سحب الدم من القلب مباشرة لاجراء التحليلات الكيموحيوية حيث تم حساب المعايير الأنزيمية والمضادة للاكسدة لبيان افضل الجرعتين في رفع تلك المعايير واتضح أن جرعة 177ملغم /كغم هو الأفضل في رفع تراكيز تلك الانزيمات

3-3. تصميم التجربة Design Experience:

قسمت (24) من الحيوانات التجريبية بشكل منظم إلى أربع مجاميع وبواقع ستة ذكور من الجرذان لكل مجموعة وعلى النحو التالي :

1- المجموعة الاولى (G1): اعدت حيوانات هذه المجموعة مجموعة سيطرة سالبة.

2- المجموعة الثانية (G2): اعدت حيوانات هذه المجموعة سيطرة موجبة حيث تجرع يوميا

بكلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم / كغم من وزن الجسم المذاب في 1 لتر من الماء الاعتيادي

ولمدة (30) يوماً.

3- المجموعة الثالثة (G3): تجرع يوميا حيوانات هذه المجموعة بمسحوق السبايرولينا بتركيز

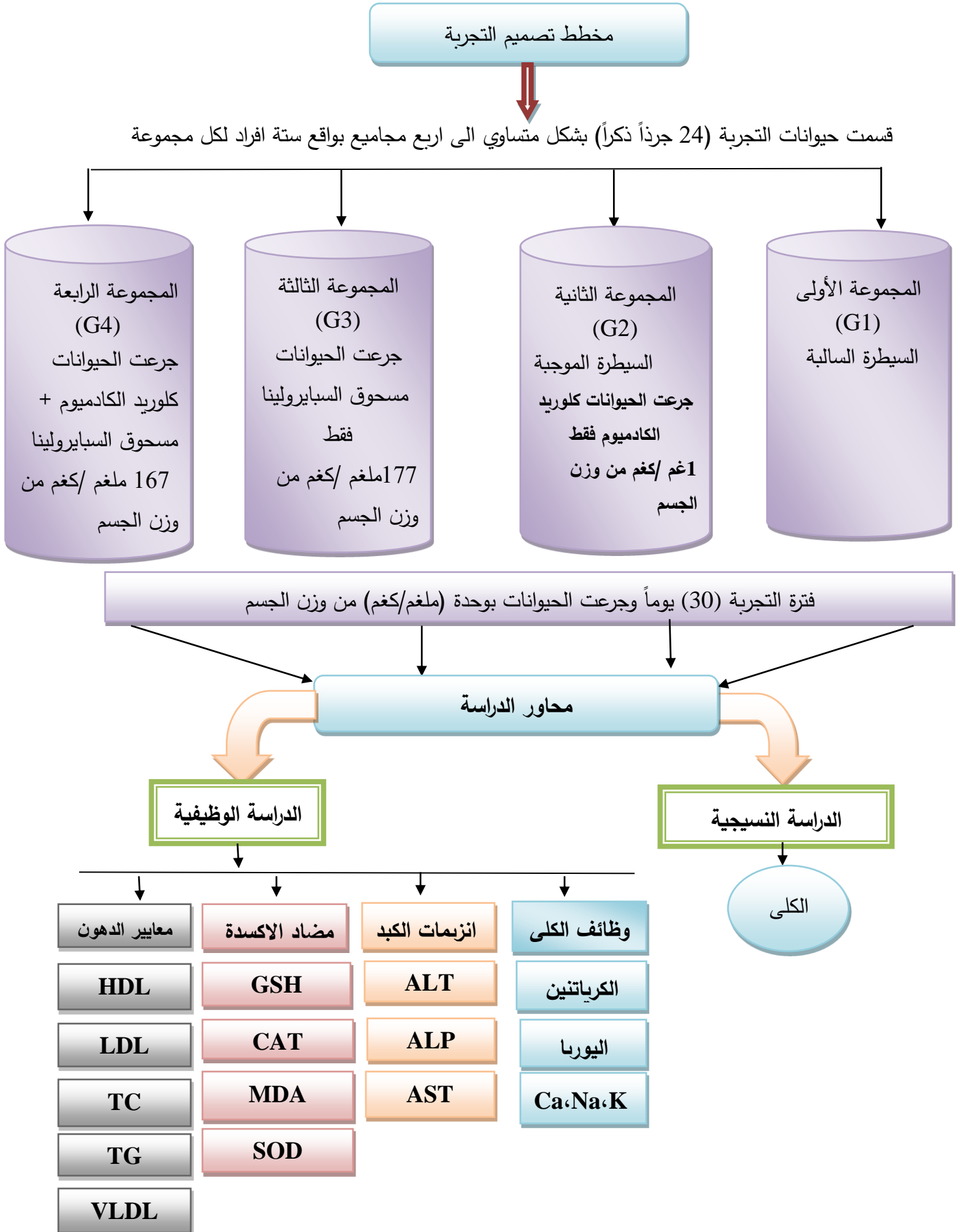
(177) ملغم/كغم من وزن الجسم ولمدة (30) يوماً.

4 - المجموعة الرابعة (G4): حيوانات هذه المجموعة تجرع يوميا بكلوريد الكاديوم بتركيز

(1) غم /كغم من وزن الجسم المذاب في (1) لتر من الماء الاعتيادي وبعد مرور 3 ساعات

تجرع

بمسحوق السبايرولينا بتركيز 177 ملغم /كغم من وزن الجسم ولمدة (30) يوماً.



الشكل (3-1) يوضح تصميم التجربة

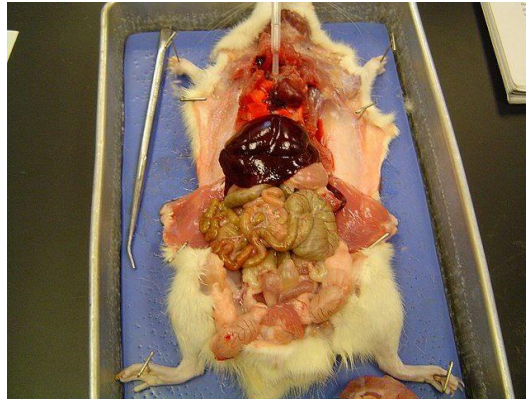
3-4. الدراسة الفسلجية

بعد انتهاء فترة التجربة

خدرت الحيوانات بالطريقة المغلقة Closed Method التي تتضمن وضع الحيوانات في وعاء محكم الغلق مع ملاحظة وضع قطنة تحتوي على الكلوروفوم وبعد مرور بضع دقائق يُخدر الحيوان، ثم تمت عملية سحب الدم من القلب مباشرةً عن طريق طعنة القلب Heart puncture باستعمال محقنة طبية معقمة سعة (5) مل للحصول على أكبر كمية من الدم ووضعت عينات الدم مباشرة في انابيب اختبار معقمة خالية من المادة المانعة للتخثر Gel tubes ، ثم نقلت الأنابيب إلى جهاز الطرد المركزي Centrifuge بسرعة (3000) دورة /دقيقة ولمدة (15) دقيقة لغرض الحصول على المصل والذي نقل إلى انابيب بلاستيكية صغيرة Eppendorf tubes نظيفة جافة ومعلمة وتم حفظ المصل في الثلاجة لحين اجراء الفحوصات الكيموحيوية.

3-5. جمع عينات الأنسجة Collection of tissue samples

بعد سحب الدم سُرحت الحيوانات مباشرةً عن طريق شق التجويف البطني من الأسفل باتجاه القلب وتم استئصال الكلى بعد ازالة الانسجة الدهنية الرابطة المحيطة بها، ثم غسلت بالماء لإزالة الدم الموجود عليها، وبعدها نُشفت بوضعها على ورق الترشيح، ثم قطع إلى قطع صغيرة بشكل طولي وعرضي لسهولة حفظها مع ضمان اختراق المادة الحافظة للنسيج، ثم حفظت في الفورمالين بتركيز 10% في عبوات بلاستيكية نظيفة محكمة الغلق ومعلمه، لمدة 48 ساعة لحين إجراء التقطيع النسجي عليها.

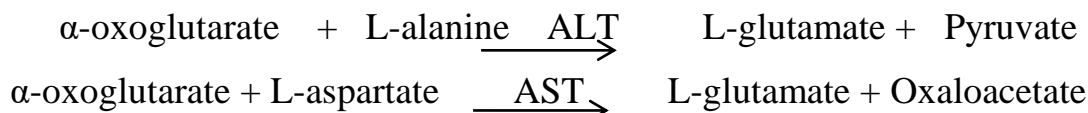


شكل (3-3) يوضح تشريح الجرذ

6-3. قياس فعالية الانزيمين الناقلين لمجموعة الامين ALT وAST

اولاً Alanine transaminase (ALT) & Aspartate transaminase (AST);

تم قياس مستوى فعالية إنزيمي (AST, ALT) في دم الجرذان باستعمال عدة تقدير جاهزة وعلى أساس التفاعلين الآتيين :



إذ يعتمد تقدير فعالية الانزيم (ALT) على البايروفيت المتحرر من التفاعل المحفز بواسطة تفاعل الإنزيم مع ثنائي فنييل الهيدرازين, وكذلك تم تقدير فعالية الانزيم (AST) من الاوكزالوأسيتيت المتحرر من التفاعل المحفز بواسطة الإنزيم مع ثنائي فنييل الهيدرازين (Bergmeyer et al., 1986, وأجريت التجربة و كما يأتي (جميع الحجم محسوبة بالمليتر).

المحاليل Solutions	العينة Sample	المحلول الكفاء Blank
العينة	0.1 ml	-----
محلول الفوسفات الدارئ	0.5 ml	0.5 ml
مزجت محتويات الأنابيب جيداً وحضنت لمدة 30 دقيقة بدرجة حرارة 37 م°		
محلول ثنائي فنييل الهيدرازين العينة	0.5 ml	0.5 ml
مزجت محتويات الأنابيب وحضنت لمدة 20 دقيقة بدرجة حرارة 20-25 م°		
محلول هيدروكسيد الصوديوم	5.0 ml	5.0 ml

بعد مزج محتويات الأنابيب جيداً تترك لمدة خمس دقائق في درجة حرارة الغرفة، وبعدها يتم قياس الامتصاص لها عند طول موجي (546) نانومتر.

واستعملت المحاليل في التجربة وتشمل:

1- محلول الفوسفات الدارئ:

A- لإنزيم (ALT) ويتكون من الانين (200mM) والفاكيتوكوتاريت (2.0 mM) المذابين في محلول الفوسفات الدارئ (pH 7.4).

B- لإنزيم (AST) ويتكون من حامض الاسبارتيك (100 mM) والفاكيتوكوتاريت (2.0 mM) المذابين في محلول الفوسفات الدارئ (pH 7.4).

2- محلول 4.2 ثنائي نايتروفنيل هايدرازين (2.0 mM).

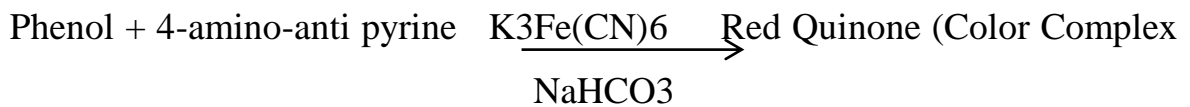
3- محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.4 N): خفف هذا المحلول عشر مرات بواسطة الماء المقطر قبل استعماله

4- محلول البايروفيت القياسي (2.0 mM) .

ثانياً: قياس فعالية إنزيم الفوسفاتيز القاعدي Alkaline phosphatase ALP

تم تقدير مستوى فعالية إنزيم (ALP) باستعمال طريقة انزيمية وذلك اعتماداً على طريقة

Goldberg and Belfield (1971) وهي طريقة لونية تستند على استعمال المادة الأساس Substrate التي يعمل عليها إنزيم الفوسفاتيز القاعدي Alkaline phosphatase إذ يضاف محلول Phenyl phosphate للمادة الأساس إلى المصل ويحضر التفاعل لمدة ربع ساعة في درجة حرارة (37) درجة مئوية فيقوم الإنزيم بتحويل المادة الأساس إلى الفينول الذي يمكن الكشف عنه وتقديره كميًا ذلك بإضافة المحلول 4-amino-anti pyrine والذي يكون معقداً أحمر اللون يعرف بالكينون وهو ذو شدة تتناسب طردياً مع فعالية الإنزيم في المصل (Belfield & Goldberg, 1971). ويمكن قراءة الامتصاصية لمركب الكينون عند طول موجي قدره (510) نانوميتر باستعمال جهاز المطياف الضوئي. ويمكن توضيح التفاعل بالمعادلات الآتية:



طريقة العمل:

تم وضع (2) مليلتر من المحلول المنظم كاربونات – بيكاربونات الصوديوم بتركيز 1- mmol/L (50) وبدالة قاعدية (10) المحتوى على المادة الأساس فوسفات الفينيل الثنائية الصوديوم mmol/L (5) في أنبوبة اختبار في حمام مائي بدرجة حرارة (37) درجة مئوية مدة (5) دقائق بعد ذلك يضاف إليها (50) مايكرو لتر من مصل الدم ثم تمزج وتترك في حمام مائي مدة (15) دقيقة. بعدها يضاف (0.5) مليلتر من كاشف 4-amino-anti pyrine .6 mmol/L (6) وصوديوم ارسينيت g/1 (70) ويمزجان جيداً, أما بالنسبة للمحلول الكفى يضاف (50) مايكرو لتر من الماء المقطر بدل المصل ثم

توضع جميع الأنابيب في مكان مظلم ولمدة (10) دقائق إذ يتكون لون وردي يميل إلى الاحمرار ذو شدة تتناسب طردياً مع تركيز الإنزيم في الدم. تقاس شدة اللون الوردي عند طول موجي (510) نانوميتر مقابل محلول الكفى ومحلول قياس (500) µl من المحلول القياسي.

الحسابات Calculations:

تم حساب فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي في العينة وفق القانون الآتي:

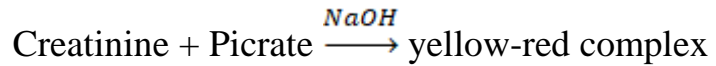
$$\text{Activity of enzyme} = \frac{\text{oD Serum sampl} - \text{oDserm blank}}{\text{oD standard}} \times \text{Xn(UL)}$$

7-3 . قياس مستوى معايير كفاءة الكلى

اولاً ; قياس مستوى الكرياتينين Creatinine في مصل الدم:

تم قياس مستوى الكرياتينين حسب طريقة (Andresen, 1986). طريقة لونه مع ترسيب البروتين. مبدأ التجربة:

يتفاعل الكرياتينين مع حامض البرك في محلول قاعدي ليكون معقد ملون.



الكواشف:

- الكرياتينين القياسي (2) ملغم \ ديسي لتر او (177) ملي مول \ لتر.
- الكاشف الاول (R1) حامض البرك (38) mmol/ L.
- الكاشف الثاني (R2) هيدروكسيد الصوديوم (1.6) mmol/ L .

الكواشف الإضافية:

حامض الخليك ثلاثي الكلور (TCA) (1.2) mol/L.

طريقة العمل:

- 1- اضيف ((0.5 مل TCA إلى انابيب الطرد المركزي.
- 2- اضيف (0.5) مل من مصل الدم إلى الانابيب.
- 3- تخلط جيداً لنشر الراسب بقضيب زجاجي.
- 4- انفصل الراشح بجهاز الطرد المركزي بسرعة (3000) دورة بالدقيقة لمدة (10) دقائق.
- 5- أخذ (1) مل من الراشح ووضع في أنبوبة اختبار نظيفة ويهمل الراسب.
- 6- أخذ حجم (1) مل لكل من (R1 و R2) ويتم خلطهما معاً لعمل الخليط ثم يؤخذ (1) مل من الخليط ويتم اضافته إلى أنابيب العينات ثم يخلط جيداً ويترك لمدة 20 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة ويتم بعد ذلك قياس الامتصاصية بجهاز المطياف الضوئي على طول موجي 546 نانومتر.

الحسابات: Calculations:

تم حساب مستوى الكرياتينين وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{مستوى الكرياتينين (ملغم/ديسيلتر)} = \frac{\text{امتصاصية}}{2 \times \text{Standard}}$$

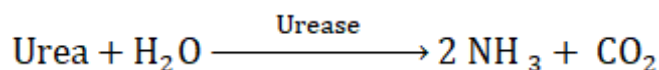
المحاليل	الكاشف	القياسي	العينة
ماء مقطر	0.5 ml		
القياسي		0.5 ml	
TCA	0.5 ml	0.5 ml	
الراشح			1 ml
خليط التفاعل	1 ml	1 ml	1 ml

ثانياً: قياس مستوى اليوريا Urea في مصل الدم.

قيس مستوى اليوريا في المصل (Urease) على وفق المعادلة التالية بحسب الطريقة المذكورة في عدة التقدير Kit (Patton & Crouch, 1977) .

مبدأ التجربة:

يعتمد على التحلل المائي لليوريا بوجود إنزيم اليوريز



ايون الامونيوم يتفاعل مع السليكات (Salicylate) ووالهايبوكلوريت (Hypochlorite) ليكون معقداً اخضر اللون من 2-2 ثنائي كاربوكسيل اندوفينول (2.2 dicarboxylindophenol) .

Reagent Type	Material	Concentration
Reagent (1) a	Urease	$\geq 5000 \mu\text{/L}$
Reagent (1) b	Phosphate buffer Sodium salicylate Sodium nitroprusside EDTA	120 mmol/L, PH7 63.4 mmol/L 500 mmol/L 1.5mmol/L 18 mmol/L
Reagent (2)	Sodium Hypochlorite Sodium Hydroxid	18 mmol/L 750 mmol/L

CAL.	Standard	
------	----------	--

طريقة العمل:

محلول العمل Working Reagent

ويتم تحضيره بمزج R1a مع R1b.

Reagent	Blank	Standard	Test
Standard	---	10 µL	---
Serum	---	---	10 µL
Working Reagent	1 ml	1 ml	1 ml

يمزج وتحضن الأنابيب لمدة (3 min) في حمام مائي بدرجة (37) درجة مئوية

Reagent (2)	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml
-------------	--------	--------	--------

يمزج وتحضن الأنابيب لمدة (5 min) في حمام مائي وبدرجة (37) درجة مئوية، بعدها يتم قراءة الامتصاصية في جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على الطول الموجي (600 nm).

الحسابات Calculations:

$$\text{تركيز اليوريا (mg/dl)} = \frac{\text{امتصاصية النموذج}}{\text{امتصاصية القياسي}} \times n$$

حيث n = التركيز القياسي

ثالثاً: قياس مستوى الكتروليتات الدم:

أولاً: قياس مستوى الصوديوم في مصل الدم Determination of serum sodium level

تم قياس مستوى أيونات الصوديوم في المصل باستعمال طريقة (Buetow et al., 1999) المبدأ الأساسي يترسب الصوديوم مع خلات يورانيل المغنسيوم (Mg- uranyl acetate). إذ يكون أيون اليورانيل مع حامض ثايوكلايكولك (Thioglycolic acid) معقداً أصفر – بني اللون.

Reagent type	Material	Concentration
PREC (precipitant solution)	Uranyl acetate Magnesium acetate	19 mmol/L 140 mmol/L

R1	Ammonium thioglycolate Ammonia	550 mmol/L 550 mmol/L
STD.	Standard sodium (Na ⁺)	150 mmol/L

طريقة العمل:

Reagent	Blank	Standard	Sample
Standard	////	20 µl	////
Serum	////	////	20 µl
PREC	////	1000 µl	1000 µl

تغلق الأنابيب وتمزج وتترك لمدة 5 دقائق في (25) درجة مئوية. بعدها ترح الأنابيب لمدة (30 sec) وتترك لمدة (30) دقيقة، تدور الأنابيب في جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) بسرعة (6000 RPM) لمدة (5-10) دقيقة.

Reagent	Blank	Standard	Sample
PREC	20 µl	////	////
Clear Supernatant	////	20 µl	20 µl
Reagent 1	1000 µl	1000 µl	1000 µl

تخلط جيداً لمدة (5) دقيقة بدرجة حرارة الغرفة، ويتم قراءة الامتصاصية على الطول الموجي (410 nm).

الحسابات:

$$n \times \frac{\text{امتصاصية النموذج}}{\text{امتصاصية القياسي}} = \text{تركيز الصوديوم (mmol/l)}$$

$n =$ تركيز القياسي

ثانياً: قياس مستوى البوتاسيوم في مصل الدم Determination of serum potassium level

تم قياس مستوى أيونات البوتاسيوم في المصل باستعمال طريقة (Wu, 2006) .

