جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم فيزياء

(فيزياء البلازما الباردة وتطبيقاتها الطبيه)

Cold plasma physics and its medical applications

بحث مقدم الى مجلس قسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة هو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بحث تقدم به الطالبة

الاء تكليف جفات عريان

بأشراف

أ.د. بهاء حسين صالح

1444هـ 2023م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَى إِلَيْكَ وَحْيُهُ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا)

صدق الله العلي العظيم

سورة طه اية (١١٤)

الاهداء

إلى بقية الله التي لا تخلو من العترة الهادية إلى المعد لقطع دابر الظلمة إلى المرتجى لإزالة الجور والعدوان إلى باب الله الذي منه يؤتى. أمام زماننا المهدي المنتظر(ع).

الى من حصد الأشواك عن دربي وصاغ من الأيام سلالم للعلى لأرتقي بها في درج الحياة إلى من تربيت على يديه الى من لن ينفصل اسمي عن اسمة. والدي الحبيب.

الى من تنير ظلمة حياتي وتذكرني بالدعاء في ليلها ونهارها تلك التي تستقبلني بابتسامة و تودعني بدعوة ولا أجد لها كلمات توفيها حقها. والدتي الحبيبة.

الى من هم ملاذي إذ جار الزمن إلى من هم سندي ورفقاء دربي الى من هم اقرب من روحي. اخوتي.

الى صديقي الذي لم تلده لي امي وولدتة لي الايام الى من هو عوني في الضيق. صديقي.

الشكر والتقدير

من باب أنه لا يشكر الله من لا يشكر الناس، ولأنكم تستحقون منا الشكر والثناء، شكراً لمن كان لهم السبق في ركب العلم والتعليم

الى جميع دكاترتنا الأفاضل وبالأخص دكتور

((بهاء حسين صالح))

كما أقدم شكري الى من ساندني على طوال مسيرتي الدراسية

(ابي وأمي واخوتي وصديقي)

محتويات البحث

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الايه	
	الاهداء	
	شكر وتقدير	
	المحتويات	
	الفصل الأول:فيزياء البلازما	
1-1	المقدمة	9
2-1	مفهوم البلازما	10
3-1	طرق توليد البلازما	11
4-1	خصائص البلازما	12
5-1	شروط تشكيل البلازما	13
6-1	استخدامات البلازما	14
7-1	البلازما في علوم الفلك	15
8-1	مفهوم البلازما الصناعية	16
9-1	انواع البلازما الصناعية	16
10-1	طرق توليد البلازما الصناعية	17
11-1	استخدامات البلازما الصناعية	18
12-1	تطبيقات التكنلوجية والصناعية	19
	الفصل الثاني :فيزياء البلازما الباردة وتطبيقاتها الطبيه	
1-2	البلازما الباردة	21
2-2	طرق توليد البلازما الباردة	21

3-2	خصائص البلازما الباردة	22
4-2	استخدامات البلازما الباردة في الصناعة	23
5-2	في مجال طب الاسنان	24
6-2	في مجال معالجة السرطان	24
7-2	في مجال معالجة الامراض الجلدية والجروح	25
	الفصل الثالث	
1-3	المناقشه	28
2-3	الاستنتاجات	30
3-3	المصادر	32

الخلاصة

تطرقنا في هذا البحث ثلاث افصل حيث تحدثنا في الفصل الاول عن فيزياء البلازما العامة حيث ان مفهوم فيزياء البلازما هي غاز متأين جزئيا يتكون من حاملات الشحنة الحرة الالكترونات و الايونات بالإضافة الى الجسميات المتعادلة وعلى الرغم من ان هناك دائما درجة صغيرة من التأين في اي غاز لذا يمكن ان نعرف البلازما بشكل ادق على انها غاز شبة متعادل من الجسيمات المشحونة والمتعادلة التي تسلك سلوكا جماعيا (collective behavior) وكذلك تحدثنا في هذا الفصل عن طرق توليد البلازما وخصائص البلازما وشروط توليد البلازما واستخدامات البلازما والبلازما في علوم الفلك و وجود البلازما في الصناعة وكذلك عن انواع البلازما الصناعية وطرق توليد البلازما الصناعية اما تحدثنا في الفصل الثاني عن فيزياء البلازما الباردة وتطبيقاتها الطبية صنفت البلازما طبقا لدرجة الحرارة، منها البلازما الحرارية ذات درجات الحرارة العالية والنوع الآخر البلازما غير الحرارية ويمكن تسميتها أيضاً البلازما الباردة" والتي تكون فيها الأيونات والجسيمات المتعادلة بدرجة الحرارة نفسها بينما ترتفع درجة حرارة الالكترونات بشكل أكبر بكثير هناك

طرق توليد البلازما الباردة وكذلك تحدثنا عن خصائص البلازما و عن تطبيقاتها الطبية هي استخدامات البلازما الباردة في الطب وفي مجال طب الاسنان وفي معالجة السرطان وفي معالجة الامراض الجلدية و الجروح اما الفصل الثالث تحدثنا عن مناقشة البحث واستنتاجات البحث و المصادر

الـفـصل الأول

فـيـزيـا ء
الـبـلازمـا

Plasma physics

(1-1) المقدمة

البلازما هي ذات أصل أغريقي تعني لغويا المادة الجلاتينيه توجد المادة عادة بثلاث وهي الصلبة والسائلة والغازية وعن طريق احداث تغير في درجة الحرارة المادة يمكن أحداث تغير في حالة المادة عموما في جميع حالات المادة تكون ذرات وجزئيات المادة المتعادلة كهربائيا اي ان صافي الشحنة يساوي صفر وهذه الصفة تكون محققة حتى اثناء عملية تحول

المادة من حالة الى اخرى في الحالة البلازما فان خاصية التعادل الكهربائي لذرات وجزيئات المادة تختل وتربط مفهوم البلازما عادة بحالة التاين للمادة التي تشكل (99%) من المادة الكلية للكون لذا فأن حالة البلازما تشكل اكثر الحالات المادة شيوعا في الكون حيث ان الشمس والنجوم تعتبر كتل كبيرة من البلازما الساخنة وبعض الكواكب تشكل البلازما اغلب كوكب المشتري كتلة هائلة من البلازما حيث اننا نعيش ب 1٪ من الكون وهو الجزء الذي لايتكون فية حالة البلازما أن حالة البلازما تطلق الماده اثنا وجودها بدرجة عالية من التأين اي عندما تكون نسبة عالية من ذرات المادة موجودة بشكل ايونات موجبة مع الكترونات سالبة منفصلة عنها [1]

ان الصفة التي تتميز الحالات واحدة عن الأخرى وهي قوة وربط الأواصر بين الدقائق المكونة حيث تكون قوية في حالة الصلبة وضعيفة في الحالة السائلة وشبة معدومة تقريبا في حالة البلازما هو تحول غير طوري [2]

ان عملية التحول تم عن طريق اكساب الغاز طاقة (عن طريق تسخينه أو عن طريق امرار التيار الكهربائي مرتفع أو ضوء ليزر كثيف من خلالة) حيث ان بعض لذرات تكتب طاقة كافية لتحرير الكترون سالب

الشحنة ليصبح ذو شحنة كهربائية موجبة ان الذرة في حالتها المستقرة لاتصدر أي شعاع ولكن عند أثارتها تبقى في حالتها الأخيرة لمده 10-8sec يمكن ان تتحول الذرة الى أيون (ino) بالاقتلاع الكترون أو أكثر من الكتروناتها وبفقدان الذرة لجميع الكتروناتها فان تستطيع ان

تتحرك بحرية مع نوى الذرات دون أي ارتباط بها فعندهذه الحالة تكون المادة قد تحولت إلى بلازما [3]