المبدأ الاساسي:

يتفاعل أيون البوتاسيوم الحر في الوسط القاعدي مع رباعي فنيثيل بورون الصوديوم (Sodium tetraphenylboron) لينتج معلق عكر من رباعي فنيثيل بورون البوتاسيوم (Potassium tetraphenylboron)، تعتمد هذه العكورة الناتجة كقياس لتركيز البوتاسيوم عند القياس الضوئي.

Reagent type	Material	Concentration
PREC (Precipitant)	Trichloroacetic acid (TCA)	0.3 mol/L
Reagent 1(TPB)	Sodium tetraphenylboron (TPB – NA)	0.2 mol/L
Reagent 2(NAOH)	Sodium hydroxide (NaOH)	2.0 mol/L
STD.	Standard potassium (K ⁺)	5.0 mmol/L

طريقة العمل:

تحضير الراشح Supernatant

يتم مزج (50 µl) من مصّل النموذج مع (500 µl) من (PREC) في أنبوبة زجاجية ويخلط بعناية، ويحرك باستعمال جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) بسرعة (6000 RPM) لمدة (5-10) دقيقة.

محلّول العمل Working reagent

ويتم تحضيره بمزج نسب متساوية من (R1) و(R2) في أنبوبة زجاجية ويترك لمدة (15-30 min) قبل الاستعمال.

Reagents	Blank	Standard	Sample
Working reagent	1ml	1ml	1ml
Standard	////	0.1ml	////
Supernatant	////	////	0.1ml

يتم مزج ويترك لمدة (5 min). بعدها يتم قراءة الامتصاصية على الطول الموجي (578 nm). الحسابات:

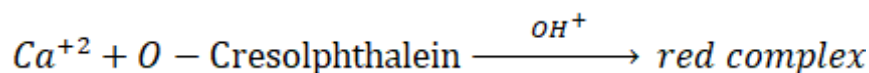
$$n \times \frac{\text{امتصاصية النموذج}}{\text{امتصاصية القياسي}} = \text{تركيز البوتاسيوم (mmol/l)}$$

$n =$ تركيز القياسي.

ثالثاً: قياس مستوى الكالسيوم في مصل الدم Determination of serum calcium level

تم قياس مستوى أيونات الكالسيوم في المصل باستعمال طريقة (Wu, 2006) .
المبدأ الاساسي:

يعتمد قياس أيونات الكالسيوم في المصل على أساس تكوين المعقد اللوني بين أيونات الكالسيوم و (O – Cresolphthalein) في وسط قاعدي وفق المعادلة الآتية:



Reagent type	Material	Concentration
Reagent (1) Buffer solution	(2 amino-2methyl-1-propanol)	500 mmol/L, PH 7.
Reagent (2) Chromogen solution	Cresolphthalein complex 8-hydroxyquinoline	0.62 mmol/L 69 mmol/L
Reagent (3) Standard	Calcium standard	2.5 mmol/L

طريقة العمل:

محلول العمل: Working Reagent

تخلط حجوم متساوية من (R1) مع (R2).

Reagents	Blank	Standard	Sample
Working Reagent	1000 µl	1000 µl	1000 µl
Standard	////	20 µl	////
Sample	////	////	20 µl

تمزج الأنابيب جيداً وتترك لمدة (5) دقيقة بعدها يتم قياسها طيفياً على طول موجي (570 nm) بعد تصفير الجهاز بواسطة البلانك.

$$n \times \frac{\text{امتصاصية النموذج}}{\text{امتصاصية القياسي}} = \text{تركيز الكالسيوم (mg/dl)}$$

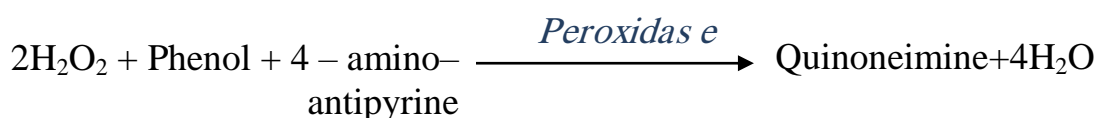
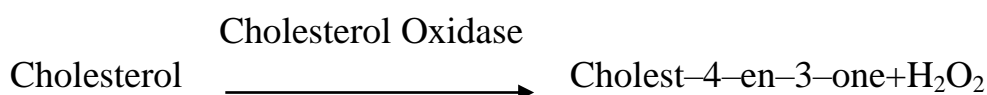
الحسابات: $n = \text{تركيز القياسي}$.

8-3. قياس تركيز الدهون:

أولاً: قياس مستوى الكوليستيرول الكلي:

قُدر مستوى الكوليستيرول في مصل الدم serum باستعمال عدة فحص جاهزة kit بالاعتماد على التفاعلات الإنزيمية وفقاً للخطوات المرفقة فيها بحسب طريقة (Allain et al., 1974) إذ تعتمد هذه

الطريقة على تحويل Cholesterol Esterase بوجود الاوكسجين وإنزيم Cholesterol Oxidase اللذين يعملان على اكسدة الكوليستيرول الحر المتكون نتيجة التفاعل الأول إلى Cholest-4-en-3-one و Hydrogen Peroxidase وهذا الأخير يتفاعل مع الفينول Phenol و 4-Aminoantipyrine - Peroxidase ليكون كواينونوايمين quinoneimine وردي اللون وكما موضح في المعادلات الآتية:



طريقة العمل

استعملت ثلاثة أنابيب اختبار هي العينة sample ، المحلول القياسي standard والمكافئ blank وبحسب الجدول التالي .

المحاليل	العينة	المحلول القياسي	المحلول الكفئ blank
Solution	Sample	standard	
المحلول القياسي	--	10 ^μ 1	--
العينة	10 ^μ 1	--	--

1 ml	1 ml	1 ml	كاشف العمل
------	------	------	------------

مزجت الأنابيب جيداً بوساطة قضيب زجاجي ثم تركت لمدة (10) دقائق في المختبر عند درجة حرارة تتراوح بين (16-25) درجة مئوية ثم قرأت الامتصاصية الضوئية باستعمال جهاز المطياف الضوئي spectrophotometer عند طول موجي (500) نانوميتر. الحسابات

بحسب تركيز الكوليسترول الكلي وفقاً للقانون الآتي :

$$n \times \frac{A \text{ sample}}{A \text{ standard}} = \text{نسبة الكوليستيرول الكلي (ملغم/ديسلتر)}$$

إذ إن :

$n = 200$ وهو تركيز المحلول القياسي.

A Sample : الامتصاصية الضوئية للعينة.

A Standard : الامتصاصية الضوئية للمحلول القياسي .

ثانياً: تقدير تركيز البروتينات الدهنية العالية الكثافة HDL :

قُدر تركيز البروتينات الدهنية عالية الكثافة (HDL) cholesterol بطريقة الترسيب وفقاً للخطوات المرفقة مع عدة الفحص الجاهزة بحسب طريقة (Lopes et al.,1977). وتعتمد هذه الطريقة على ترسيب دقائق الاستحلاب الكيلوسية و (LDL) و (VLDL) والموجودة في مصل الدم وتم ذلك بإضافة معامل الترسيب Precipitating reagent إلى مصل العينات وبعد الانتهاء من هذه العملية وضعت العينات في جهاز الطرد المركزي علماً إن المحلول الناتج بعد عملية الترسيب كان رائقاً ويحوي على (HDL) والذي يمكن قياس تركيز الكوليستيرول فيه باستعمال الكاشف Reagent A من العدة الخاصة بتقدير تركيز الكوليستيرول .

طريقة العمل: تتضمن طريقة العمل في تقدير تركيز HDL cholesterol خطوتين هما :

1. الترسيب

استخدمت هذه الخطوة لتحضير الراشح (الرائق) وذلك بإضافة (0.5) مل من محلول الترسيب Reagent1 إلى (0.5) مل من مصل الدم ومزج جيداً وترك لمدة (5) دقائق في درجة حرارة الغرفة، ثم يوضع في جهاز الطرد المركزي لمدة (10) دقائق بسرعة (3000) دورة/ دقيقة.

2- تقدير كمية HDL cholesterol

استخدمت ثلاثة أنابيب اختبار هي أنبوب العينة sample، أنبوب المحلول القياسي standard والكفئ blank وبحسب الجدول التالي

المحلول الكفئ	المحلول القياسي	العينة	المحاليل
Blank	standard	Sample	Solution
--	0.5µl	--	محلول رائق من العينة
--	--	0.5µl	المحلول القياسي
0.5µl	--	--	العينة
2.0 ml	2.0 ml	2.0 ml	كاشف العمل

بعدها أضيف (2.0) مل من Reagent A إلى المحاليل الثلاثة المذكورة اعلاه ومزجت جيدا ثم تركت لمدة (5) دقائق في الحمام المائي بدرجة حرارة (37) مئوية وبعدها قرأت الامتصاصية بواسطة جهاز المطياف الضوئي عند الطول الموجي (510) نانوميتر.
الحسابات:

تم حساب تركيز الدهون عالية الكثافة HDL cholesterol من القانون الآتي:

$$HDL - C = \frac{A \text{ sample}}{A \text{ standard}} \times C. STD \times 2$$

إذ إن:

C.STD = قيمة المحلول القياسي وتقدر 50 mg/dl

(2) = عامل التخفيف بالمزج مع عامل الترسيب Precipitating reagent

n = 200 وهو تركيز المحلول القياسي.

A Sample : الامتصاصية الضوئية للعينة.

A Standard : الامتصاصية الضوئية للمحلول القياسي.

ثالثاً: تقدير تركيز البروتينات الدهنية الواطئة الكثافة: LDL:

قُدر مستوى البروتينات الدهنية واطئة الكثافة LDL-Cholestrol حسابيا باستعمال معادلة فريد

وولد (Friedewald equation)(Friedewald, et al.,1972) وهي:

$$LDL = TC - (HDL + TAG / 5)$$

إذ إن:

TC: هو مستوى الكوليستيرول الكلي Cholesterol.

TAG: مستوى الدهون الثلاثية Triglyceride.

3-9. قياس تركيز إنزيمات مضادات الأكسدة

اولا: تقدير فعالية إنزيم سوبر أكسيد ديسميوتاز في مصل الدم Determination of Superoxide dismutase (SOD) in Blood Serum

المبدأ الأساس:

هذه الطريقة تعتمد على قابلية الـ SOD على تثبيط أكسدة الأدرينالين إلى أدرينوكروم أو (الكربازوكروم) إذ تعد هذه المادة الأخيرة مادة كيميائية تنتج بصورة طبيعية عند أكسدة الأدرينالين وتستخدم كدواء لتقليل النزف كما يتم التفاعل بدرجة 37 درجة مئوية (Fridovich, 1989).
طريقة العمل:

تم حساب التركيز باتباع طريقة العمل الآتية وكما موضحة بالجدول التالي:

Blank	Sample	Solution
-	0.1 ml	Serum
0.1	-	Distill water
1.8 ml	1.8 ml	Carbohydrat Buffer (pH=10.2) 50Mm
مُزجت ووضعت بالجهاز لقراءة الامتصاصية عند طول موجي 480 نانوميتر وتعد القراءة الأولى A control ثم أضيف إليها مايلي:		
0.1 ml	0.1 ml	Epinephrene
1 ml	1ml	EDTA

وبدرجة 37 درجة مئوية تم الحضن ولمدة خمس دقائق وقرأت بعدها الامتصاصية عند طول موجي (480) نانوميتر وتعد هذه القراءة الثانية sample A.

الحسابات:

تم حساب النسبة المئوية للتثبيط (50 %) كما في المعادلة التالية:

$$\%Inhibition(50\%) = \frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \times 100$$

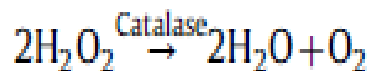
ومن ثم حُسبت فعالية الإنزيم حسب المعادلة التالية:

$$SOD \text{ total activity } U/ml = \frac{\%Inhibition(50\%) \times 2}{5} \times 30$$

30 = معامل التخفيف

ثانياً: تقدير مستوى نشاط الكاتاليز في المصل (CAT) Catalase activity
تقدير مستوى إنزيم الكاتاليز باستعمال طريقة (Hadwan & Abed, 2016)
المبدأ الأساس:

Catalase catalyzes the following reaction:



تم تقييم نشاط إنزيم الـ Catalase عن طريق تحضير الأنزيمات في 1.0 مل من المادة المتفاعلة مادة (65 mmol/ml hydrogen peroxide in 60 mmol/l sodium-potassium phosphate buffer, pH 7.4) عند درجة حرارة 37 °C خلال ثلاث دقائق ثم أوقف التفاعل بواسطة موليبيدات الإيمونيوم ammonium molybdate، بعد ذلك قيست امتصاصية المعقد الأصفر من الموليبيدات وبيروكسيد الهيدروجين خلال 374 nm مقابل الفراغ.

تحضير الكواشف

1- محلول الفوسفات المنظم (phosphate buffer) بتركيز (50mM, pH7.4):
ويحضر محلول الفوسفات المنظم وذلك بمزج 390 ml من محلول A مع 630 ml من المحلول B ثم يضبط عند PH=7.0 التي يتم تحضيرها من:
محلول A يتكون من 50µm KH2PO4 إذ وزن 6.81 من المحلول ويذاب في لتر ماء
مقطر

محلول B يتكون من $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ إذ وزن 6.90 من المحلول ويذاب في لتر ماء مقطر 2 -بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 30% يحضر انيا بتخفيف 20.34 بيروكسيد الهيدروجين بتركيز % من الفوسفيت المنظم إلى حجم 100ml

طريقة العمل (Procedure):

خفف المصل بنسبة 1:10 من المحلول المنظم وبحسب الخطوات الآتية:

الكفاء	العينة	الكواشف
1ml	----	محلول الفوسفيت المنظم
2.0ml	2.0ml	مخفف المصل
-----	1ml	بيروكسيد الهيدروجين

يبدأ التفاعل بإضافة بيروكسيد الهيدروجين إلى الأنابيب ثم يقاس باستعمال جهاز المطياف (القراري للأشعة غير المرئي) UV- Spectrophotometer وبطول موجي 240.

تسجل القراءة الأولى بعد تصفير الجهاز عند نقطة الصفر، والقراءة الثانية تأخذ بعد 15 ثانية، للتعبير عن قياس فعالية إنزيم الكاتليز بوحدة (U) يستخدم الرمز K الذي يمثل معدل سرعة التفاعل مع المرتبة الأولى وبحسب المعادلة الآتية:

$$K = \frac{2.3}{\text{معدل الزمن}} \times \frac{\text{لو غار تم بعد 15 ثانية كثافة ضوئية}}{\text{لو غار تم القرائتين}} \times 9.2$$

ثالثاً: تقدير فعالية الكلوتاثيون (GSH) في مصل الدم Determination of Glutathione Activity in Blood Serum (GSH)

المبدأ الأساس:

تم تقدير الكلوتاثيون في المصل باستعمال الطريقة المحورة المتبعة من قبل الباحثون (Seadlak & Lindsay, 1968) وتعتمد الطريقة على استخدام محلول إيلمان -5,5 [5,5-dithio bis (2-Nitrobenzoic acid)] DTNB Ellman's reagent، إذ يتفاعل بسرعة مع الكلوتاثيون ويختزل بواسطة مجموعة السلفاهيدريل (SH group) للكلوتاثيون مكوناً ناتجاً ملوناً

يتم قراءة الامتصاص له عند 412 نانوميتر. وإن تركيز الناتج المتكون يعتمد على تركيز الكلوتاثيون الموجود في المصل.

تحضير الكواشف Preparation of Reagent

1- حامض السلفوساليسيليك 4% (S.S. A) Sulfosalicylic acid. محلول أيلمان : يحضر بأخذ 0.00396 غم من DTNB ويذوب في 100 مل من المحلول المنظم (pH 8) الذي يحضر بمزج (0.08M) Na₂HPO₄ و (0.6M) KH₂PO₄

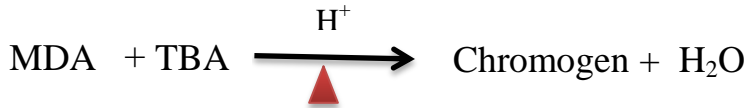
رابعاً: تقدير مستويات عوامل الاكسدة ومضادات الاكسدة في المصل تقدير مستوى المالون ثنائي

الدهايد Estimation of MDA level

• المبدأ الأساسي Basic Principle

تقدير مستوى بيروكسيد الدهون في المصل بشكل غير مباشر عن طريق قياس كمية المالون ثنائي الالديهيد MDA الذي يمثل الناتج النهائي لأكسدة الدهون باستعمال الطريقة المحورة المتبعة من قبل Jo و Ahn (1998) والتي تعتمد على التفاعل بين بيروكسيدات الدهون وبشكل رئيس MDA وبين حامض ثايوباربيوتريك (TBA) Thiobarbituric acid والذي يتم في وسط حامضي

(PH=3.5-4) ويكون ناتجاً ملوناً تقاس شدة الامتصاصية له بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer عند طول موجي 532 نانومتر. كما في التفاعل التالي:



• الكواشف Reagents

• Sodium dodecyl sulfate (SDS)

• 1,1,3,3-tetramethoxy-Propane

• حامض الهيدروكلوريك HCL

• حامض ثلاثي كلورو أسيتيك (TCA) Trichloroacetic acid

• حامض ثايوباربيوتريك (TBA) Thiobarbituric acid

• محلول الكاشف العملي: يحضر بمزج 0.514 غرام من TBA و 25 غرام من TCA و 0.5 مل

من 1 مولاري حامض الهيدروكلوريك ممزوج بـ 190 مل من الماء المقطر، ثم يضاف للمزيج

1 غرام من SDS ويكمل الحجم إلى 200 مل.

• طريقة العمل Procedures

- 1- تم مزج 100 ميكرو لتر من المصل و 2 مل من محلول الكاشف العملي في أنبوب الاختبار.
- 2- سخنت العينة في حمام مائي هزاز عند 90 م° لمدة 15 دقيقة، ثم تركت لتبرد لمدة 10 دقائق.
- 3- أجريت عملية الطرد المركزي للعينة (2000 دورة /15دقيقة) وتم قياس الامتصاص الطيفي الضوئي للمادة الطافية بطول موجة 532 نانومتر مقابل كاشف فارغ. تم تحضير كاشف الكفي (بلانك) بذات الإجراء أعلاه باستثناء تغيير العينة بالماء المقطر.

• الحسابات Calculation

لحساب تركيز ناتج أكسدة الدهون (المالون ثنائي الأليدهايد) استخدم القانون التالي:

$$\text{Serum MDA } (\mu\text{mol/l}) = \frac{A \text{ test} - A \text{ blank}}{\epsilon \times L} \times D.F$$

ϵ : Molar absorptivity coefficient = $1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ معامل الامتصاص المولاري

L: Light path = 1cm مسار الضوء

D.F: Dilution factor معامل التخفيف

3-10. الدراسة النسيجية Histological Study

حضرت المقاطع النسيجية تبعاً لطريقة (Bancroft & Gamble, 2008) .

أولاً: تثبيت العينات Sample Fixation

تم تثبيت العينات المراد دراستها نسيجياً والمتمثلة بالكلية بعد استئصالها باستخدام محلول الفورمالين بتركيز (10 %) والمحضر من حل (10) مل من الفورمالديهايد تركيز (37%) في (90) مل من ماء الحنفية Tap water وبعد (48) ساعة استخرجت العينة من الفورمالين وغسلت عدة مرات بالماء ثم نقلت للكحول.

ثانياً: الانكاز Dehydration

مررت العينات بسلسلة تراكيز تصاعديّة من الكحول الايثيلي بدءاً بتركيز (70 %) و (80 %) و (90%) و (100 %) و (100%) ولمدة ساعتين لكل تركيز لغرض سحب الماء الموجود داخل النسيج بصورة تدريجية .

ثالثا: الترويق Clearing

روقت العينات بمحلول الزايلين Xylene لمدة (5-7) دقائق لجعل العينات أكثر شفافية وإزالة محلول الانكاز

رابعا: التشريب Infiltration

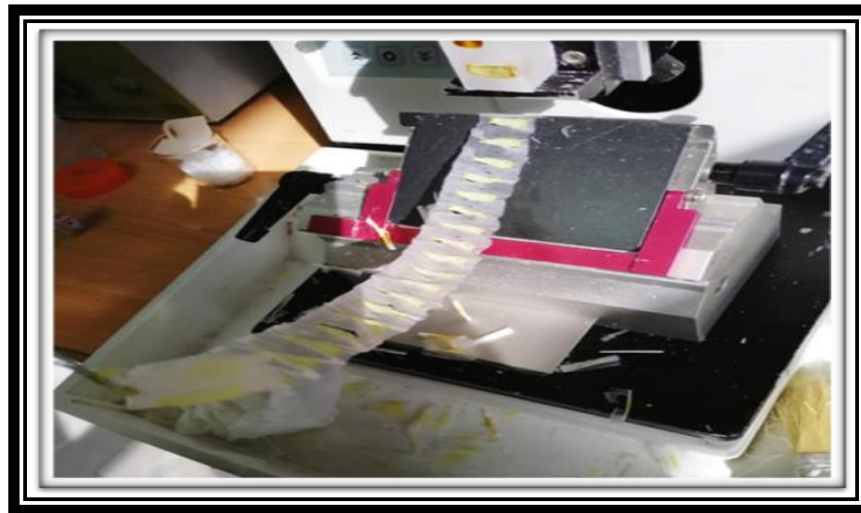
بعد الانتهاء من الترويق تم نقل العينات إلى بيكرات زجاجية حاوية على شمع البرافين paraffin wax المنصهر والزايلين بنسبة (1:1) في فرن كهربائي درجة حرارته (59 - 60) درجة مئوية ثم نقلها إلى قناني أخرى تحوي شمع البرافين المنصهر ويبدل الشمع مرتين ولمدة (2 - 1.5) ساعة لكل مرة لضمان تشرب العينات.

خامسا: الطمر Embedding

تم طمر العينات في قوالب حديدية خاصة بواسطة شمع البرافين واستخدمت ابرة ساخنة على لهب لإزالة الفقاعات حول العينة وتركت بدرجة حرارة المختبر لتتصلب ثم فصلت عن القالب وحفظت حتى وقت تقطيعها.

سادسا: التشذيب والتقطيع Trimming and Sectioning

شدبت قوالب الشمع الحاوية على النماذج بمشرط حاد، بعدها ثبت القالب الشمعي لغرض التقطيع في جهاز المشراح الدوار Rotary Microtome وقطعت بسماك 5 مايكرومتر ثم نقلت الأشرطة المقطعة إلى حمام مائي درجة حرارته (45) درجة سيليزية لضمان فرش النسيج جيدا بعدها حملت المقاطع النسيجية على شرائح زجاجية نظيفة بعدها تركت الشرائح لتجف على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة ((37) درجة مئوية لمدة ساعة ثم تركت بدرجة حرارة المختبر لليوم التالي .



الصورة 3-4 توضح عملية التقطيع النسيجي بجهاز المشراح الدوار.

سابعا : التصبيغ Staining

أجريت عملية تصبيغ العينات بأعتماد على الطريقة التي أشار لها Bancroft وجماعته (2008) مع بعض التحويرات

اولاً: صبغة هيماتوكسولين هارس Harris, Hematoxylin Stain

حضرت صبغة الهيماتوكسولين هارس التي تعتبر من الصبغات القاعدية التي تستعمل بصورة عامه لتلوين النواة بلون ازرق غامق dark blue , مكونة من المواد التالية:

الكمية	المادة	ت
2.5 غم	مسحوق الهيماتوكسولين	1
25 مل	كحول ايثيلي مطلق	2
50 غم	شب البوتاسيوم $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ او شب الامونيا $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	3
500 مل	ماء مقطر دافئ	4
1.25 غم	او كسيد الزئبقيك الاحمر Red mercuric	5

	oxide	
20 مل	Glacial acetic acid حامض الخليك الثلجي	6

حضر الملون حسب الخطوات التالية:

أذيب الهيماتوكسلين في الكحول المطلق بعدها اضيف إلى الشب المذاب بالماء المقطر الدافئ ووضع المزيج على النار حتى درجة الغليان ثم اضيف الية اوكسيد الزئبق الاحمر، ثم برّد المزيج مباشرة بوضع الدورق الذي يحوي المزيج بالماء البارد واضيف إليه حامض الخليك الثلجي ورشح الخليط قبل الاستعمال لتصبح الصبغة جاهزة للاستخدام .

ثانياً: صبغة الأيوسين الكحولي Eosin stain

حضرت الصبغة من المكونات التالية :-

الكمية	المادة	ت
1 غم	مسحوق الأيوسين	1
99 مل	الكحول الايثيلي بتركيز (70) %	2
1 مل	حامض الخليك الثلجي Glacial acetic acid	3

أذيب الايوسين في الكحول بشكل جيد ثم اضيف إليه حامض الخليك الثلجي ورشح بورق الترشيح قبل الاستعمال في اليوم التالي. لونت الشرائح باستعمال ملون الهيماتوكسلين – ايوسين كما يلي:

1 - ازيل الشمع من الشرائح الزجاجية باستعمال الزايلين وعلى مرحلتين ولمدة 5 دقائق لكل مرحلة, ثم مررت بسلسلة تنازلية من الكحول الايثيلي ابتداءً من (100 % , 100 % , 90 % , 80 % , 70 %) ولمدة ثلاث دقائق لكل تركيز وذلك كعملية لأرجاع الماء.

2 - وضعت الشرائح بصبغة الهيماتوكسلين هارس لمدة 4-5 دقائق.

3 – غسلت الشرائح الزجاجية بالماء الجاري لمدة خمس دقائق.

4 – لونت الشرائح بصبغة الايوسين الكحولي لمدة 30 ثانية.

5 – ثم غسلت الشرائح بالماء المقطر لمدة دقيقتين.

6 – بعدها نقلت الشرائح الزجاجية إلى سلسلة تصاعديّة من الكحول الايثيلي (70 % , 80 % , 90 % , 100 % , 100 %) لمدة دقيقتين لكل تركيز ماعدا التركيز الأخير وضعت فيه لمدة 5 دقائق , ثم روقت بالزايلين وعلى مرحلتين في كل مرحلة لمدة 5 دقائق .

ثامنا: التحميل Mounting

استخدمت للتحميل مادة (D.P.X) Distrine Plasticizer Xylene لتثبيت أغطية الشرائح الزجاجية، ثم تركت الشرائح الزجاجية بدرجة حرارة المختبر لمدة 24 ساعة للتجفيف بعدها تم فحصها بالمجهر الضوئي.

تاسعا: الفحص والتصوير المجهرى Microscopic examination and Photomicrography

تم فحص الشرائح الزجاجية لتحديد التغيرات في مقاطع الأنسجة المدروسة باستعمال المجهر الضوئي Light microscope بقوى تكبير مختلفة، وتم تصوير الشرائح الزجاجية باستخدام المجهر الضوئي والمزود بكاميرا رقمية عالية الدقة موصلة إلى جهاز حاسوب وتحت القوة 20X و 40X.

3-11. التحليل الاحصائي Statistical Analysis:

حللت البيانات باستخدام برنامج SAS وقورنت النتائج باستخدام قيمة أقل فرق معنوي (LSD) او اختبار دنكن على مستوى احتمالية 0.05
• هذه الملاحظة تكتب اسفل كل جدول عند اختيار اختبار دنكن (Cary, 2012).

الفصل الرابع
النتائج والمناقشة

Results & Discussion

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

Results&Discussion

1-4. الدراسة الفسلجية:

جدول (1-4) يبين تركيز انزيمات الكبد في مجاميع الدراسة

Means ± stander err			المعاملات
ALP± (U/L)	ALT± (U/L)	AST± (U/L)	
133.66±0.34 C	24.95±0.66 D	91.00±0.19 C	مجموعة السيطرة السالبة (G1)
176.48±1.70 A	44.14±2.29 A	226.51 ±9.33 A	مجموعة السيطرة السمية (G2)
130.58 ±0.19 D	36.29±0.57 B	98.50±0.21 C	مجموعة السبايرونينا (G3)
139.69±0.27 B	31.95±0.64 C	118.17±2.41 B	مجموعة العلاجية (G4)
2.607	3.7406	14.223	LSD
0.05	0.05	0.05	P(value)

1-1-4. تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مستويات انزيمات الكبد (ALT, AST, ALP)

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (1-4) وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز انزيمات الكبد (ALT, AST, ALP) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1), ويبدو أن ذلك ناجم من حدوث ضرر في النسيج الكبدي للحيوانات المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بسبب سميته للجسم.

تعد هذه الانزيمات (ALT) و (AST) و (ALP) مهمة للكشف عن السمية الكبدية التي تعرض لها الجسم والتي تعتبر مؤشرات عن ارتفاع السمية في الأعضاء وخاصة الكبد حيث ان (ALT) له دور مهم في تحويل الالانين إلى البيروفات والغلوتامات والتي تطلق بطريقة مماثلة و يشكل اعلى نسبة من

إجمالي الإنزيمات الموجودة في الجسم، فهو الأكثر تشخيصاً للسمية الكبدية وهو ينتج في سايتوبلازم الخلايا الكبدية بنسبة عالية و تكون نسبته قليلة في القلب والرئة والطحال ويتواجد انزيم (AST) في سايتوبلازم ومايتوكوندريا الخلايا الكبدية وأعضاء أخرى مثل العضلات الهيكلية والكلية و الدماغ وانزيم (ALP) يوجد في الكبد تحديدا القنوات الصفراوية بنسب عالية، والعظام والمشيمة وبطانة الخلايا المخاطية للأمعاء والنبيب الملتوي القريب في الكلية (Mazahreh et al., 2020).

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Kang وآخرون (2013) الذين لاحظوا وجود ارتفاع معنوي في تراكيز إنزيمات الكبد المعرضة لكلوريد الكاديوم بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق تراكم السموم بالجسم لفترات طويلة حيث يؤدي إلى ارتفاع مستويات هذه الإنزيمات مثل AST و ALP و ALT. في الدم لدى كل من الحيوانات والبشر، في جانب آخر بينت نتائج الدراسة الحالية الخاصة بالمجموعة التي تم تعريضها لكلوريد الكاديوم (G2) لوجود ارتفاع معنوي في مستوى إنزيمات الكبد بالمقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1) وتأتي تلك النتائج لتؤكد نتائج الباحثين Asagba و Eriyamremu (2007) في دراستهم التي أعطيت للحيوانات (10) غرام من كلوريد الكاديوم / كجم من وزن الجسم ولمدة 16 أسبوع فلاحظوا وجود ارتفاع معنوي في تركيز إنزيمات الكبد AST و ALT و ALP بالمقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة؛ وقد فسروا ذلك بأن 10 غرام من كلوريد الكاديوم تسبب ارتفاع في إنزيمات الكبد وضمور الكامل لخلايا الكبد للحيوانات المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بسبب سميتها للجسم، في حين لن تتفق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Wielgus-Serafinska وآخرون (1989)، والتي أظهرت انخفاض نشاط الإنزيمات المختلفة في كبد الفئران بعد التعرض لكلوريد الكاديوم مما يدل على خلل في الكبد

4-1-2. تأثير المعاملة بمادة السبايرونلينا بتركيز (177) ملغم/كغم من وزن الجسم في مستويات إنزيمات الكبد (AST,ALP,ALT)

أوضحت نتائج الدراسة الحالية الجدول (4-1) إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز إنزيمات الكبد (ALT,AST,ALP)، عند المقارنة بين مجموعة السيطرة السالبة (G1) ومجموعة السبايرونلينا (G3).

وقد اتفقت نتائج الدراسة الحالية الخاصة بالمجموعة التي تم تعريضها لمسحوق السبايرونلينا مع دراسة Damessa وآخرون (2021) لم يلاحظوا وجود فرق معنوي في تركيز إنزيمات الكبد بالمقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة وفسروا ذلك يبدو تأثير سبيرونلينا على إنزيمات الكبد مقارنة بخصائصها المثبتة في حماية الكبد والمضادة للالتهابات ضئيلاً. وبنفس الاتجاه أوضحت نتائج دراسة Sabina وآخرون (2009) أن السبايرونلينا لم تؤثر على إنزيمات الكبد للفئران

السليمة الطبيعية وبمعنى ان عدم وجود فرق معنوي مع انزيمات الكبد للفئران الطبيعية لأن انزيمات الكبد هي مؤشر على حدوث ضررا وتلف في نسيج الكبد حيث ان السبايرونينا لها تأثيرات إيجابية متعددة حيث تحسن من الصحة العامة للحيوان , في حين لم تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Juárez و Pérez و آخرون (2022) حيث لا حضوا أن السبايرونينا تقلل من إنزيمات الكبد في الفئران السليمة , وبنفس الاتجاه أظهرت نتائج دراسة اجراها Nasirian وآخرون

(2018) على الفئران السليمة التي عولجت بالسبايرونينا بـلاتنسيس بجرعات 20 و 30 مجم/كجم من وزن الجسم شهدت انخفاضا في مستويات إنزيمات الكبد مثل AST و ALT و ALP

4-1-3. تأثير المعاملة بمادة السبايرونينا بتركيز (177) غم/كجم والكادميوم كلورايد بتركيز (1) غم/كجم في مستويات انزيمات الكبد (AST,ALP,ALT).

كما اشارة نتائج الدراسة الحالية الجدول (4-1) الى وجود فرق معنوي عند مستوى ($P>0.05$) في تركيز انزيمات الكبد (ALT,AST,ALP)، عند المقارنة بين مجموعة السيطرة الموجبة (G2) ومجموعة السبايرونينا والكادميوم (G4)، حيث انخفض تركيز تلك الانزيمات في مجموعة (G4) ولكن لن ينخفض تركيز تلك الانزيمات للعودة إلى التراكيز الطبيعية في المجموعة (G1).

إن نتائج الدراسة الحالية اتفقت مع دراسة التي اجراها Ibrahim وآخرون (2018)

حيث اظهرت الحيوانات التي عولجت بالسبايرونينا وكلوريد الكادميوم انخفاضا في إنزيمات الكبد مقارنة بتلك المعالجة بالكادميوم فقط. وهذا يدل ان مكملات السبايرونينا قللت بشكل كبير من مستويات , وقد اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات أخرى AST و ALP و ALT الإنزيم الكبدي حيث لم تظهر انزيمات الكبد انخفاضا (2021) وآخرون Damessa التي أجريت من قبل الباحث ملحوظا في الحيوانات التي عولجت بالسبايرونينا وكلوريد الكادميوم مقارنة مع الحيوانات التي عولجت بالكادميوم وحدها آفات كبدية مماثلة لتلك المعالجة بالكادميوم وحده، مما يشير إلى عدم وجود انخفاض كبير في إنزيمات الكبد في هذه الدراسة .

جدول (2-4) يبين تركيز معايير الدهون في مجاميع الدراسة

Means ± stander err				المعاملات
CHOL ± (mg/dl)	TG ± (mg/dl)	LDL ± (mg/dl)	HDL ± (mg/dl)	
130.85±3.01 A	62.10±1.37 A	119.12±2.03 A	9.13 ±0.30 B	مجموعة السيطرة السالبة G1
82.46±1.13 B	57.01±1.93 B	57.84±9.66 B	10.54±0.28 A	مجموعة السيطرة السمية G2
134.45±6.64 A	51.29±0.46 C	117.90±0.51 A	8.18±0.17 C	مجموعة السيطرة السبايرولينا G3
127.31±1.07 A	48.51±0.71 C	112.36±0.47 A	8.87±0.25 BC	مجموعة وقائية G4
27.99	3.7224	14.606	0.7567	LSD
0.05	0.05	0.05	0.05	P(value)

4-1-4 . تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مستويات الدهون.

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (2-4) وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز الدهون (LDL, TG) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1)، في حين لوحظ انخفاض معنوي بتركيز الدهون (HDL, CHOL) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة بمجموعة السيطرة السالبة (G1).

كما سجلت نتائج الدراسة الحالية جدول (2-4) وجود ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.05$) في مستوى البروتين الدهني واطئ الكثافة (LDL)، ووجود ارتفاع معنوي في مستوى الكوليسترول الكلي (TC) في المجموعة التي تم تعريضها لكلوريد الكاديوم ((G2) ولمدة (30) يوماً بالمقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1).

تنفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ramadhan وآخرون (2023) الذين استخدموا كلوريد الكاديوم في دراستهم ولاحظوا ارتفاع نسبة LDL و TG مما يشير إلى وجود نسبة عالية من الدهون، كذلك اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Bekus وآخرون (2016) الذي استخدموا كلوريد

الكادميوم حيث لاحظوا ارتفاع مستويات LDL و TG بشكل ملحوظ. مع مقارنة بالحيوانات السليمة , حيث لم تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Chen و آخرون (2023) حيث لاحظوا في الحيوانات المعالجة بكلوريد الكادميوم، انخفضت مستويات LDL و TG ، مما يشير إلى اضطراب في استقلاب الدهون بدلاً من زيادة نسبة الدهون. واتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة التي اجراها الباحث Fujita (1992) , الذي لاحظ انخفاض في مستوى نسبة الدهون HDL و CHOL للحيوانات المعاملة بكلوريد الكادميوم , وكذلك اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Janik (1992) التي اجراها على جرذان مختبرية عولجت بكلوريد الكادميوم حيث أظهرت ارتفاع في مستوى الدهون HDL و CHOL وبنفس الاتجاه اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ravikumar و آخرون (2020) الذين لاحظوا ارتفاع اجمالي في نسبة مستوى الدهون , الكوليسترول والدهون الثلاثية والفوسفوليبيدات في الحيوانات المعاملة بكلوريد الكادميوم، ، مما يشير إلى زيادة محتوى الدهون بدلاً من انخفاض نسبة الدهون.

4-1-5. تأثير المعاملة بمادة السبايروولينا بتركيز (177) غم/كغم في مستويات الدهون.

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (4-2) وجود انخفاض معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز الدهون (HDL, TG) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1) , في حين لوحظ ارتفاع معنوي بتركيز الدهون (LDL, CHOL) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة بمجموعة السيطرة السالبة (G1).

في نتائج الدراسة الحالية اتفقت مع نتائج دراسة Ibrahim و آخرون (2018) حيث لاحظوا انخفاض في مستوى تركيز الدهون HDL, TG حيث قللت السبايروولينا من الآثار الضارة لكلوريد الكادميوم على مستويات HDL (البروتين الدهني عالي الكثافة) و TG (الدهون الثلاثية) في الحيوانات، وهذا دليل أن السبايروولينا لها تأثيرات علاجية التي لوحظت في الدراسة, في حين اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Gaurav و آخرون (2010) حيث لاحظوا أن السبايروولينا تقلل من مستوى تركيز الدهون LDL و CHOL للحيوانات المجرعة بكلوريد الكادميوم حيث لا تسبب سبيروولينا بلاتنسيس ارتفاع مستويات الكوليسترول (CHOL) ومستويات LDL في الحيوانات المعالجة بكلوريد الكادميوم, فهي تظهر في الواقع تأثيرات ضد السمية الكلوية التي يسببها الكادميوم في الفئران وبنفس الاتجاه أن نتائج الدراسة الحالية اختلفت مع نتائج دراسة Huang و آخرون (2018) الذين لاحظوا تقلل مكملات السبايروولينا بشكل كبير من الكوليسترول الكلي وكوليسترول البروتين الدهني منخفض الكثافة في البشر، وهذا دليل أن السبايروولينا مفيدة للقلب و للأوعية الدموية والكبد وليس ضارة لأعضاء الجسم ,

4-1-6. تأثير المعاملة بمادة السبايرونينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم والكادميوم كلورايد بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في مستويات الدهون (TG,LDL,CHOL). كما بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (4-2) وجود انخفاض معنوي عند مستوى ($P>0.05$) في تركيز الدهون (HDL,TG,LDL,CHOL) في المجموعة العلاجية (G4) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة الموجبة (G2) مع ملاحظة ان تلك المعايير لم تعود الى النسب الطبيعية في المجموعة السيطرة السالبة (G1).