في عام 1879 اكتشف العالم الانكليزي السير وليام كروكس البلازما عن طريق انبوب كروكس واطلق عليها انذلك المادة المشبعة ثم اكتشف العالم البريطاني جوزيف طوموس

خصائص وطبيعة البلازما عام 1897 يرجع الفضل في تسمية البلازما الى العالم ايرفينغ لا نعموير في عام 1928 لاعتقاده انها تشبه بلازما الدم على الارجح فاذا نستطيع القول ان البلازما بدأت منذ دراسة هي الاسس التي بنيت عليها معدات الكترونية عديدة ولكن الجزء المتأين من الغاز في هذه المعدات اقل من 1٪ فلم تكن هذا البلازما بالمعنى المفهوم اليوم مع تقدم الذي حدث في علوم الفكية وفي الفيزياء النظرية في الفترة الاولى من القرن العشرين امكن التحقق من ان معظم مادة الكون ومادة النجوم هي بلازما في حالة تأين كاملة فظهر نوع جديد من الفيزياء وهو فيزياءالبلازما وكانت الدراسة فية نظرية خاصة بمادة النجوم ذات درجة الحرارة العالية وذات الضغط العالية التي تتوازن مع قوى جاذبية النجوم [4]

(2-1) مفهوم البلازما

هي غاز متأين جزئيا يتكون من حاملات الشحنة الحرة الالكترونات و الايونات بالاضافة الى الجسميات المتعادلة وعلى الرغم من ان هناك دائما درجة صغيرة من التأين في اي غاز لذا يمكن ان نعرف البلازما بشكل ادق على انها غاز شبة متعادل من الجسمات المشحونة والمتعادلة التي تسلك سلوكا جماعيا (collective behavior) .

آن درجة حرارة الالكترونات تكون عادة أكبر من1084 k بينما درجة الحرارة من الجسمات المتعادلة و الايونات تعتمد بشكل كبير على نوع البلازما المنتجة اذا يمكن ان تتفاوت درجة حرارتها تقريبا من درجة حرارة الغرفة1087 k عادة مايكون لكل صنف من مكونات البلازما درجة الحرارة خاصة به أي ان الالكترونات درجه حرارة Te و الايونات الموجبة Tiوللجسيمات المتعادلة Tn لذلك يمكن القول ان البلازما هي المادة الوحيدة التي على درجات عدة في الوقت نفسة [5]

(3-1) طرق توليد البلازما

يمكن ان تتولد البلازما بطرق مختلفة و الطريقة الاكثر شيوعا لتوليد البلازما في التفريغ الكهربائي في الغازات المتعادلة ويتم ذلك بتسليط فرق جهد كهربائي عالي بين قطبين على غاز تحت ضغط معين مما يؤدي الى توليد تفريغ كهربائي بين الأنود والكاثود في الغاز كما يمكن انتاج البلازما مختبربا بواسطة تسخين غاز بضغط اقل من الضغط الجوي الاعتيادي للحد الذي تصبح فيه الطاقة الحركية لجزيئات هذا الغاز كافيه لاحداث عملية التاين من خلال عمليات التصادم الغير مرن فيما بينها [6]

هنالك اربع طرق لتوليد البلازما بتسليط المجال الكهربائي [7]

١-التفريغ بالتيار المستمر (Dc)

٢-التفريغ بالتيار المستمر النبضي (PDC)

٣-التفريغ بالموجات الراديوية (R.F)

٤-التفريغ بالموجات المايكروية microwaves

(4-1) خصائص البلازما

للبلازما الخصائص التالية:

يجب ان تكون الجسيمات المشحونة ذات الكثافة قريبة بدرجة كافية من بعظها حتى يتفاعل كل منها مع نظام كامل من الجسيمات المشحونة المتقاربة تعتبر حالة مرضية اذا كان عدد الجسيمات المشحونة في مجال التاثير