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Evaz-Zadeh وآخرون (2017) حيث لاحظوا انخفاض معنوي في مستوى تركيز الدهون LDL و CHOL حيث قللت السبايرونينا من الآثار الضارة من الكلوريد الكادميوم على (البروتين الدهني المنخفض الكثافة) في الحيوانات، وهذا دليل أن السبايرونينا لها تأثيرات العلاجية التي لوحظت في الدراسة، وكذلك اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Colla و آخرون (2008) الذين لاحظوا انخفاضاً معنوياً في تركيز مستوى الدهون العالي الكثافة للحيوانات التي تتغذى على السبايرونينا المعرضة للكادميوم حيث يشير إلى وجود تأثير وقائي على مستويات HDL وبنفس الاتجاه أن نتائج الدراسة الحالية اتفقت مع نتائج دراسة zhou & hu (2006) الذين لاحظوا انخفاض معنوي في مستوى تركيز الدهون الثلاثية (TG) للحيوانات التي تتغذى على السبايرونينا والمجرعة بكلوريد الكادميوم

جدول (3-4) يبين تركيز معايير وظائف الكلى في مجاميع الدراسة

Means ± stander err					المعاملات
Urea± (mg/dl)	Creatinin± (mg/gl)	Na ± (mEq/L)	K ± (mEq/L)	Ca ± (mg/dl)	
31.45 ±0.29 B	0.82±0.04 B	165.33±1.30 B	3.38±0.08 B	11.48±0.13 B	مجموعة السيطرة السالبة G1
41.31±0.39 A	1.52 ±0.15 A	185.67 ±3.90 A	2.46±0.13 C	12.88 ±0.35 A	مجموعة السيطرة السمية G2
31.45±0.20 B	0.91±0.02 B	163.00±1.00 B	4.21±0.09 A	9.51±0.15 C	مجموعة السيطرة السبايرونينا G3
29.95±0.39 C	0.94±0.01 B	163.17±0.65 B	3.43±0.15 B	10.33±0.29 D	مجموعة العلاجية G4

0.9824	0.2377	6.4266	0.3617	0.7412	LSD
0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	P (VALUE)

4-1-7. تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز

معايير الكلية (urea,crea) والكتروليونات الدم (K,Ca,Na)

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (3-4) وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P<0.05$) في تركيز

معايير الكلية (urea,crea) والكتروليونات الدم (K,Ca,Na) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند

المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1) .

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ogham وآخرون (2023) الذين لاحظوا وجود ارتفاع

معنوي عند مستوى ($P>0.05$) معايير الكلى , الكرياتينين واليورينا و Na , Ca, K للحيوانات المتغذية

على كلوريد الكاديوم مقارنة بالمجموعة الطبيعية , علاوة على ذلك إشارة بعض الدراسات Karami

وآخرون (2023) أن كلوريد الكاديوم يسبب ارتفاع في معايير الكلى التي منها

(Na,Ca,K,urea,crea) والذي يؤدي إلى خلل في وظائف الكلى وتأخير الامتصاص واعتلال أنسجة

الكلى وتلفها , وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Yan & Allen (2021)

حيث لاحظوا ارتفاع في مستوى (Na,Ca,K,urea,crea) في النماذج الحيوانية والبشر

هو الهدف الأساس للكاديوم في النيفرون هو النيبب القريب، حيث يسبب الكاديوم خللاً عاماً في الخلايا

الظهارية مما يسبب زيادة في إفراز معايير الكلى، في حين اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة

Cui وآخرون (2023) إذ لاحظوا انخفاض في معايير الكلى منها Ca و k و Na حيث أن كلوريد

الكاديوم قد أضر بالسلامة الهيكلية للكلى، أدى إلى ضرر الكبيبة الكلوية والإصابة الأنبوبية الكلوية،

والأنماط الظاهرية المميزة ، وتلف الميتوكوندريا، والتي أشارت إلى أن استقلاب الطاقة الكلوية الضعيفة في

كلوريد الكاديوم كان مرتبطاً بخلل الميتوكوندريا

4-1-8. تأثير المعاملة بمادة السبايرونينا بتركيز (177) ملغم/كغم من وزن الجسم في تركيز

معايير الكلى (Na,Ca,K,urea,crea) .

في حين بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (3-4) عدم وجود فرق معنوي عند مستوى ($P<0.05$) في

تركيز معايير الكلية (Na,Ca,K,urea,crea) في مجموعة لسبايرونينا (G3) عند المقارنة مع

مجموعة السيطرة السالبة (G1) .

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Alghamdi وآخرون (2024) الذين لاحظوا عدم وجود فرق معنوي في معايير الكلى وكذلك احشاء الكلى للحيوانات المتغذية على السبايرونولينا حيث تم دراسة التجربة كان هناك 150 طائر السمان الياباني المستخدم في هذه الدراسة، مقسمة بالتساوي بين 5 مجموعات تجريبية (10 طيور لكل مجموعة مع 3 مكررات): تلقت المجموعة 1 (G1) نظامًا غذائيًا 9-1-4. تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم وكوريدالكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز معايير الكلى (Na,Ca,K,urea,crea).

من جانب آخر بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (3-4) وجود انخفاض معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز انزيمات الكلى (Na,Ca,K,urea,crea) في المجموعة العلاجية (G4) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة الموجبة (G2) مع ملاحظة أن تراكيز تلك الانزيمات انخفضت في المجموعة العلاجية (G4) وأصبحت بدون فرق معنوي في مجموعة العلاجية عند المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1).

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ibrahim وآخرون (2018) حيث لاحظوا الباحثين انخفاض في انزيمات الكلى للمجموعة المتجرعة بالكوريد الكاديوم والسبايرونولينا لمدة 28 يوما حيث فسروا أن السبايرونولينا تحد من كلوريد الكاديوم وذلك بدليل انخفاض انزيمات الكلى والتي تمثل خطوط دفاعية للجسم وتحد من ضرر أنسجة الكلى، وكذلك تأتي نتائج الدراسة الحالية لتؤكد نتائج دراسة Berbesh وآخرون (2022) الذين استخدموا طحالب السبايرونولينا بلاتنسيس ضد السمية الناجمة عن كلوريد الكاديوم في دجاج التسمين. تم تقسيم ستين فرخاً عشوائياً إلى أربع مجموعات متساوية (15 لكل مجموعة). أظهرت نتائج أن الدجاج المسموم بالكاديوم والذي تمت معالجته بالسبايرونولينا بلاتنسيس قد حقق تحسناً كبيراً في معايير النمو، أي وزن الجسم النهائي وزيادة الوزن اليومي. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ انخفاض معنوي في إنزيمات اومؤشرات الكلى، وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Gaurav وآخرون (2011) الذين استخدموا السبايرونولينا وكوريد الكاديوم حيث تمت دراسة التجربة من أربع مجموعات في كل مجموعة ثمانية حيوانات. تلقت الحيوانات المراقبة مطول ملحي فسيولوجي عن طريق الفم لمدة 30 يوماً تلقت حيوانات المجموعة الثانية $CdCl_2$ (2 ملغم/كغم في 0.9% كلوريد الصوديوم تحت الجلد)، بينما تلقت حيوانات المجموعة الثالثة مستخلص سبيرونولينا بلاتنسيس بمفرده (1000 ملجم/5 مل كجم، عن طريق الفم). وعولجت حيوانات المجموعة الرابعة بمستخلص السبايرونولينا لمدة أسبوع وبعد ذلك تم إعطاء كلوريد الكاديوم بشكل متزامن لمدة 15 يوماً أخرى. وقد لوحظ استعادة وظائف الكلى إلى المستويات الطبيعية مقارنة بالفئران المعرضة لكلوريد الكاديوم.

جدول (4-4) يبين تأثير مستخلص طحلب السبايرولينا وكلوريد الكادميوم على بعض مؤشرات التأكسدية في ذكور الجرذان البيض

Means ± stander err				المعاملات
MDA± (mol/L)	CAT± (KU/L)	SOD± (U/ml)	GSH± (ug/mg)	
22.90±0.32 B	33.58±3.88 BC	36.94 ±3.41 C	44.72±3.15 A	مجموعة السيطرة السالبة G1
25.37±0.55 A	50.76± 1.32 A	67.59± 1.01 A	38.04±1.00 C	مجموعة السيطرة الموجبة G2
20.95±0.33 C	27.96±3.89 C	33.21±3.60 C	42.07±3.26 B	مجموعة السيطرة السبايرولينا G3
21.51±0.36 C	40.17±3.94 B	59.49±3.02 B	43.30±3.54 AB	مجموعة وقائية G4
1.1291	7.5446	2.3907	2.6096	LSD
0.05	0.05	0.05	0.05	P (VALUE)

4-1-10. تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكادميوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز انزيمات الاكسدة (SOD, CAT, GSH) .

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (4-4) وجود انخفاض معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز الانزيمات المضادة للأكسدة (SOD, CAT, GSH) في مجموعة السيطرة الموجبة (G2) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة السالبة (G1) رافقها ارتفاع في تركيز (MDA) في مجموعة السيطرة الموجبة عند المقارنة بمجموعة السيطرة السالبة

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Antar وآخرون (2024) حين لاحظوا انخفاض معنوي في الانزيمات المضادة للأكسدة (SOD, CAT, GSH) للحيوانات المتعرضة لكلوريد الكادميوم بينما أدى الى ارتفاع مستوى MDA ترتبط الزيادة في MDA في مجموعة Cd بضعف غشاء الخلية، وخلل

الميتوكونديريا، وتثبيط الإنزيم الداخلي، مما يؤدي إلى تراكم الجذور الحرة مثل أنيون الأكسيد الفائق (O_2^-)، وجذر الهيدروكسيل (OH^-)، وبيروكسيد الهيدروجين في أنسجة الجسم المختلفة (Adi et al., 2016) ، وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Lucky وآخرون (2024) الذين لاحظوا عنده دراسة التجربة على الحيوانات المعرضة لكلوريد الكاديوم وكانت نتائج الدراسة ارتفاع في إنزيم MDA وانخفاض في باقي إنزيمات الأكسدة، تشير العديد من الدراسات أن كلوريد الكاديوم عنصر سام له تطبيقات مختلفة ويعتبر ملوثاً صناعياً وبيئياً ويؤثر بشكل أساسي على جسم الكائن الحي ويسبب له ضرر حيث أشارت هذه الدراسة هو تقييم إنزيمات الأكسدة للحيوانات المعرضة لكلوريد الكاديوم حيث لوحظ انخفاض نشاط ديسموتاز الفائق أكسيد (SOD)، ومستوى الجلوتاثيون (GSH)، ونشاط الكاتالاز (CAT)، ورفع مستوى المالونديالدهيد (MDA) في الحيوانات المعرضة لكلوريد الكاديوم (Z. Liu et al., 2024) ، في حين اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Souid وآخرون (2013) الذين لاحظوا زيادة تركيز كلوريد الكاديوم في مياه البحر المرتبطة بشكل أساسي بمياه الصرف الناتجة عن الأنشطة الصناعية والزراعية أدى إلى زيادة كبيرة في مستوى إنزيمات الأكسدة التي منها الكاتالاز (CAT)، ومستوى الجلوتاثيون (GSH)، وإنتاج المالونديالدهيد (MDA) ، و مستوى ديسموتاز الفائق أكسيد (SOD) وذلك بدليل ان الأسماك كانت لفترة طويلة تتغذى على النباتات البحر في منطقة التعرض لهذا المعدن.

11-1-4. تأثير المعاملة بمادة السبايروولينا بتركيز (177) غم/كغم في تركيز إنزيمات الأكسدة (MDA,SOD,CAT,GSH).

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (4-4) وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز الإنزيمات المضادة للأكسدة (SOD,CAT,GSH) في مجموعة السبايروولينا (G3) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة الموجبة (G2) رافقها انخفاض غير معنوي في تركيز (MDA) في مجموعة السبايروولينا عند المقارنة بمجموعة السيطرة الموجبة.

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Pérez-Juárez وآخرون (2022) الذين استخدموا طحالب السبايروولينا لأنها تتمتع بكافة العناصر والفيتمينات الغذائية والدوائية بشكل كبير تمت دراسة التجربة على ذكور الفئران الوستار وخضعت لعملية استئصال الكبد بنسبة 70% وقسمت الحيوانات الى خمس مجموعات شربت الحيوانات في مجموعتين محلول مائي من السم بنسبة 40% حجم / حجم ، ومن ثم تم إعطائهم مستخلص السبايروولينا يومياً بجرعة 200 ملغم/كغم من وزن الجسم حيث قاموا بفحص إنزيمات الأكسدة وقد لوحظوا ارتفاع في الإنزيمات (SOD,GSH,CAT) مما يدل على ان السبايروولينا لها تأثيرات وقائية ضد عمليات الأكسدة. وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ismail وآخرون

(2015) حيث تمت دراسة 30 شخص يعانون من مرض الانسداد الرئوي المزمن و20 شخص لا يعانون من مشاكل الجهاز التنفسي حيث تم قياس الانزيمات SOD, GSH, MDA CAT قبل البدء بالتجربة قسمت الى مجموعتين كل مجموعة تحتوي على 15 شخص وتم إعطاء جرعتين مختلفتين (2×500 مغم /كغم) و (4×500 مغم /كغم) حيث تضم كل مجموعة 15 شخص يعانون من مرض الانسداد الرئوي حيث بينت نتائج جميع المعايير المستهدفة فرق كبير عن ما كانت في القياس الأول قبل التجربة حيث ارتفعت معايير الاكسدة التي منها GSH, SOD, CAT وكذلك زيادة في مستوى MDA في الوقت نفسه

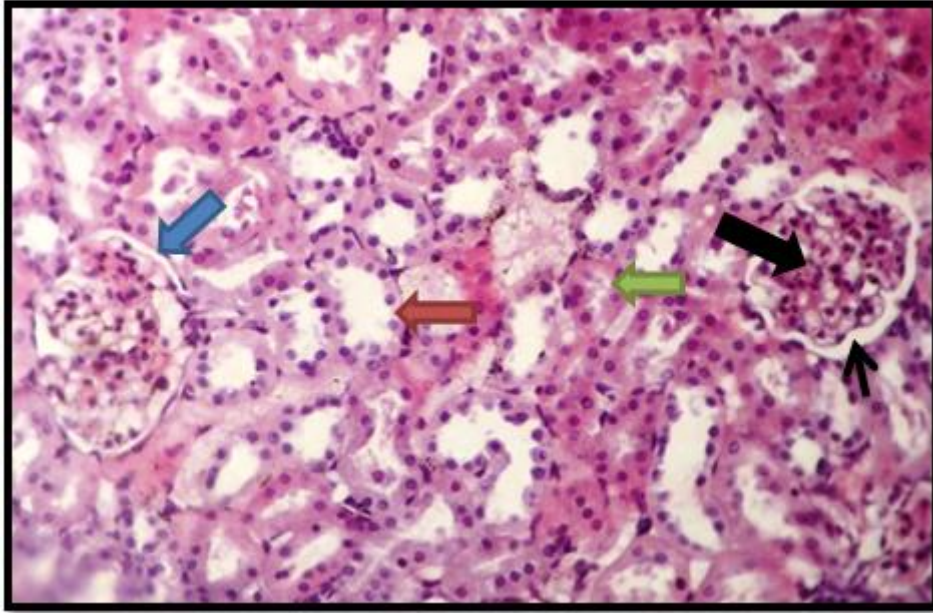
4-1-12. تأثير المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز (177) غم/كغم من وزن الجسم وكلوريد الكاديوم بتركيز (1) غم/كغم من وزن الجسم في تركيز انزيمات الاكسدة.

بينت نتائج الدراسة الحالية جدول (4-4) وجود ارتفاع معنوي عند مستوى ($P < 0.05$) في تركيز الانزيمات المضادة للأكسدة (SOD, CAT, GSH) في المجموعة العلاجية (G4) عند المقارنة مع مجموعة السيطرة الموجبة (G2) رافقها انخفاض غير معنوي في تركيز (MDA) في المجموعة العلاجية عند المقارنة بمجموعة السيطرة الموجبة، مع ملاحظة رجوع تلك التراكيز أقرب ما يمكن للحالة الطبيعي في مجموعة السيطرة السالبة.

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Candelaria وآخرون (2024) حيث لا حضوا ارتفاع في انزيمات الاكسدة SOD, CAT, GSH في المجموعة المتغذية على السبايرونولينا بينما لوحظ انخفاض في مستوى انزيم MDA في المجموعة العلاجية مع رجوع التراكيز الى الحالة الطبيعية بسبب السبايرونولينا التي تحتوي على الاصباغ والكاروتينات والزانثوفيل والفيتامينات والمعادن والعناصر الغذائية الأخرى التي تؤدي دورها في انخفاض ال MDA وتقليل من شدة السمية داخل انسجة الجسم، وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Ibrahim وآخرون (2018) حيث بينت الدراسة ارتفاع انزيمات الاكسدة في المجموعة العلاجية المتغذية على السبايرونولينا وكلوريد الكاديوم ونتيجة هذه الزيادة هو السبايرونولينا كان لها دور مهم جدا فهي تحتوي على عناصر و فيتامينات ذات قيمة عالية تساعدها على كبح المواد السمية المتمثلة بكلوريد الكاديوم ورفع انزيمات المضادة الأكسدة وكذلك تخفض من انزيم MDA

2-4. الدراسة النسيجية:

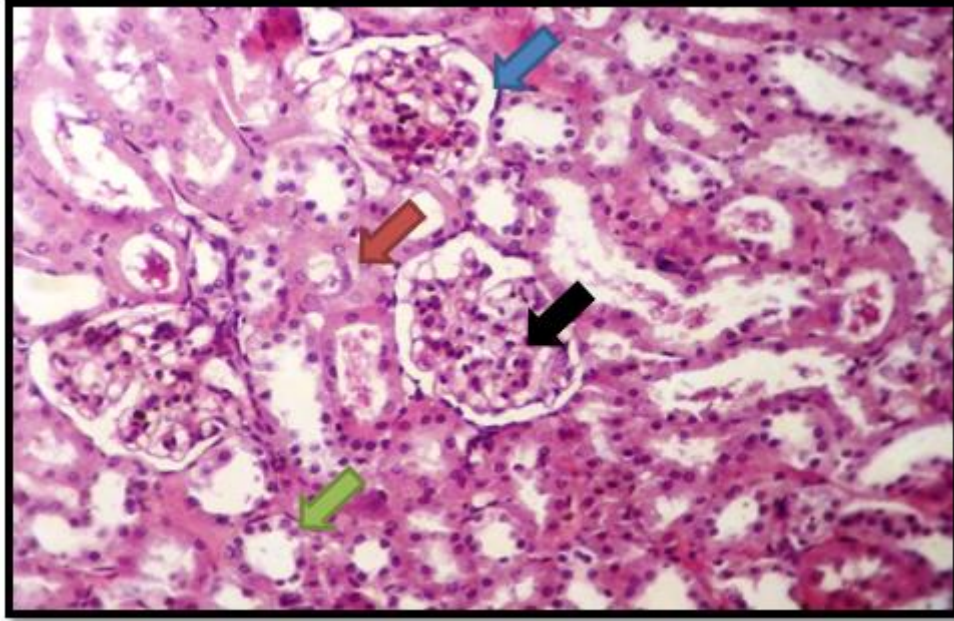
1-2-4 نسيج الكلية



شكل (4-4) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ لمجموعة السيطرة السالبة يلاحظ وجود الكبيبة الطبيعية

(←) و محفظة بومان (←) مع النبيب الملتوي الداني (←) و النبيب القاصي (←) و فسحة بومان

(←) (H & E 200 X) .