(المجال مع نصف قطر ديباي)كافيا لحدوث التأثيرات الجماعية (هذه المظاهر هي خاصية نموذجية للبلازما)رياضيا يمكن التعبير عن هذا الشرط على النحو التالي :

أولوية التفاعلات : الداخلية يجب ان يكون نصف قطر الغربلة Debye صغيرا مقارنة بالحجم المميز للبلازما يعني هذا المعيار ان التفاعلات التي تحدث داخل البلازما تكون اكثر اهمية مقارنة بالتأثيرات على سطحها والتي يمكن اهمالها اذا تم استيفاء هذا الشرط يمكن اعتبار البلازما شبة

الوقت بين تصادم الجسيمات طويلا مقارنة بفترة تذبذبات ناتجة من تأثير شحنة مجال

كهربائي ناشئ عن انتهاك شبه حيادية البلازما يسعى هذا المجال الى استعادة التوازن

المضطرب وبالعودة . الى وضع التوازن تمر الشحنة بهذا الموضع عن طريق القصور الذاتي مما يؤدي مرة اخرى الى ضهور مجال استعادة قوي تنشا تذبذبات ميكانيكية نموذجية عند استفيياء هذا الشرط تسود الخصائص الكهروديناميكية للبلازما على خصائص الحركية الجزئية في لغة الرياضيات [8]

(5-1) شروط تشكيل البلازما

ان البلازما هو غاز شبة متعادل بالنسبة للجسمات المتعادلة والمشحونة و التي تظهر بسلوك جماعي و شبة متعادل يعني ان عدد الايونات و الالكترونات متساوية تقريبا غير أن القوى الالكترونية المغناطيسية تبقى خارج او ليس من الظروري ان يكون كل غاز متأين هو بلازما الا بعد توفر الشروط الاتية [9]

١-ان يكون طول ديباي صغيرا جدا عند مقارنة بطول المنظومة اي9-2>D ان يكون عدد الجسمات في كرة ديباي اكبر بكثير من الواحد

N_D : هي كرة ديباي التي يكون نصف قطرها مساويا الى طول ديباي و التي تحجب المجالات الالكترونية التي تنشأ خارجها وعن الجسيمات و يمكن حسابها من العلاقة الاتية

$$N_D = \left(\frac{3}{4}\right)^N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(١\text{-}١) .$$

٢-ان يكون تردد البلازما اكبر من تردد التصادمات بين الالكترونات و الدقائق المتعادلة

$$W_P = \left[\frac{n^2 ee}{m_0}\right]^{1/2} \quad red/\sec \ldots\ldots.(1-2)$$

ولكي تحقق حالة البلازما يجب ان يكون :

L : زمن تصادم الجسيمات البلازما

$$W_{Pl} > 1$$

وهذا يعني ان تردد البلازما المشحونة و المتعادلة اعلى من تردد التصادم و الذي يمنع اضمحلال السلوك الجماعي

(6-1) استخدامات البلازما

١-الاندماج النووي :

هو العملية التي يتم فيها صهر نواتي ذرتين معا لانتاج نوى جديدة و تحرر بذلك طاقة كبيرة جدا ومن شروط تكون البلازما هو ان تكون درجة الحرارة مرتفعة للغاية حوالي 10 ملايين و درجة الحرارة المرتفعة هذه كفيلة بنقل المادة الى حالة البلازما

٢-صناعة الدارات الالكترونية :

في هذه الصناعة تستخدم البلازما ذات درجه حرارة المختلفة فالدارات الكهربائية التي تدخل في صناعة الاجهزة الالكترونية تحتوي عشرات الآلاف وفي بعض الحالات الملايين من الترانزستورات انصاف النواقل الصغيرة جدا وعملية التصنيع هذه تتم عن طريق البلازما التي تنحت الدارات الكهربائية على شريحة السيلكون