شكل (4-5) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ لمجموعة السيطرة السالبة يظهر فيها حجم الكبيبة الطبيعية

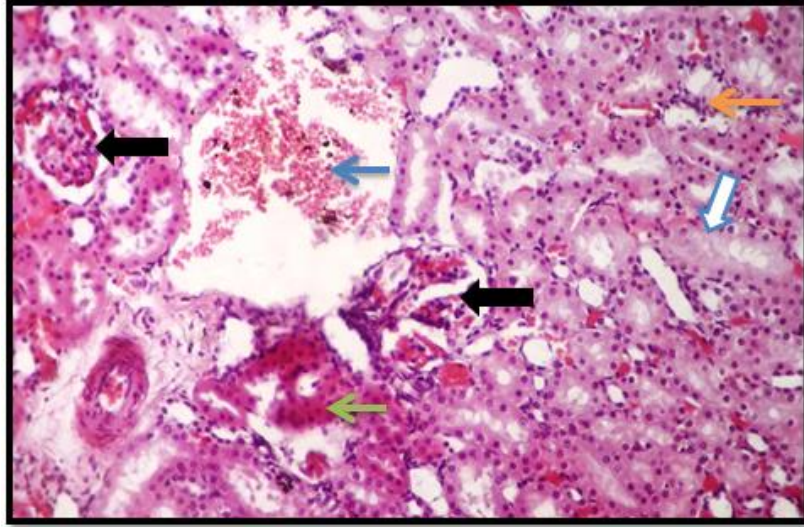
(←) و محفظة بومان (←) مع النبيب الملتوي الداني (←) و النبيب القاصي (←)

. (H & E 200 X)

4-2-2. تأثير المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم على نسيج الكلى

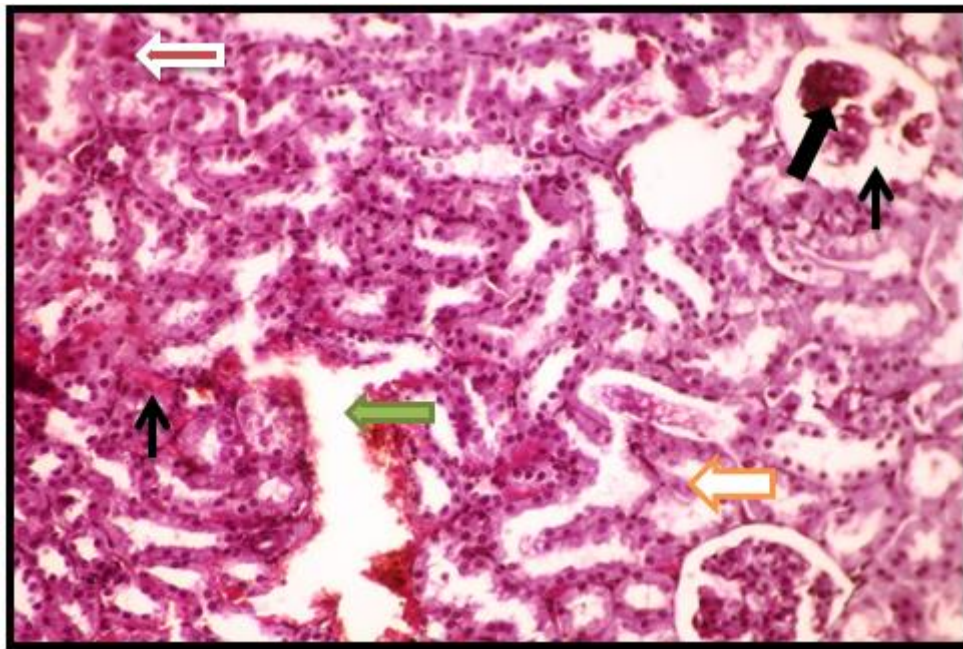
أظهرت نتائج الدراسة الحالية الخاصة بالمقاطع النسيجية للكلى في المجموعة المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم (G2) تركيز (1) غم / كغم من وزن الجسم ولمدة 30 يوماً والتي عدت مجموعة سيطرة موجبة ان هنالك تغيرات نسيجية واضحة عند المقارنة مع المقاطع النسيجية لمجموعة السيطرة السالبة (G1) تمثلت بضمور شديد وتحطم في الكبيبة وارتشاح الخلايا الالتهابية مع وجود احتقان دموي ونزف بين النبيبات الكلوية مع تنكس خلايا النبيبات البولية صورة (4-6) (4-7) يعتبر كلوريد الكاديوم من العناصر الملوثة للبيئة الموجودة في الطبيعة المضررة لجسم الكائن الحي حيث يلوث معظم أنواع الطعام ويتم امتصاصه بسهولة ويؤثر بشكل رئيسي على الكلى حيث يؤدي تراكم معظم $CdCl_2$ داخل الخلايا الأنوبوية الكلوية الى ضمور الكبيبات وتليف محفظة بومان و نخر الأنابيب البولية ويؤدي ذلك الى العجز الكلوي التدريجي والذي يرافقه انخفاض مستمر في معدل الترشيح الكبيبي (Hamzah et al., 2024). كما إشارة بعض الدراسات إلى أن التسمم بكلوريد الكاديوم يؤدي الى حدوث تغيرات نسيجية في النبيبات البولية والكبيبات حيث تعاني ظهارة النبيبات البولية من نخر خلاياها وفقدانها الحافة الفرشائية الى جانب حدوث احتقان دموي (Keith & Faroon, 2022), وبنفس الاتجاه حيث أظهرت الدراسة التي أجريت من قبل الباحثين (Karami et al., 2022) على الحيوانات التي تم تعريضها

بكلوريد الكادميوم والتي فسرت مدى تأثيره على الكلية حيث أظهرت النتائج ارتفاع معايير الكلى والذي أدى كلوريد الكادميوم إلى زيادة ملحوظة في المالونديالدهيد (MDA)، والكرياتينين في الدم (Cr)، و اليوريا في الدم Urea ، وانخفاض مستويات سوبر أوكسيد دسموتاز (SOD)، والجلوتاثيون (GSH)، والجلوتاثيون بيروكسيداز (GPx)، ويمكن امتصاص كلوريد الكادميوم في الدورة الدموية عبر الجهاز الهضمي أو الجهاز التنفسي أو الجلد حيث يتراكم الجزء الأكبر من كلوريد الكادميوم في الكلية والذي يؤدي خلل في عمل الكلية والنفرونات وهو النبيب القريب ويمكن أن يسبب ضرر في سلسلة نقل الإلكترونات وإنتاج أنواع الاوكسجين (ROS) وكذلك يؤثر كلوريد الكادميوم على NADPH اوكسيداز وهذا يؤدي إلى تلف للحامض النووي و البروتينات والدهون وموت الخلايا الظهارية وبالتالي انخفاض مستوى عمل الكلية (Yan & Allen, 2021) , على الرغم أن الدراسات في جميع أنحاء العالم قد حددوا وجود خطر متزايد لضعف الكلى الأنوبي والكبيبي بسبب مستوى التعرض لكلوريد الكادميوم البيئي التي تعد آمنة فإن الدراسات الوبائية التي تستكشف تأثير كلوريد الكادميوم البيئي على حالة الكلى في البلدان المتقدمة وعدم تقييم خطر تلف الكلى بشكل جيد. حيث تم الإبلاغ عن انخفاض مستوى في إعادة الامتصاص الأنوبي والإصابة الأنوبية نتيجة التعرض البيئي لكلوريد الكادميوم في حين يكون التعرض في البلدان الصناعية لكلوريد الكادميوم حيث يشكل خطرا كبيرا لتلف الكلى حيث يؤدي الى مؤشرات سريرية موثوقة لخلل في وظائف الكلى في معدل الترشيح الكبيبي ومرض الكلى المزمن (Smereczński & Brzóska, 2023) حيث تشترك مع كلوريد الكادميوم عناصر سامة أخرى مثل الرصاص والزنبق و المنغنيز التي تزيد من الأمراض المزمنة مثل السكري والتي تؤدي الى تفاقم الحالة المرضية حيث تغير بعض مسارات الحالات المرضية و تعرض الكلى إلى تلف اكبر في خلاياها التي منها التنكس الأنوبي والتليف و تفرغ الخلايا وأضعاف انزيمات الاكسدة وارتفاع الكرياتينين واليوريا في الدم حيث يسبب تلف الانابيب والكبيبات و الإصابة الأنوبية الخلالية، وانحطاط الخلايا الظهارية الأنوبية في القشرة، والبيلة البروتينية الدقيقة وانخفاض في مستوى معدل الرشيح الكبيبي وبالآخر توقف عمل الكلى (Balali-Mood et al., 2021 Zou et al., 2022);, في حين إشارة الدراسات عند دخول كلوريد الكادميوم الى الجسم فإنه يحفز الميتالوثيونين (MT) على الارتباط به ويشكل مركب الكادميوم-ميتالوثيونين (Cd-MT). يتم نقل Cd-MT إلى الكلية عن طريق الدم، وبعد الترشيح الكبيبي، يدخل النبيبات الكلوية , ثم يتم فصله بواسطة الجسيمات الحالة في الخلايا الأنوبية الكلوية والتي تترسب في النهاية في الكلى مما يؤدي إلى إصابة الكلى حيث يتراكم معظمه في الخلايا الظهارية الأنوبية الكلوية وتظهر الكلية تحت المجهر الضوئي تورم ونخر في الخلايا الظهارية الأنوبية الكلوية والبنية الكبيبية غير المنتظمة الشكل (Huang et al., 2018).



شكل (4 - 6) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ في المجموعة المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز 1غم/كغم من وزن الجسم يظهر فيها ضمور شديد وتحطم في الكبيبة (⬛) وارتشاح الخلايا الالتهابية (⬇) مع وجود احتقان دموي (⬆) مع تنكس خلايا النبيبات البولية (⬇)

(H & E Stain 100 X)



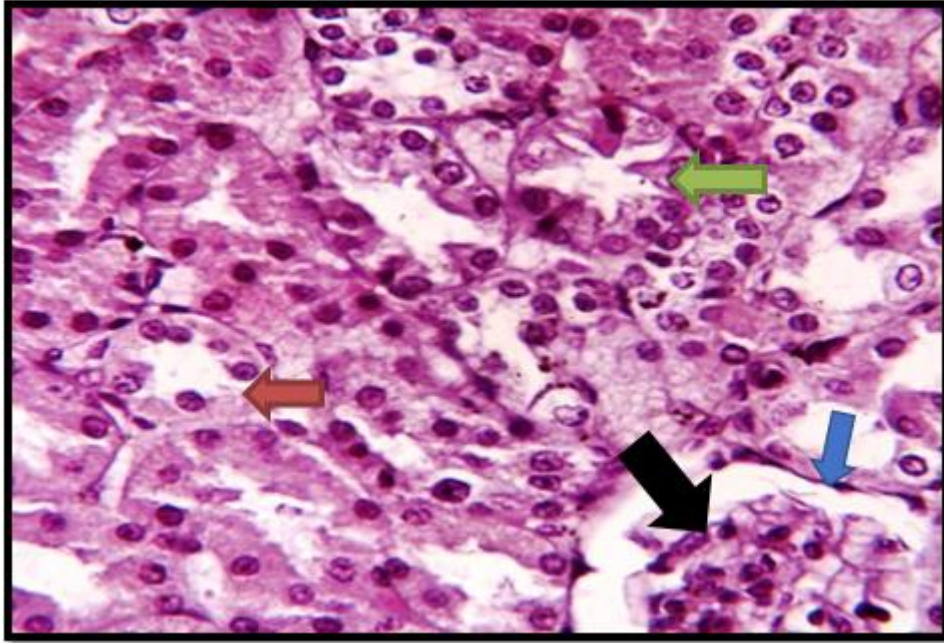
شكل (4-7) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ في المجموعة المعاملة بمادة كلوريد الكاديوم بتركيز 1غم / كغم من وزن الجسم يظهر فيها ضمور شديد في الكبيبة (⬛) وزيادة وفسحة بومان (⬛) وتحطم في جدران النبيبات البولية (⬆) وتغلظ انوية بعض خلايا النبيبات (⬆) وانسلاخ ظهارتها المبطننة

(H & E Stain 200X) (⬆)

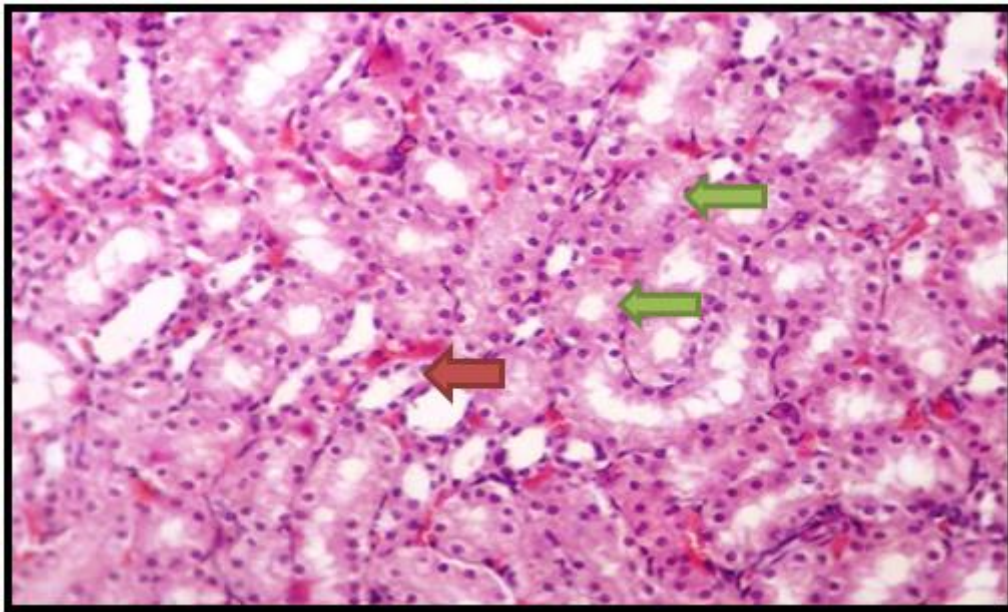
3-2-4. تأثير المعاملة بطحلب السبايرولينا على نسيج الكلى

في حين أظهرت نتائج دراسة المقاطع لعرضية لنسيج الكلى في المجاميع المعاملة بطحلب السبايرولينا بواقع (177) غم / كغم من وزن الجسم ولمدة 30 يوماً ان النسيج لم يعاني من أية تغيرات مرضية عند المقارنة بمجموعة السيطرة الموجبة وكان النسيج طبيعي مماثل لما هو عليه في مجموعة السيطرة السالبة، حيث ظهرت الكبيبات البولية والنيبيات الكلوية بشكلها الطبيعي الذي يميزها صورة (4-8) (4-9).

إشارة العديد من الدراسات الى ان طحلب السبايرولينا ذات القيمة الغذائية العالية حيث تكون غنية بالمركبات المعدنية والفيتامينات والتي منها فيتامين C و D و E وفيتامين B1 و B2 و B3 و B6 و B9 و B12 وان وجود تلك الفيتامينات يساهم في تحسين الفعالية الحيوية في الجسم للعديد من الأعضاء والذي ينعكس إيجابيا على الجسم بشكل عام (Gopal & Govindaraj, 2024) من جانب اخر إشارة دراسة Bitam & Aissaoui (2020) الى احتواء السبايرولينا على العديد من البروتينات وبنسبة مقدارها 10-20% الى جانب الكربوهيدرات وبمقدار 9-14% ودهون بنسبة 4% ومعادن بنسبة 4-6% الى جانب كونها مصدر لل b كاروتين والحديد والصبغات المفيدة للجسم وهي تساهم في تحفيز الجهاز المناعي في الجسم حيث تساعد على إزالة السموم وتبني خلايا الدم الحمراء والبيضاء (Chaouachi et al., 2024). كما إشارة دراسة Bin-Jumah وآخرون (2021) الى ان الطحالب السبايرولينا يحسن عمل الكلية حيث يساهم بزيادة معدل الترشيح الكبيبي ويساهم في إعادة بناء بطانة النبيبات البولية (النبيب الداني والنبيب القاصي) وكذلك يعيد من مستوى انزيمات الكلى التي منها الكرياتين واليوريا و البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم الى مستوياتها الطبيعية في حال تعرض الكلى الى مؤثرات سامة خارجية . كما تساهم طحلب السبايرولينا في الحد من السمية لاحتوائها صبغة الفيكوسيانين والكاروتينات والزانثوفيلات وتغلبها على سمية كلوريد الكاديوم حيث إشارة الدراسات أن SP ترجع مستويات انزيمات الكلى إلى المستوى الطبيعي حيث تؤدي SP إلى ارتشاح عالي بين الأنابيب وتقريباً متزايداً بين الأنابيب الكلوية وتكوين الأوعية الدموية بين الأنابيب والنوى الأنبوبية البؤرية. (Al Sulivany et al., 2024).



شكل (4- 8) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ في المجموعة المعاملة بمادة السبايروولينا بتركيز 177ملغم / كغم من وزن الجسم يلاحظ فيها التركيب الطبيعي للكبيبة (←) والتبيب الداني (←) و التبيب القاصي (←) مع محفظة بومان (←) (H & E 400 X).



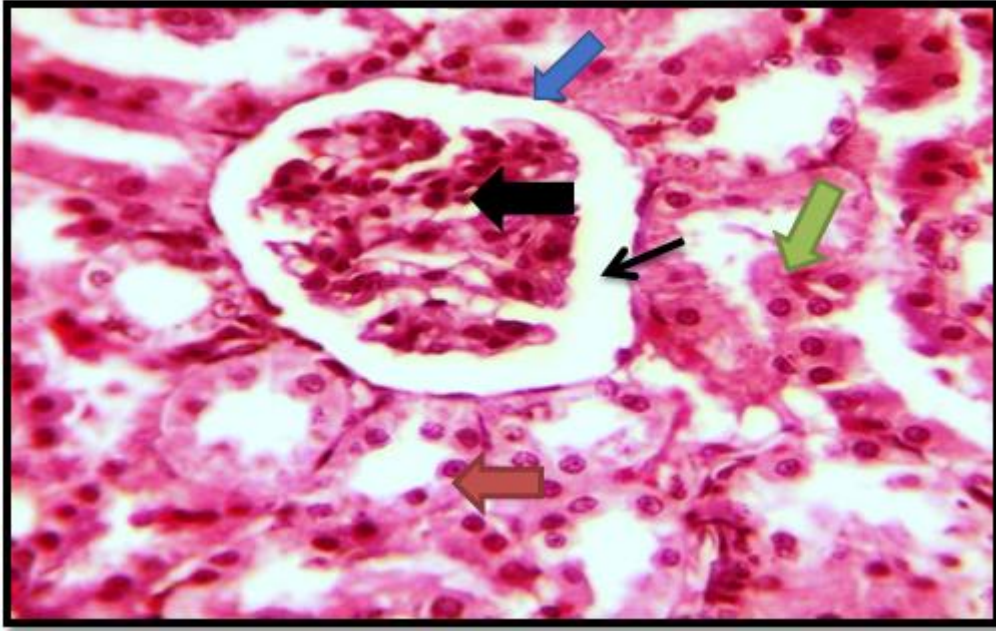
شكل (4- 9) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ في المجموعة المعاملة بمادة السبايروولينا بتركيز 177 ملغم / كغم من وزن الجسم لا يوجد ضرر نسجي واضح يلاحظ النسيج اقرب للطبيعي مع البنية الطبيعية للتبيلات البولية (←) (←) والقاصي (←) (H & E Stain 200X).

4-2-4. تأثير المعاملة بطحلب السبايرونينا وكلوريد الكادميوم على نسيج الكلى

أظهرت نتائج الدراسة الحالية للمقاطع النسيجية للكلى المعاملة بطحلب السبايرونينا كمادة وقائية بتركيز (177) ملغم / كغم من وزن الجسم ولمدة 30 يوماً أنها ساهمت بشكل كبير في تقليل السمية الناجمة من معاملة الجرذان بمادة كلوريد الكادميوم بتركيز (1) غم / كغم من وزن الجسم.

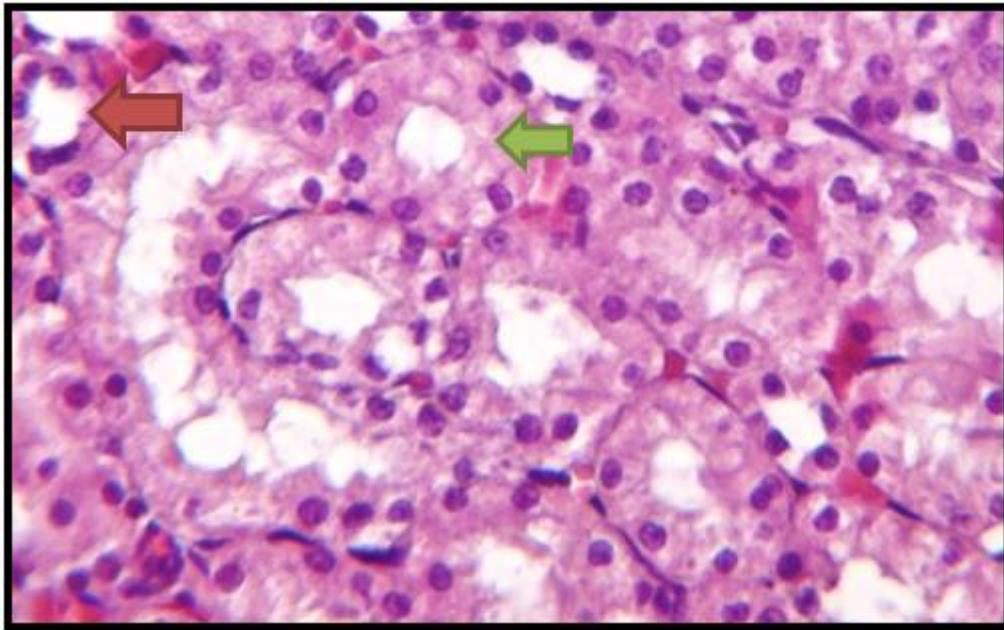
اذ أظهرت النتائج النسيجية في المجموعة العلاجية المعاملة بمسحوق السبايرونينا وجود التركيب الطبيعي للكبيبة والنيبيب الملتوي الداني و النبيبي الملتوي القاصي مع ظهور محفظة بومان الى جانب زيادة فسحة صورة (11-4،10-4)

نتائج الدراسة الحالية تتفق مع نتائج دراسة Jeyaprakash & Chinnaswamy (2005) التي اشارت إلى احتواء طحالب السبايرونينا على العديد من الصبغات والفيتامينات حيث تحتوي على 60-70% منها وهذه بدورها تساهم في رفع تركيز انزيمات الاكسدة في الدم وبذلك فإنها تساهم بشكل فعال في خفض الاجهاد التأكسدي الناجم من تسمم الجسم بالسموم التي يتعرض لها بشكل مباشر أو غير مباشر وبنفس الاتجاه إشارة العديد من الدراسات إلى القدرة التي يتمتع بها طحلب السبايرونينا من رفع مضادات الاكسدة من الجسم والتي تمكنه من تحسين البيئة الداخلية وعودة الجسم إلى وضعه الطبيعي بعد تعرضه للسموم حيث تساهم من خفض التراكيز المرتفعة من المعايير الكلوية والتي تشمل على اليوريا والكرياتينين من خلال قدرتها على تحسين الحالة النسيجية للكلى والنيبيبات الكلوية بشكل عام (El-Shall et al., 2023). وبنفس الاتجاه اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Khalil وآخرون (2020) عند دراسة 60 فاراً استخدمت السبايرونينا لوحدها والفيورن يومياً لمدة 28 يوم وبعد انتهاء مدة التجربة تم تقييم الاستجابات البيوكيميائية وانسجة الكلى أدى إلى اعتلال كلوي كبير يتمثل في ارتفاع قيم المؤشرات الحيوية لإصابة الأنسجة وانخفاض مستويات البروتين. من الناحية النسيجية، تم إحداث مجموعة واسعة من التغيرات المورفولوجية والسامة للخلايا والالتهابات والأوعية الدموية أظهرت نتائج المجموعة المعالجة بالحماية / العلاج التي تلقت السبايرونينا عن طريق الفم إلى خفض مستويات للمؤشرات الحيوية لإصابة الأنسجة بشكل ملحوظ، وتقليل الاستجابة الالتهابية، واستعادة التغيرات السامة للخلايا، واستعادة المورفولوجية الانسجة الكلى. في الختام، أظهرت البيانات التي تم الحصول عليها أن SP لها دور علاجي وقائي ضد اعتلال الكلى الناجم عن FU



شكل (4-10) مقطع مستعرض من نسيج كلية جرذ في المجموعة العلاجية المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز 177 غم / كغم مع مادة كلوريد الكادميوم بتركيز 1 غم / كغم من وزن الجسم يلاحظ فيها التركيب الطبيعي للكبيبة (←) والنبيب الداني (←) والنبيب القاصي (←) مع محفظة بومان (←) وزيادة فسحة بومان

(←) (H & E 400 X).



صورة رقم (4-11) مقطع عرضي من نسيج كلية جرذ في المجموعة العلاجية المعاملة بمادة السبايرونولينا بتركيز 177 ملغم / كغم من وزن الجسم مع مادة كلوريد الكادميوم بتركيز 1 غم / كغم من وزن الجسم يلاحظ النسيج اقرب للطبيعي مع البنية الطبيعية للنبيبات البولية الداني (←) والنقبسي (←) (H & E Stain 400X)

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions

and

Recommendations

الاستنتاجات Conclusions

من خلال نتائج الدراسة الحالية تم استنتاج ما يلي: -

1- أظهرت النتائج الدراسة الحالية أن جرعة طحلب السبايرونولينا التي ساهمت برفع تراكيز انزيمات الاكسدة في الدم مساوية الى 177 ملغم /كغم من وزن الجسم وبذلك تعتبر جرعة مؤثرة وان مسحوق طحلب السبايرونولينا ليس له أي تأثيرات جانبية على الجسم سواء من الناحية الفسلجية او النسيجية

2- أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن إعطاء كلوريد الكادميوم بجرعة مقدارها 1 غم / كغم من وزن الجسم سبب حدوث اجهاد تأكسدي ساهم في رفع تراكيز انزيمات الكبد (ALP,AST,ALT) إلى جانب تأثيره بشكل مباشر على معايير وظائف الكلى المتمثلة بتركيز (الكرياتنين، اليوريا والكتروليونات الدم Na، K، Ca).

3- أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن كلوريد الكادميوم سبب حدوث تغيرات نسيجية في كلى الجرذان المعاملة تمثلت في حدوث ضمور شديد في الكبيبة وارتشاح للخلايا الالتهابية مع وجود احتقان دموي ونزيف في النبيبات الكلوية.

4- أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان اعطاء طحلب السبايرونولينا بتركيز 177ملغم /كغم من وزن الجسم مع كلوريد الكادميوم بتركيز 1غم /كغم من وزن الجسم ساهم من تقليل او كبح الاجهاد التأكسدي الذي سببه كلوريد الكادميوم على الجسم ويظهر ذلك واضحا بوساطة عودة المعايير الفسلجية المدروسة وكذلك التركيب النسيجي للكلى أقرب ما يمكن للحالة الطبيعية.

5- اعتمادا على النتائج أعلاه يمكن اعتبار طحلب السبايرونولينا من المكملات الغذائية ذات الفعالية المضادة للسموم التي يتعرض لها الجسم ضمن الجرعة 177ملغم/ كغم من وزن الجسم.

التوصيات Recommendation

- 1- اجراء دراسات أخرى لبيان المادة الفعالة في طحلب السبايروليننا .
- 2- مناقشة الخطط التي من شأنها تقليل انتشار وتعرض الكائنات الحية إلى أملاح كلوريد الكاديوم باعتباره من المواد ذات السمية على الجسم.
- 3- اجراء دراسات مماثلة للدراسة الحالية لبيان تأثير طحلب السبايروليننا على نسيج الكبد من الناحية النسيجية.
- 4- الاهتمام المتزايد بمجال التوعية الصحية وإشاعة ثقافة على اخذ المكملات الغذائية ذات القيمة الغذائية والبيولوجية النافعة للجسم والتي تساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في جعل الجسم أكثر قدرة على المقاومة للتأثيرات السمية التي يتعرض لها من خلال مساهمتها من تقليل مستوى الاجهاد التأكسدي

المصادر

References

References المصادر الانكليزية

- Abdel Moghith, Z. S. H., Abdel-Kader, T. G., Ibrahim, M. A., & Ibrahim, N. M. (2024). Morphological, Anatomical and Ultrastructural Studies on The Kidney of Laughing dove, *Streptopelia senegalensis aegyptiaca*. *Advances in Basic and Applied Sciences*, 2(2), 83–91.
- Abenavoli, C., Provenzano, M., Ksiazek, S. H., Hu, L., Cuna, V., La Manna, G., Comai, G., & Baraldi, O. (2024). Role of Estimated Glomerular Filtration Rate in Clinical Research: The Never-Ending Matter. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 25(1), 1.
- Abozaid, H., Elnady, A., Aboelhassan, D. M., Mansour, H., Abedo, A., Ghaly, I. S., Radwan, H., Abbas, W., & Farag, I. M. (2024). Impact of *Spirulina platensis* as a Dietary Supplement on Growth Performance, Blood Biochemical Parameters, and Expression of Growth-Related Genes in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 55(4), 965–977.
- Adi, P. J., Burra, S. P., Vataparti, A. R., & Matcha, B. (2016). Calcium, zinc and vitamin E ameliorate cadmium-induced renal oxidative damage in albino Wistar rats. *Toxicology Reports*, 3, 591–597.
- Aghsaeifard, Z., & Alizadeh, R. (2023). Managing Cancer Treatment in Patients with Renal Dysfunction: The Role of Chemotherapy. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 23(16), 1811–1818.
- Ahmad, A. M. R., Intikhab, A., Zafar, S., Farooq, U., Shah, H. B. U., Akram, S., Abid, J., Parveen, Z., & Iqbal, S. (2023). *Spirulina*, an FDA-approved functional food: Worth the hype? *Cellular and Molecular Biology*, 69(1), 137–144.
- Ahmed, B. S. (2024). The Protective Effects of Blue-Green Algae (*Spirulina*) Against Arsenic-Induced Differences in Lipid Panel and Hematological Parameters in Female Rats (*Rattus norvegicus*). *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 55(3), 785–793.
- Akhoundian, M., Younesi, H. A., & Gorjian, M. H. (n.d.). *Spirulina Platensis* Supplementation: A Nutritional Boost for Enhancing Survival and Hemato-Biochemical Parameters of Persian Sturgeon (*Acipenser Persicus*). Available at SSRN 4684170.
- Al Sulivany, B. S. A., Abdulla, I. T., Mohammed, C. M., Shaheen, M. S., Hassan, M. M., & Salih, S. J. (2024). *Spirulina* (*Arthrospora*

- platensis) in The Diet Reduces Sodium Arsenates' Impacts on Kidney Enzyme Activities, Histopathology, and Arsenic Accumulation in Rats Models. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, D. Histology & Histochemistry, 16(1), 1–10.
- Al Za'abi, M., Al Busaidi, M., Yasin, J., Schupp, N., Nemmar, A., & Ali, B. H. (2015). Development of a new model for the induction of chronic kidney disease via intraperitoneal adenine administration, and the effect of treatment with gum acacia thereon. American Journal of Translational Research, 7(1), 28.
- AlFadhly, N. K. Z., Alhelfi, N., Altemimi, A. B., Verma, D. K., & Cacciola, F. (2022). Tendencies Affecting the Growth and Cultivation of Genus Spirulina: An Investigative Review on Current Trends. Plants
- Alghamdi, M. A., Elbaz, M. I., Ismail, I. E., Reda, F. M., Alagawany, M., El-Tarabily, K. A., & Abdelgeliel, A. S. (2024). Dietary supplementation with a mixture of Dunaliella salina and Spirulina enhances broiler performance by improving growth, immunity, digestive enzymes and gut microbiota. Poultry Science, 103(2), 103337.
- Alghamdi, M. A., Reda, F. M., Mahmoud, H. K., Bahshwan, S. M. A., Salem, H. M., Alhazmi, W. A., Soror, A.-F. S., Mostafa, N. G., Attia, S., & Mohamed, M. D. A. (2024). The potential of Spirulina platensis to substitute antibiotics in Japanese quail diets: impacts on growth, carcass traits, antioxidant status, blood biochemical parameters, and cecal microorganisms. Poultry Science, 103(3), 103350.
- Alghamdi, M. A., Reda, F. M., Mahmoud, H. K., Bahshwan, S. M. A., Salem, H. M., Alhazmi, W. A., Soror, A.-F. S., Mostafa, N. G., Attia, S., & Mohamed, M. D. A. (2024). The potential of Spirulina platensis to substitute antibiotics in Japanese quail diets: impacts on growth, carcass traits, antioxidant status, blood biochemical parameters, and cecal microorganisms. Poultry Science, 103(3), 103350.
- Ali, B. H., Al Za'abi, M., Ramkumar, A., Yasin, J., & Nemmar, A. (2014). Anemia in adenine-induced chronic renal failure and the influence of treatment with gum acacia thereon. Physiol Res, 63(3), 351–358.

- Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W., & Fu, P. C. (1974). Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinical Chemistry*
- Althobaiti, S. A., Almalki, D. A., Qahl, S. H., Elsigar, L., Gurafi, L. M. A., Kanani, Z., & Nasir, O. (2023). Effect of *Artemisia annua* on kidney in gentamicin-induced nephrotoxicity in mice through regulation of the COX-2, NF- κ B pathway. *Journal of King Saud University-Science*.
- Altyar, A. E., Kensara, O. A., Noreldin, A. E., Albadrani, G. M., El-Demerdash, F. M., Sayed, A. A., Piscopo, M., Mohammedsleh, Z. M., Al-Ghadi, M. Q., & Ghaboura, N. (2024). *Spirulina platensis* ameliorates hepatic oxidative stress and DNA damage induced by aflatoxin B1 in rats. *Toxicon*.
- Antar, S. A., Abdo, W., Helal, A. I., Abduh, M. S., Hakami, Z. H., Germoush, M. O., Alsulimani, A., Al-Noshokaty, T. M., El-Dessouki, A. M., & ElMahdy, M. K. (2024). Coenzyme Q10 mitigates cadmium cardiotoxicity by downregulating NF- κ B/NLRP3 inflammasome axis and attenuating oxidative stress in mice. *Life Sciences*, 122688.
- Asagba, S. O., & Eriyamremu, G. E. (2007). Oral cadmium exposure alters haematological and liver function parameters of rats fed a Nigerian-like diet. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 16(3–4), 267–274.
- Babaei, M., Abdi, A., Mehrabani, J., & Dalooi, A. A. (2022). The Effect of Aerobic Training and *Spirulina* on Nesfatin-1 and Peptide YY in Overweight Elderly Men: A randomized trial. *Iranian Journal of Health Sciences*.
- Babaniyi, G. G., Akor, U. J., & Bisi-Omosho, A. (2024). Application of Marine Greens in Aquaculture. In *Marine Greens* (pp. 57–65). CRC Press.
- Bancroft, J. D., & Gamble, M. (2008). *Theory and practice of histological techniques*. Elsevier health sciences.
- Bautista, C. J., Arango, N., Consuelo, P., Mitre-Aguilar, I. B., Trujillo, J., & Ramírez, V. (2024). Mechanism of Cadmium-induced nephrotoxicity. *Toxicology*.
- Behairy, A., Elkomy, A., Elsayed, F., Gaballa, M. M. S., Soliman, A., & Aboubakr, M. (2024). *Spirulina* and Thymoquinone Protect Against

- Methotrexate-Induced Hepatic Injury in Rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*.
- Bekus, I. R., Kyryliv, M. V, Ivanusa, I. B., Furka, O. B., Krynytska, I. Y., & Marushchak, M. I. (2016). Biochemical parameters of lipid metabolism in animals affected by heavy metal salts and treated with carnitine chloride and sodium alginate. *International Journal of Medicine and Medical Research*.
- Belay, A. (2013). Biology and industrial production of *Arthrospira* (*Spirulina*). *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology*.
- Belfield, A., & Golberg, G. M. (1971). Revised assay for serum phenyl phosphatase activity using 4-amino-antipyrine-Enzyme.
- Berbesh, S., El-Shawarby, R., El-Shewy, E., El-Sheshtawy, S., & Elshafae, S. (2022). Ameliorative Effect of *Spirulina Platensis* against Cadmium Toxicity in Broiler Chickens. *Benha Veterinary Medical Journal*.
- Bergmeyer, H., Herder, M., & Ref, R. (1986). International federation of clinical chemistry (IFCC). *J. Clin. Chem. Clin. Biochem*.
- Bethanis, J., & Golia, E. E. (2024). Micro-and nano-plastics in agricultural soils: A critical meta-analysis of their impact on plant growth, nutrition, metal accumulation in plant tissues and crop yield. *Applied Soil Ecology*.
- Bhardwaj, J. K., Bikal, P., & Sachdeva, S. N. (2024). Cadmium as an ovarian toxicant: A review. *Journal of Applied Toxicology*.
- Bin-Jumah, M. N., Al-Huqail, A. A., Abdelnaeim, N., Kamel, M., Fouda, M. M. A., Abulmeaty, M. M. A., Saadeldin, I. M., & Abdel-Daim, M. M. (2021). Potential protective effects of *Spirulina platensis* on liver, kidney, and brain acrylamide toxicity in rats. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Braga, E. S., Bonetti, C. V. D. H., Burone, L., & Bonetti Filho, J. (2000). Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System–Brazil. *Marine Pollution Bulletin*.
- Buetow, B. S., Treuting, P. M., Van Hoosier, G. L., Loeb, W. F., & Quimby, F. W. (1999). *The Clinical Chemistry of Laboratory Animals*.

- Cary, N. (2012). Statistical analysis system, User's guide. Statistical. Version 9. SAS. Inst. Inc. USA.
- Çelekli, A., Özbal, B., & Bozkurt, H. (2024). Challenges in Functional Food Products with the Incorporation of Some Microalgae. *Foods*.
- Chalmers, C. (2019). Applied anatomy and physiology and the renal disease process. *Renal Nursing: Care and Management of People with Kidney Disease*.
- Charkiewicz, A. E., Omeljaniuk, W. J., Nowak, K., Garley, M., & Nikliński, J. (2023). Cadmium Toxicity and Health Effects—A Brief Summary. *Molecules*.
- Chaudhary, M. R., Chaudhary, S., Sharma, Y., Singh, T. A., Mishra, A. K., Sharma, S., & Mehdi, M. M. (2023). Aging, oxidative stress and degenerative diseases: mechanisms, complications and emerging therapeutic strategies. *Biogerontology*.
- Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A. O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A. F., Modu, B., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. *Frontiers in Chemistry*.
- Chen, H., Xie, X., & Tang, S. (2024). Association between intestinal microflora and renal function in patients with chronic renal failure: A case-control analysis. *Pakistan Journal of Medical Sciences*.
- Chen, M., Dong, J., Zhao, X., Yin, X., Wu, K., Wang, Q., Liu, X., Wu, Y., & Gong, Z. (2023). Cadmium influence on lipid metabolism in Sprague–Dawley rats through linoleic acid and glycerophospholipid metabolism pathways. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*.
- Chen, Y.-Q., Zhu, Y.-J., & Xiong, Z.-C. (2024). Ultralong Nanowires of Cadmium Phosphate Hydroxide Synthesized Using a Cadmium Oleate Precursor Hydrothermal Method and Sulfidation Conversion to Ultralong CdS Nanowires. *Molecules*.
- Clarke, H. E., Coates, M. E., Eva, J. K., Ford, D. J., Milner, C. K., O'donoghue, P. N., Scott, P. P., & Ward, R. J. (1977). Dietary standards for laboratory animals: report of the Laboratory Animals Centre Diets Advisory Committee. *Laboratory Animals*.
- Colla, L. M., Muccillo-Baisch, A. L., & Costa, J. A. V. (2008). *Spirulina platensis* effects on the levels of total cholesterol, HDL and

- triacylglycerols in rabbits fed with a hypercholesterolemic diet. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
- Coskun, Z. K., Kerem, M., Gurbuz, N., Omeroglu, S., Pasaoglu, H., Demirtas, C., Lortlar, N., Salman, B., Pasaoglu, O. T., & Turgut, H. B. (2011). The study of biochemical and histopathological effects of spirulina in rats with TNBS-induced colitis. *Bratislavske Lekarske Listy*.
- Cui, J., Liu, Y., Hao, Z., Liu, Y., Qiu, M., Kang, L., Teng, X., & Tang, Y. (2023). Cadmium induced time-dependent kidney injury in common carp via mitochondrial pathway: Impaired mitochondrial energy metabolism and mitochondrion-dependent apoptosis. *Aquatic Toxicology*.
- Damessa, F. T., Chacha, M., Vianney, J.-M., & Raymond, J. (2021). Measuring serum toxicity markers to evaluate the safety of commercially available Spirulina products in mice. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*.
- Das, P. K. (2023). V. Beena Department of Veterinary Physiology, College beenav of Veterinary and Animal Sciences, Thrissur, Kerala, India e-mail @ kvasu. ac. in The Author (s), under exclusive license to Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2023. *Textbook of Veterinary Physiology*.
- Di Daniele, N., Marrone, G., Di Lauro, M., Di Daniele, F., Palazzetti, D., Guerriero, C., & Noce, A. (2021). Effects of caloric restriction diet on arterial hypertension and endothelial dysfunction. *Nutrients*.
- Erdemli, Z., Gul, M., Kayhan, E., Gokturk, N., Bag, H. G., & Erdemli, M. E. (2024). High-fat and carbohydrate diet caused chronic kidney damage by disrupting kidney function, caspase-3, oxidative stress and inflammation. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*.
- Evaz-Zadeh .S, H., Banaee, M., Shoukat, P., Noori, A., & Mousavi Dehmoredi, L. (2017). Protective effects of dietary Spirulina platensis against cadmium-induced oxidative stress in gills of rainbow trout. *Iranian Journal of Toxicology*.
- Fernández-Rojas, B., Hernández-Juárez, J., & Pedraza-Chaverri, J. (2014). Nutraceutical properties of phycocyanin. *Journal of Functional Foods*.
- Ferraz, A. C., da Silva Menegatto, M. B., Lima, R. L. S., Ola-Olub, O. S., Costa, D. C., de Magalhães, J. C., Rezende, I. M., LaBeaud, A. D.,