٣-المحافظة على نظافة المدرسة

وهي احدى التقنيات الحديثة التي تعمل بها الدول المتقدمة فتحول الغازات السامة التي تطلقها المصانع مثل احادي اوكسيد الكبريت الى الماده الغير سامة عن طريق جهاز يوضع في متصف المدخنة يقوم بتأين (تحويل العناصر الى ايونات) هذه المركبات الى عناصرها الاساسية عن طريق اطلاق حزمة من الالكترونات ذات الطاقة العالية [10]

تشمل استخدامات البلازما تعقيم الادوات الطبية في المشافي والعيادات كما ان تعتبر مصدر ضوء الاساسي لاضاءة في عدة أنواع من المصابيح و تستخدم ايضا في معالجة الغاز المسال و النفايات الأخرى [11]

(7-1)البلازما في علوم الفلك

تعتبر البلازما اكثر اطوار المادة العادية شيوعا في الكون سواء بالكتلة او بالحجم فوق سطح الارض يعتبر الديونوسفير مكونا من البلازما ويحتوي الماغنيتوسفير على البلازما وخلال النظام الشمسي يحتوي الفضاء بين الكوكب على البلازما المقذوفة عبر الرياح الشمسية ممتدة من سطح الشمس حتى منطقة التوقف الشمسي ترصد البلازما الفيزيائية الفلكية ايضا في القرص المزود حول النجوم أو الاجسام الممحمتة مثل الاقزام البيضاء أو النجم النيوتروني أو الثقوب السوداء بالقرب من نظم النجوم الثنائية ترتبط البلازما بقذف المواد في التدفق المادي الفلكي ،

والذي رصد ببناء الثقوب السوداء أو في المجرات النشطة مثلm 875 و التي تمتد بنحو 5 الآلاف سنة ضوئية يمكن للبلازما في النجوم أن تولد مجالا مغناطيسيا و يمكنها ان تتفاعل مع او معه منتجا عددا من الظواهر الفيزيائية الفلكية المختلفة يمكن لتلك الظواهر ان تلاحظ في الطيف بسبب تأثير زيمان تتأثر بعض الاشكال الأخرى من البلازما الفيزيائية الفلكية بالمجالات المغناطيسية الضعيفة الموجودة بالفعل وتتحد التفاعلات مباشره عن طريق قياس الاستقطاب او بطرق اخرى غير مباشرة و بالتحديد تكون البلازما المبعثرة كلا من الوسط

تدرس البلازما الفيزيائية الفلكية بعدة طرق أخرى، حيث إنها تبعث اشعاعا كهرومغناطيسيا عبر مدى واسع من الطيف الكهرومغناطيسي. تشع الالكترونات في البلازما الأشعة السينية بإستمرار، لأن البلازما الفيزيائية الفلكية ساخنة في العموم، يحدث ذلك خلال عملية

تعرف باسم عملية الكبح. يمكن ملاحظة ذلك الإشعاع بواسطة تليسكوبات الأشعة السينية الموجودة في الغلاف الجوي العلوي او في الفضاء. تبعث البلازما الفيزيائية الفلكية موجات الراديو واشعة كاما أيضا.[13]

(1-8) مفهوم البلازما الصناعية

يتم إنتاج معظم البلازما الصناعية عن طريق استخدام المجالات الكهربائية و المغناطيسية من خلال الغاز يمكن تصنيف البلازما المتولدة في المختبر والاستخدام الصناعي بشكل عام من خلال نوع مصدر الطاقة المستخدم لتوليد البلازما DC ,AC عادة مع موجة تردد الراديو الترددات اللاسلكية و الميكرويف الضغط الذي تعمل به. ضغط الفراغ(palo>) (mTorr or) الضغط المعتدل(1 pa100او Torr =1)،،الضغط الجوي (kpa100 أو Torr760)

درجة التأين داخل البلازما تأين كلي أو جزئي أو ضعيف علاقات درجة الحرارة داخل البلازما _ البلازما الحرارية(T_e=T_i=T)(غاز)بلازما غير حرارية أو باردة