- Monath, T. P., & Alves, P. A. (2024). Yellow fever virus infection in human hepatocyte cells triggers an imbalance in redox homeostasis with increased reactive oxygen species production, oxidative stress, and decreased antioxidant enzymes. *Free Radical Biology and Medicine*, 213, 266–273.
- Fridovich, I. (1989). Superoxide dismutases: an adaptation to a paramagnetic gas. *Journal of Biological Chemistry*, 264(14), 7761–7764.
- Fujita, D. (1992). Effect of Cadmium on Lipid Components Relation of Cadmium to Thyroid Hormone and Growth Hormone. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)*, 47(3), 704–714.
- Furbish, A., Allinder, M., Austin, G., Tynan, B., Byrd, E., Pina Gomez, I., & Peterson, Y. K. (n.d.). First analytical confirmation of drug-induced crystal nephropathy in felines caused by GS-441524, the active metabolite of Remdesivir. Available at SSRN 4716902.
- Gartner, L. P., & HIATT, J. L. (2007). *Color Textbook of Histology*, Saunders Elsevier. Philadelphia. 3rd Ed. P, 126.
- Gaurav, D., Preet, S., & Dua, K. K. (2010). Protective effect of *Spirulina platensis* on cadmium induced renal toxicity in wistar rats. *Arch Appl Sci Res*, 2(1), 390–397.
- Gaurav, D., Preet, S., & Dua, K. K. (2011). Prevention of cadmium bioaccumulation by herbal adaptogen: *Spirulina platensis*. *J Chem Pharm Res*, 3(5), 603–608.
- Gharbi, M. A., Abdulateef, A. A., Alalwany, A. A., Alenzy, A. F. M., & Shafeeq, A. F. (n.d.). Pollution of some agricultural Soils by heavy metals in Kubaisa Iraqi western desert: A case Study. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25(4), 215–226.
- Ghosh, S., Singha, P. S., Acharyaa, A., & Ghosh, D. (2024). Beneficial impacts and limitations of antioxidant supplements on Male Infertility. *Journal of Integrated Science and Technology*, 12(3), 751.
- Gopal, R. K., & Govindaraj, S. (2024). A Study on the Brewing of “Prot-Tea” by Blending *Spirulina (Arthrospira platensis)* With Green Tea. *Cureus*, 162.(Gordiienko, I. (2024). Carbonyl Stress Chemistry.

- Gupta, R., Kushwah, A. S., & Patil, J. K. (2024). Botanicals in Dietary Supplements and Fibers. In *Food Supplements and Dietary Fiber in Health and Disease* (pp. 385–424). Apple Academic Press.
- Gupta, S., Hrishikeshvan, H. J., & Sehajpal, P. K. (2010). Spirulina protects against Rosiglitazone induced osteoporosis in insulin resistance rats. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 87(1), 38–43.
- Gurnett, D. A., Kurth, W. S., Kirchner, D. L., Hospodarsky, G. B., Averkamp, T. F., Zarka, P., Lecacheux, A., Manning, R., Roux, A., & Canu, P. (2004). The Cassini radio and plasma wave investigation. *Space Science Reviews*, 114, 395–463.
- Gwaltney-Brant, S. M. (2018). Renal toxicity. In *Veterinary toxicology* (pp. 259–272). Elsevier.
- Hadwan, M. H., & Abed, H. N. (2016). Data supporting the spectrophotometric method for the estimation of catalase activity. *Data in Brief*, 6, 194–199.
- Hamzah, R. A., Alawadi, H. A., & Dahash, O. A. M. (2024). The Effect of Cadmium on Hematology, Oxidative Stress Liver and Kidney Function in Rats. *SAR J Med Biochem*, 5(3), 10–15.
- Hegazi, N., Khattab, A. R., Saad, H. H., Abib, B., & Farag, M. A. (2024). A multiplex metabolomic approach for quality control of Spirulina supplement and its allied microalgae (*Amphora* & *Chlorella*) assisted by chemometrics and molecular networking. *Scientific Reports*, 14(1), 2809.
- Hilali, S., Van Gheluwe, L., Yagmur, M., Wils, L., Phelippe, M., Clément-Larosière, B., Montigny, B., Jacquemin, J., Thiery, E., & Boudesocque-Delaye, L. (2024). NaDES-based biorefinery of Spirulina (*Arthrospira platensis*): A new path for sustainable high value-added metabolites. *Separation and Purification Technology*, 329, 125123.
- Holliday Jr, M. W., Majeti, R. N., & Sheikh-Hamad, D. (2024). Chronic Interstitial Nephritis in Agricultural Communities: Observational and Mechanistic Evidence Supporting the Role of Nephrotoxic Agrochemicals. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 10–2215.
- Hsu, C., Chinchilli, V. M., Coca, S., Devarajan, P., Ghahramani, N., Go, A. S., Hsu, R. K., Ikizler, T. A., Kaufman, J., & Liu, K. D. (2020).

- Post-acute kidney injury proteinuria and subsequent kidney disease progression: the assessment, serial evaluation, and subsequent sequelae in acute kidney injury (ASSESS-AKI) study. *JAMA Internal Medicine*, 180(3), 402–410.
- Huang, H., Liao, D., Pu, R., & Cui, Y. (2018). Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 729–742.
- Huang, Z., Guo, B. J., Wong, R. N. S., & Jiang, Y. (2007). Characterization and antioxidant activity of selenium-containing phycocyanin isolated from *Spirulina platensis*. *Food Chemistry*, 100(3), 1137–1143.
- Ibrahim, M. A., Almaeen, A. H., Abd El Moneim, M., Tammam, H. G., Khalifa, A. M., & Nasibe, M. N. (2018). Cadmium-Induced Hematological, Renal, and Hepatic Toxicity: The Amelioration by: *Spirulina platensis*. *The Saudi Journal of Forensic Medicine and Sciences*, 1(1), 5–13.
- Irshad, Z., Qasim, M., Hajati, H., & Hosseini, S. A. (2024). Functional feed for broiler chickens: exploring *Spirulina platensis* as a nutritional supplement. *World's Poultry Science Journal*, 1–15.
- Ismail, M. M. S., & Piercey-Normore, M. D. (2024). Cooperative antioxidative defense of the blue-green alga *Arthrospira (Spirulina) platensis* under oxidative stress imposed by exogenous application of hydrogen peroxide. *Environmental Pollution*, 341, 123002.
- Ismail, M., Hossain, M. F., Tanu, A. R., & Shekhar, H. U. (2015). Effect of spirulina intervention on oxidative stress, antioxidant status, and lipid profile in chronic obstructive pulmonary disease patients. *BioMed Research International*, 2015.
- Iyengar, A., Kamath, N., Radhakrishnan, J., & Estebanez, B. T. (2024). Infection-Related Glomerulonephritis in Children and Adults. *Seminars in Nephrology*, 151469.
- Jain, A., & Shakkarpude, J. (2024). Oxidative stress: A biomarker for animal health and production: A review. *Indian Journal of Animal Research*, 58(1), 1–12.
- Janga, K., Jana, K., Greenberg, S., Bijol, V., & Singh, V. (2024). Acute Kidney Injury From Acute Oxalate Nephropathy in Diabetic

- Ketoacidosis: A Case Report. *Annals of Internal Medicine: Clinical Cases*, 3(1), e231068.
- Janik, A. (1992). Effect of cadmium on certain factors of lipid metabolism in the aorta and myocardium of rats. *Folia Medica Cracoviensia*, 33(1–4), 53–58.
- Jennette, J. C., & D'Agati, V. D. (2023). *Heptinstall's Pathology of the Kidney*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Jeyaprakash, K., & Chinnaswamy, P. (2005). Effect of Spirulina and Liv-52 on cadmium induced toxicity in albino rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 43(9), 773.
- Jo, C., & Ahn, D. U. (1998). Fluorometric analysis of 2-thiobarbituric acid reactive substances in turkey. *Poultry Science*, 77(3), 475–480.
- Jomova, K., Raptova, R., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2023). Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: Chronic diseases and aging. *Archives of Toxicology*, 97(10), 2499–2574.
- Joseph, t. (2023). Nutritional enrichment of ready-to-cook food-instant noodle exploring the potential of microalgae arthrospira platensis GOMONT. St Teresa's College (Autonomous), Ernakulam.
- Juan, C. A., Pérez de la Lastra, J. M., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2021). The chemistry of reactive oxygen species (ROS) revisited: outlining their role in biological macromolecules (DNA, lipids and proteins) and induced pathologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4642.
- Kang, M.-Y., Cho, S.-H., Lim, Y.-H., Seo, J.-C., & Hong, Y.-C. (2013). Effects of environmental cadmium exposure on liver function in adults. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(4), 268–273.
- Karami, E., Goodarzi, Z., Ghanbari, A., Dehdashti, A., Bandegi, A. R., & Yosefi, S. (2023). Atorvastatin prevents cadmium-induced renal toxicity in a rat model. *Toxicology and Industrial Health*, 39(4), 218–228.
- Kata, F. S., Athbi, A. M., Manwar, E. Q., Al-Ashoor, A., Abdel-Daim, M. M., & Aleya, L. (2018). Therapeutic effect of the alkaloid extract of the cyanobacterium *Spirulina platensis* on the lipid profile of hypercholesterolemic male rabbits. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 19635–19642.

- Kaviarasan, S., Muniandy, S., Qvist, R., & Ismail, I. S. (2009). F2-isoprostanes as novel biomarkers for type 2 diabetes: a review. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 45(1), 1–8.
- Keith, L. S., & Faroon, O. M. (2022). Uranium. In *Handbook on the Toxicology of Metals* (pp. 885–936). Elsevier.
- Kepekçi, R. A., Polat, S., Çelik, A., Bayat, N., & Saygideger, S. D. (2013). Protective effect of *Spirulina platensis* enriched in phenolic compounds against hepatotoxicity induced by CCl₄. *Food Chemistry*, 141(3), 1972–1979.
- Khan, Z., Bhadouria, P., & Bisen, P. S. (2005). Nutritional and therapeutic potential of *Spirulina*. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 6(5), 373–379.
- Klouche, K., Brunot, V., Larcher, R., & Lautrette, A. (2024). Weaning from Kidney Replacement Therapy in the Critically Ill Patient with Acute Kidney Injury. *Journal of Clinical Medicine*, 13(2), 579.
- Kozlosky, D., Doherty, C., Buckley, B., Goedken, M. J., Miller, R. K., Huh, D. D., Barrett, E. S., & Aleksunes, L. M. (2024). Fetoplacental disposition and toxicity of cadmium in mice lacking the *Bcrp* transporter. *Toxicological Sciences*, 197(2), 132–146.
- Krasinski, Z., Krasieńska, B., Olszewska, M., & Pawlaczyk, K. (2020). Acute renal failure/acute kidney injury (AKI) associated with endovascular procedures. *Diagnostics*, 10(5), 274.
- Kumar, A., Hanjabam, M. D., Kishore, P., Uchoi, D., Panda, S. K., Mohan, C. O., Chatterjee, N. S., Zynudheen, A. A., & Ravishankar, C. N. (2023). Exploitation of Seaweed Functionality for the Development of Food Products. *Food and Bioprocess Technology*, 1–31.
- Kumar, R., Altaf, M. A., Lal, M. K., & Tiwari, R. K. (2024). Melatonin in Plants: A Pleiotropic Molecule for Abiotic Stresses and Pathogen Infection. Springer Nature.
- Kumaran, G. K., & Hanukoglu, I. (2020). Identification and classification of epithelial cells in nephron segments by actin cytoskeleton patterns. *The FEBS Journal*, 287(6), 1176–1194.
- Kurd, F., & Samavati, V. (2015). Water soluble polysaccharides from *Spirulina platensis*: Extraction and in vitro anti-cancer activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 74, 498–506.

- Lameire, N., Van Biesen, W., & Vanholder, R. (2006). The changing epidemiology of acute renal failure. *Nature Clinical Practice Nephrology*, 2(7), 364–377.
- Lee, W.-K., Probst, S., Scharner, B., Deba, T., Dahdouh, F., & Thévenod, F. (2024). Distinct concentration-dependent oxidative stress profiles by cadmium in a rat kidney proximal tubule cell line. *Archives of Toxicology*, 1–17.
- Li, X., Li, H., Cai, D., Li, P., Jin, J., Jiang, X., Li, Z., Tian, L., Chen, G., & Sun, J. (2021). Chronic oral exposure to cadmium causes liver inflammation by NLRP3 inflammasome activation in pubertal mice. *Food and Chemical Toxicology*, 148, 111944.
- Liu, M., Wu, K., & Wu, Y. (2023). The emerging role of ferroptosis in female reproductive disorders. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 166, 115415.
- Liu, Z., Che, L., Zhang, L., Li, Q., Peng, C., Zhang, Z., Fan, Q., Liang, Y., Sun, R., & Li, S. (2024). Tomato Extract Antagonizes Cadmium-Induced Hepatotoxicity and Nephrotoxicity in Mice and HepG2 Cells: Inhibition of Oxidative Damage and Apoptosis. *Natural Product Communications*, 19(2), 1934578X241231699.
- Lucky, I. O., Aisuhuehien, I. I., & Adejoke, M. E. (2024). Renoprotective effect of hyperin against CdCl₂ prompted renal damage by activation of Nrf-2/Keap-1 ARE pathway in male mice. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 1–10.
- Maddiboyina, B., Vanamamalai, H. K., Roy, H., Ramaiah, Gandhi, S., Kavisri, M., & Moovendhan, M. (2023). Food and drug industry applications of microalgae *Spirulina platensis*: A review. *Journal of Basic Microbiology*.
- Malik, D., Narayanasamy, N., Pratyusha, V. A., Thakur, J., & Sinha, N. (2023). Microminerals and Toxic Heavy Metals. In *Textbook of Nutritional Biochemistry* (pp. 447–504). Springer.
- Mansoor, G., Tahir, M., Maqbool, T., Abbasi, S. Q., Hadi, F., Shakoori, T. A., Akhtar, S., Rafiq, M., Ashraf, M., & Ullah, I. (2022). Increased expression of circulating stress markers, inflammatory cytokines and decreased antioxidant level in diabetic nephropathy. *Medicina*, 58(11), 1604.
- Mazahreh, T. S., Aleshawi, A. J., Al-Zoubi, N. A., Altabari, M., & Aljarrah, Q. (2020). Comparison of postoperative liver function

- between different dissection techniques during laparoscopic cholecystectomy. *Future Science OA*, 6(4), FSO462.
- Menon, R., Thomas, R., Sood, N., & Gokhale, T. (2024). Marine Phytoplankton: Bioactive Compounds and Their Applications in Medicine. In *Marine Bioactive Molecules for Biomedical and Pharmacotherapeutic Applications* (pp. 251–282). Springer.
- Mishra, A., Chatterjee, U. S., & Mandal, T. K. (2013). Induction of chronic renal failure in goats using cisplatin: A new animal model. *Toxicology International*, 20(1), 56.
- Mohamed, N. A., Hashem, M. A. M., Alzahrani, A. M., Abdel-Moneim, A. M., & Abdou, H. M. (2021). Hepatoprotective effect of *Spirulina platensis* against carbon tetrachloride-induced liver injury in male rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 73(11), 1562–1570.
- Mutlu, M., Simsek, U. G., Iflazoglu, S., Yilmaz, A., Karabulut, B., Incili, C. A., Cevik, A., Incili, G. K., Seven, P. T., & Mutlu, S. I. (2024). Potential effect dietary supplementation of calcium tetraborate in quails exposed to cadmium: Its impact on productive performance, oxidative stress, cecal microflora, and histopathological changes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 270, 115883.
- Nasiadek, M., Stragierowicz, J., & Kilanowicz, A. (2022). An Assessment of Metallothionein–Cadmium Binding in Rat Uterus after Subchronic Exposure Using a Long–Term Observation Model. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 15154.
- Nasir, O., Umbach, A. T., Rexhepaj, R., Ackermann, T. F., Bhandaru, M., Ebrahim, A., Artunc, F., Kempe, D. S., Puchchakayala, G., & Siraskar, B. (2012). Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on renal function in diabetic mice. *Kidney and Blood Pressure Research*, 35(5), 365–372.
- Ogham, C. J., Dabak, J., & Jaryum, K. (2023). Effect of Co-Administration of Cadmium, Magnesium and Alcohol on the Liver, Kidney and Oxidative Stress Biomarkers of Wistar Rats. *Archives of Nephrology and Urology*, 6(2), 61–74.
- Ogobuiro, I., & Tuma, F. (2019). Physiology, renal.
- Ojah, h., & shankarishan, p. (n.d.). Anticancer potential of algae: a review. *Recent trends in*, 157.

- Okolonkwo, b. B., mnenna, a. D., maureen, g.-o., & donatus, n. J. (2024). Recent trends in risk factors associated with kidney diseases. *Asian journal of research in nephrology*, 7(1), 7–30.
- Pandey, A. K. (n.d.). *Oxidative Stress Causes Consequences and the Role of Phyto medicine in Modern Prospects*.
- Paramanya, A., Siddiqui, S. A., Poojari, P., Jamkhedkar, S., Khan, J., da Silva Almeida, J. R. G., & Ali, A. (2024). *Spirulina: Ethnic Food and Potential Health Applications*. In *Ethnic Knowledge and Perspectives of Medicinal Plants* (pp. 251–269). Apple Academic Press.
- Parida, S., Dash, S., Sahoo, B., & Rath, B. (2024). Assessment of Antimicrobial and Antioxidant Potential of *Oscillatoria sancta* and *Oscillatoria proteus* Isolated from Chilika Lake. *Current Microbiology*, 81(1), 46.
- Patel, C., & Hundet, A. (2024). Analysis the effect of moringa oleifera plant extract on the toxicity of cadmium chloride in the hematology of the carp fish, *cyprinus carpio* (l. 1778). *Journal of experimental zoology india*, 27(1)
- Patlevič, P., Vašková, J., Švorc Jr, P., Vaško, L., & Švorc, P. (2016). Reactive oxygen species and antioxidant defense in human gastrointestinal diseases. *Integrative Medicine Research*, 5(4), 250–258.
- Patton, C. J., & Crouch, S. R. (1977). Spectrophotometric and kinetics investigation of the Berthelot reaction for the determination of ammonia. *Analytical Chemistry*, 49(3), 464–469.
- Pehlivanov, I., Gentscheva, G., Nikolova, K., & Andonova, V. (2024). Some Applications of *Arthrospira platensis* and Algae in Pharmaceutical and Food Technologies. *Red*, 29, 30.
- Pérez-Juárez, A., Aguilar-Faisal, J. L., Posadas-Mondragón, A., Santiago-Cruz, J. A., Barrientos-Alvarado, C., Mojica-Villegas, M. A., Chamorro-Cevallos, G. A., & Morales-González, J. A. (2022). Effect of spirulina (formerly *Arthrospira*) maxima against ethanol-induced damage in rat liver. *Applied Sciences*, 12(17), 8626.
- Perry, B. D., Cameron, M. S., Cooke, M. B., Towstoless, M., Hryciw, D. H., Hayes, A., Lexis, L., Tangalakis, K., & Force, T. (2023). Unpacking the renal system component of the “structure and

- function” core concept of physiology by an Australian team. *Advances in Physiology Education*, 47(3), 453–460.
- Pikounis, T. D., Amann, K. L., Jackson, B. P., Punshon, T., Gilbert-Diamond, D., Korrick, S., Karagas, M. R., & Cottingham, K. L. (2024). Urinary biomarkers of exposure to toxic and essential elements: A comparison of infants fed with human milk or formula. *Environmental Epidemiology*, 8(1), e286.
- Ponce-Canchihuamán, J. C., Pérez-Méndez, O., Hernández-Muñoz, R., Torres-Durán, P. V, & Juárez-Oropeza, M. A. (2010). Protective effects of *Spirulina maxima* on hyperlipidemia and oxidative-stress induced by lead acetate in the liver and kidney. *Lipids in Health and Disease*, 9(1), 1–7.
- Pope III, C. A., Verrier, R. L., Lovett, E. G., Larson, A. C., Raizenne, M. E., Kanner, R. E., Schwartz, J., Villegas, G. M., Gold, D. R., & Dockery, D. W. (1999). Heart rate variability associated with particulate air pollution. *American Heart Journal*, 138(5), 890–899.
- Prete, V., Abate, A. C., Di Pietro, P., De Lucia, M., Vecchione, C., & Carrizzo, A. (2024). Beneficial Effects of *Spirulina* Supplementation in the Management of Cardiovascular Diseases. *Nutrients*, 16(5), 642.
- Priyanka, S., Varsha, R., Verma, R., & Ayenampudi, S. B. (2023). *Spirulina*: A Spotlight on Its Nutraceutical Properties and Food Processing Applications. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(6), e4785–e4785.
- Quig, D. (2020). Metal toxicity: Assessment of exposure and retention. *Textbook of Natural Medicine-E-Book: Textbook of Natural Medicine-E-Book*, 187.
- Ramadhan, S. J., Khudair, K. K., & Al-Okaily, B. N. (2023). Effect of gallic acid on lipid profile and antioxidant status in cadmium chloride treated rats. *Iraqi journal of agricultural sciences*, 54(3), 735–740.
- Ramos-Tovar, E., & Muriel, P. (2020). Free radicals, antioxidants, nuclear factor-E2-related factor-2 and liver damage. *Journal of Applied Toxicology*, 40(1), 151–168.
- Ravikumar, Y., Madhuri, D., Lakshman, M., Reddy, A. G., & Kalakumar, B. (2020). Study of cadmium and chlorpyrifos induced changes in

- protein and lipid profile in rats. *Toxicology International*, 27(1&2), 54–57.
- Rodriguez, M. M. (2014). Congenital anomalies of the kidney and the urinary tract (CAKUT). *Fetal and Pediatric Pathology*, 33(5–6), 293–320.
- Rodríguez-Zúñiga, D., Méndez-Zavala, A., Solís-Quiroz, O., Morales-Oyervides, L., Montañez-Saénz, J. C., & Benavente-Valdés, J. R. (2024). Biology and composition of microalgae and cyanobacteria. In *Sustainable Industrial Processes Based on Microalgae* (pp. 1–22). Elsevier.
- Sabina, E., Samuel, J., RajappaRamya, S., Patel, S., Mandal, N., Pranatharthiharan, P., Mishra, P. P., & Rasool, M. (2009). Hepatoprotective and antioxidant potential of *Spirulina fusiformis* on acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice. *IJIB*, 6(1), 1–5.
- Sabolic, I., Ljubojevic, M., Herak-Kramberger, C. M., & Brown, D. (2002). Cd-MT causes endocytosis of brush-border transporters in rat renal proximal tubules. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 283(6), F1389–F1402.
- Sadeghipour, H. R., Raeisi, F., & Zar, A. (2024). The effect of eight weeks of resistance training and *Spirulina platensis* supplementation on the signaling pathway of Wnt-GSK3 β -TSC2-S6K in the kidney tissue of male rats. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*.
- Sadiq, I. Z. (2023). Free radicals and oxidative stress: Signaling mechanisms, redox basis for human diseases, and cell cycle regulation. *Current Molecular Medicine*, 23(1), 13–35.
- Sakai, K., Takahashi, M., Ito, Y., Yamada, S., Ito, T., Higuchi, Y., & Kameda, S. (2024). Thrombotic microangiopathy in a patient with anti-signal recognition particle antibody-positive immune-mediated necrotizing myopathy. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 27(1), e14942.
- Saklayen, M. G. (2018). The global epidemic of the metabolic syndrome. *Current Hypertension Reports*, 20(2), 1–8.
- Samanta, S., Sarkar, T., Chakraborty, R., Rebezov, M., Shariati, M. A., Thiruvengadam, M., & Rengasamy, K. R. R. (2022). Dark chocolate: An overview of its biological activity, processing, and fortification approaches. *Current Research in Food Science*.

- Satarug, S. (2024). Is Chronic Kidney Disease due to Cadmium Exposure Inevitable and Can it be Reversed?
- Sattar, N., Presslie, C., Rutter, M. K., & McGuire, D. K. (2024). Cardiovascular and Kidney Risks in Individuals With Type 2 Diabetes: Contemporary Understanding With Greater Emphasis on Excess Adiposity. *Diabetes Care*, dci230041.
- Saïdi, S. A., Al-Shaikh, T. M., & Hamden, K. (2024). Spirulina C-phycocyanin: extraction, purification, stabilization, and inhibitory potential of key enzymes rRelated to pancreas inflammation, carbohydrate digestion, and glucose metabolism.
- Scurt, F. G., Ganz, M. J., Herzog, C., Bose, K., Mertens, P. R., & Chatzikyrkou, C. (2024). Association of metabolic syndrome and chronic kidney disease. *Obesity Reviews*, 25(1), e13649.
- Seadlak, J., & Lindsay, R. H. (1968). *Analytical Biochemistry*. 192, Cited by Al-Zamyle, OM, Al-Nimer MS, Al-Muslih RK (2001). Detection the levelof peroxy nitrite and related with antioxidant satus in the serum of patients with acute myocardial ifraction. *Nation. J. Chem*, 4, 625–637.
- Sebastian, M. (2009). Renal toxicity. In *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents* (pp. 561–574). Elsevier.
- Shehzad, A., Ha, T., Subhan, F., & Lee, Y. S. (2011). New mechanisms and the anti-inflammatory role of curcumin in obesity and obesity-related metabolic diseases. *European Journal of Nutrition*, 50, 151–161.
- Shi, Y.-Q., Zhu, X.-T., Zhang, S.-N., Ma, Y.-F., Han, Y.-H., & Zhang, Y.-H. (2023). Premature ovarian insufficiency: a review on the role of oxidative stress and the application of antioxidants. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1172481.
- Sibiya, T., Ghazi, T., & Chuturgoon, A. (2022). The Potential of *Spirulina platensis* to Ameliorate the Adverse Effects of Highly Active Antiretroviral Therapy (HAART). *Nutrients* 2022, 14, 3076. s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published....
- Singh, A., Gupta, A., & Sharma, S. (2021). Kidney beans: nutritional properties, biofunctional components, and health benefits. *Handbook of cereals, pulses, roots, and tubers Press*

- Singh, C., Singh, R., & Shekhar, A. (2024). Oxidative Stress in Cadmium Toxicity in Animals and Its Amelioration. In *Cadmium Toxicity Mitigation* (pp. 391–411). Springer.
- Singh, P., Li, F. J., Dsouza, K., Stephens, C. T., Zheng, H., Kumar, A., Dransfield, M. T., & Antony, V. B. (2024). Low dose cadmium exposure regulates miR-381–ANO1 interaction in airway epithelial cells. *Scientific Reports*, 14(1), 246.
- Singla, D., Malik, T., Singh, A., Thakur, S., & Kumar, P. (2024). Advances in understanding wheat-related disorders: A comprehensive review on gluten-free products with emphasis on wheat allergy, celiac and non-celiac gluten sensitivity. *Food Chemistry Advances*, 4, 100627.
- Skoryk, O. D., & Horila, M. V. (2023). Oxidative stress and disruption of the antioxidant defense system as triggers of diseases. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(4), 665–672.
- Sokary, S., Bawadi, H., Zakaria, Z. Z., & Al-Asmakh, M. (2024). The Effects of Spirulina Supplementation on Cardiometabolic Risk Factors: A Narrative Review. *Journal of Dietary Supplements*, 1–16.
- Sonawane, T. N., Khairnar, V. S., & Chaudhari, R. R. (2023). A Review Article on ‘Spirulina’.
- Soud, G., Souayed, N., Yaktiti, F., & Maaroufi, K. (2013). Effect of acute cadmium exposure on metal accumulation and oxidative stress biomarkers of *Sparus aurata*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 89, 1–7.
- Srivastava, S., Rahman, M. A., & Sundaram, S. (2024). Immunomodulatory Effects of Edible Microalgae. In *Immune-Boosting Nutraceuticals for Better Human Health* (pp. 259–288). Apple Academic Press.
- Stannard, L. M., Doherty, A., Chapman, K. E., Doak, S. H., & Jenkins, G. J. (2024). Multi-endpoint analysis of cadmium chloride-induced genotoxicity shows role for reactive oxygen species and p53 activation in DNA damage induction, cell cycle irregularities, and cell size aberrations. *Mutagenesis*, 39(1), 13–23.
- Staruschenko, A. (2012). Regulation of transport in the connecting tubule and cortical collecting duct. *Comprehensive Physiology*, 2, 1541.
- Stewardson, C.L.; Hemsly, S.; Meyer, M.A.; canfield, P. J. and Maindonald, J.H.(1999). Gross and Microscopic visero anatomy of

- the male cape fur seal, *Arctocephalus pusillus pusillus* (Pinnipedia; Otariidae), with reference to organ size and growth. *J. Anat.*, 195(2): 235-255
- Sunder, S., Gupta, A., Singla, M., Ruhail, R., & Kataria, R. (2024). Metal (loid) s Toxicity and Bacteria Mediated Bioremediation. In *Bioremediation for Sustainable Environmental Cleanup* (pp. 167–186). CRC Press.
- Surh, Y.-J. (2003). Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. *Nature Reviews Cancer*, 3(10), 768–780.
- Suryadinata, R. V., Prawitasari, D. S., & Rochim, I. P. (2021). The Efficacy of Flavonoid in Red Mulberry on Reducing Free Radicals and Alveolar Macrophages Due to Cigarette Smoke Exposure in Wistar Rats. *Media Gizi Mikro Indonesia (Indonesian Journal of Micronutrient)*, 12(2), 85–92.
- Tanner, G. A. (2009). Kidney function. *Medical Physiology-Principles for Clinical Medicine*. 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 391–418.
- Temirovich, A. M., Ugli, K. Y. E., Akbarjon, F., & Khumoyun, b. (2023). Crf and ckd: modern approaches to terminology, classification, diagnosis and treatment. *Research focus*, 2(1), 79–90.
- Topinka, J., Milcova, A., Schmuczerova, J., Mazac, M., Pechout, M., & Vojtisek-Lom, M. (2012). Genotoxic potential of organic extracts from particle emissions of diesel and rapeseed oil powered engines. *Toxicology Letters*, 212(1), 11–17.
- Toyub, M. A., Miah, M. I., Habib, M. A. B., & Rahman, M. M. (2008). Growth performance and nutritional value of *Scenedesmus obliquus* cultured in different concentrations of sweetmeat factory waste media. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 37(1), 86–93.
- Trivedi, N., Mondal, A. S., Sharma, R., Prajapati, N., & Mone, D. (2024). Nutraceutical Potential of Marine Macroalgae. In *Algal Farming Systems* (pp. 229–286). Apple Academic Press.
- Verma, N., & Sharma, A. (2024). Biological Interventions in Bioremediation of Cadmium Poisoning. In *Cadmium Toxicity Mitigation* (pp. 121–145). Springer.

- Wang, L., Pan, B., Sheng, J., Xu, J., & Hu, Q. (2007). Antioxidant activity of *Spirulina platensis* extracts by supercritical carbon dioxide extraction. *Food Chemistry*, 105(1), 36–41.
- Wang, Y. Y., Xu, B. L., Dong, C. M., & Sun, Y. Y. (2023). The nutritional value of *Spirulina* and Utilization Research. *Life Res*, 6(3), 15.
- Wang, Y., Wang, D., Hao, H., Cui, J., Huang, L., & Liang, Q. (2024). The association between cadmium exposure and the risk of chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 133828.
- Wanjari, H. V, & Dabhade, D. S. (2015). Lonar Crater Lake of India: An Abundant Source of Highaly Economic Important *Spirulina*. ICSTS (2015) International Journal Of Researches in Biosciences, Agricultuer and Technology. Vishvashanti Multipurpose Society, Publication IJRBAT, 2(3), 241–249.
- Wu, A. H. B. (2006). *Tietz clinical guide to laboratory tests-E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Wu, S., Yue, P., Ma, Y., Zou, Y., Liang, W., & Ye, Q. (2023). Hemoperfusion Adsorbents for Removal of Common Toxins in Liver and Kidney Failure: Recent Progress, Challenges, and Prospects. *Advanced Materials*, 2305152.
- Xu, M., Wang, R., Fan, H., & Ni, Z. (2024). Nobiletin ameliorates streptozotocin-cadmium-induced diabetic nephropathy via NF- κ B signalling pathway in rats. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 130(1), 29–37.
- Yamgar, P. V, & Dhamak, V. M. (2022). Therapeutics role of *spirulina platensis* in disease prevention and treatment. *Int. J. Compr. Adv. Pharmacol*, 7, 30–39.
- Yan, L.-J., & Allen, D. C. (2021). Cadmium-induced kidney injury: Oxidative damage as a unifying mechanism. *Biomolecules*, 11(11), 1575.
- Yousefi, R., Mottaghi, A., & Saidpour, A. (2018). *Spirulina platensis* effectively ameliorates anthropometric measurements and obesity-related metabolic disorders in obese or overweight healthy individuals: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 40, 106–112.

- Yulin, X. U., Xiaofei, L. U., Guijin, S. U., Xing, C., Jing, M., Qianqian, L. I., Chenxi, W., & Bin, S. H. I. (2023). Scientific and regulatory challenges of environmentally persistent free radicals: From formation theory to risk prevention strategies. *Journal of Hazardous Materials*, 131674.
- Yüzbaşıoğlu, Y., Hazar, M., Aydın Dilsiz, S., Yücel, C., Bulut, M., Cetinkaya, S., Erdem, O., & Basaran, N. (2024). Biomonitoring of Oxidative-Stress-Related Genotoxic Damage in Patients with End-Stage Renal Disease. *Toxics*, 12(1), 69.
- Zahan, N., Hossain, M. A., Islam, M. R., Saha, J., Akter, T., Fatema, U. K., & Haque, F. (2024). Effects of dietary *Spirulina platensis* on growth performance, body composition, haematology, immune response, and gut microflora of stinging catfish *Heteropneustes fossilis*. *Aquaculture Reports*, 35, 101997.
- Zelege, T. K., Kemal, L. K., Mehari, E. A., Sema, F. D., Seid, A. M., Mekonnen, G. A., & Abebe, R. B. (2024). Nephrotoxic drug burden and predictors of exposure among patients with renal impairment in Ethiopia: A multi-center study. *Heliyon*, 10(2).
- Zhong, J., Kirabo, A., Yang, H.-C., Fogo, A. B., Shelton, E. L., & Kon, V. (2023). Intestinal lymphatic dysfunction in kidney disease. *Circulation Research*, 132(9), 1226–1245.
- Zhou, Y., & HU, Y. (2006). MA Z. *Animals Study on Spirulina as an Adjuvant Blood Lipid Lowering and Immune Function Enhancing Agent [J]. Practical Preventive Medicine*, 2, 33.
- Zhuo, J. L., & Li, X. C. (2013). Proximal nephron. *Comprehensive Physiology*, 3(3), 1079.
- Zuhra, N. (2024). Human Health Effects of Chronic Cadmium Exposure. In *Cadmium Toxicity Mitigation* (pp. 65–102). Springer.
- Zuhra, N., Akhtar, T., Yasin, R., Ghafoor, I., Asad, M., Qadeer, A., & Javed, S. (2024). Human Health Effects of Chronic Cadmium Exposure. In *Cadmium Toxicity Mitigation* (pp. 65–102). Springer.

Abstract

Abstract

Abstract

Current feasibility study to determine the preventive role of spirulina algae powder (*spirulina platensis*) Against oxidative stress induced by exposure to cadmium chloride powder CDCL₂ in laboratory albino rats type (*Rattus norvegicus*) The current study was conducted for the period from May (2023) Until April (2024) At the University of Karbala / College of Education for Pure Sciences / Department of Life Sciences / Graduate Studies Laboratory (24) adult male white rats were used in this experiment, their weights ranged between(190-230) Gram and her ages between (9-12) A week, divided regularly into four groups (6 animals per group) The first group (G1) was considered a negative control group where water was given, The feed was given freely, and the second group (G2) was a positive control group dosed with aqueous solution of chloride Cadmium at a dose of 1 gm/kg of body weight, the third group (G3) was dosed with Spirulina algae powder only at a dose of 177 mg/kg of body weight and the fourth group (G4) was considered a preventive group where it was dosed with Spirulina algae powder and after three hours, it was given a solution of cadmium chloride. After the end of the experimental period of (30 days), the animals were anesthetized with chloroform and blood was drawn directly from the heart and the serum was separated by a centrifuge at a speed of (3000) cycles for (15) minutes and some physiological parameters were measured which included:

Liver enzyme levels Aspartate transaminase (AST), Alanintransaminase (ALT), Alkalinephosphatase(ALP), Blood levels of urea, creatinine, and electrolytes such as calcium and sodium Na and potassium K, along with some oxidation enzymes, Superoxidedismutase(SOD) and Catalase activity

Abstract
(CAT) and Glutathione activity(GSH) Fat parameters were also measured, namely: Total cholesterol (TC), High density lipoprotein (HDL), Low density lipoprotein (LDL), After drawing blood, the animals were dissected and the kidney was removed and preserved in a 10% formalin solution to study the tissue changes. The results of the current study proved that oral administration of cadmium chloride solution for (30), The results of the (G2) group showed a significant increase at the level ($P > 0.01$) in the concentration of liver enzymes (ALP, ALT, (AST) as well as urea, creatinine and blood electrolytes (K.Ca, Na) and in the same direction for the concentration of fats (LDL.HDL, TC). While a decrease was observed in the concentration of (GSH), (CAT) and (SOD) when compared to the negative control group (G1). The results of the current study showed There was no significant difference at the level ($P > 0.05$) in the concentration of liver enzymes, kidney parameters and fats when comparing the negative control group G1 and the group dosed with Spirulina algae powder (G3), in addition to a significant increase at the level ($P > 0.05$) in the concentration of oxidation enzymes (SOD, CAT, GSH) in the above groups. As for the preventive role, the results of the current study showed that dosing the animals with Spirulina algae powder for a period of three hours before giving the animals the aqueous solution of cadmium chloride contributed to changing the aforementioned results by reducing the toxic effect of the cadmium chloride solution, as a significant decrease was observed at the level ($P > 0.05$) in the concentration of enzymes, fats, and kidney parameters when comparing the positive control group (G2) and the preventive group (G4), as the antioxidant enzymes (GSH, SOD, CAT) increased in the above groups, noting that all of these parameters in the preventive group (G4) did not return to the normal level in the group (G1). Negative control. results of the current study showed that the kidney tissue consists of an external area called the cortex, and to the inside there is an internal area called the medulla, which is surrounded from the outside by a

Abstract
capsule composed of connective tissue called the renal capsule. The cortex
area contains renal corpuscles, proximal convoluted tubules, and distal
convoluted tubules, in addition to extensions of the medullary or cortical rays.
As for the medulla, it contains cone-shaped structures called medullary
pyramids, whose base is adjacent to the cortex and whose tops protrude into
the renal pelvis (the dilated beginning of the ureter) We conclude from the
current study that the dose of Spirulina algae powder at a concentration of 177
g/kg of body weight contributed to reducing the level of oxidative stress that
the body was exposed to from giving cadmium chloride solution, and thus the
algae powder can be relied upon to raise the oxidative stress that the living
organism was exposed to

.



University of Kerbala

College of Education for Pure Sciences

Department of Biology

**Evaluation of the therapeutic role of Spirulina algae
in suppressing cadmium chloride-induced oxidative
stress in laboratory rats**

A Thesis

**submitted to the Council of the College of Education for Pure
Sciences / University of Kerbala as part of the requirements for
obtaining a master's degree in Biology**

Mayas Kamal Saleh Mahdi

(B.Edu.Sc., University of kerbala,2012)

Supervised by

Prof. Dr. Naseer Mirza Hamza

1446 AH

2024 AD