(T_1 = T = T e 99) (غاز)

تكوين القطب المستخدم لتوليد البلازما مغنطة الجسيمات داخل البلازما ممغنطة كل من الايونات و الالكترونات محاصرة مدارات لا مور بواسطة المجال المغناطيسي ممغنط جزئيا الالكترونات وليس الايونات محاصرة بالمجال المغناطيسي، غير ممغنط (المجال المغناطيسي أضعف من إن يحبس الجسيمات في المدارات ولكنه قد يولد قوة لورنتز [14]

(1-9) :- انواع البلازما الصناعية

هنالك عدة أنواع من البلازما الصناعية نذكر منها : -

١ _ بلازما تفريغ متوهج :- بلازما غير حرارية تتولد بتطبيقات من التيار الكهربائي المستمر أو تردد منخفض لموجات المجال المغناطيسي للفراغ ما بين قطبين معدنيين

((اقل من kH100)). وأشهر تطبيق لذلك هو إضاءة الفلورينست [15]

٢ _ بلازما التقارن بالسعة :- شبيهة لما قبلها، لكنها تحتاج إلى مجال كهربائي ذو تردد موجات عالي حوالي (KH13.56)

وهذه تختلف عن التفريغ المتوهج، ذلك أن الاغلفة أقل كثافة بكثير.

وهذه التطبيقات تستخدم بشكل شائع في الصناعات الدقيقة وصناعة الدوائر المتكاملة لعمل النقش البلازمي و الترسيب الكيميائي للبخار المدعم بالبلازما. [16]

٣-بلازما التقارن بالحث : - مشابهة للتقارن بالسعة و مشابهة من حيث التطبيقات، ولكن قطبها يحتوي على ملف يغطي منطقة التفريغ مما يثير البلازما بالبحث [17]

٤ بلازما الموجات المسخنة : - مشابهة للتقارن بالحث والسعة من حيث الترددات، ولكن الموجات تسخن بواسطة كلا الوسيلتين : الكهروستاتيكية و الكهرومغناطيسية. وهي تحتاج إلى مجال مغناطيسي متحد المحور لنشر الموجات، [18]

(1-10) :- طرق توليد البلازما الصناعية

تحركت الجهود العالمية في الستينات لدراسة المحولات الهيدروديناميكية المغناطيسية من أجل جلب المولدات الهيدروديناميكية المغناطيسية إلى السوق بنوع جديد

من المصانع القوية تجاريا، محولة الطاقة الحركية بالسرعات العالية للبلازما إلى كهرباء بلا أجزاء متحركة، بكفاءة عالية أجريت الأبحاث العلمية في مجال الديناميكيا الهوائية ذات السرعة الفائقة وذات السرعة القصوى لدراسة تفاعل البلازما مع المجال المغناطيسي لتحقيق تحكم بالتدفق السلبي والنشط أيضا حول المركبات أو المقذوفات من أجل التليين والتخفيف من الموجة الصادمة والانتقال الحراري المنخفض وتقليل مقاومة المائع. [19]

هناك عدة طرق لتوليد البلازما، لكن هناك مبدأ واحد ثابت بهم جميعا :- لابد ان يكون هناك مدخلات من الطاقة لانتاجها والحفاظ عليها. وفي هذه الحالة، تولد البلازما عندما يطبق تيار كهربائي عبر سائل أو غاز عازل ((أي مادة عازلة للتوصيل الكهربائي والتي تظهر أنبوب التفريغ كمثال بسيط)) يستخدم التيار المستمر للتوضيح. [20]

يسحب فرق الجهد الكهربائي والمجال الكهربائي المولد عنه

الالكترونات السالبة نحو الأنود القطب الموجب بينما يسحب الكاثود القطب السالب النواة، وكلما ازداد الجهد الكهربائي، فإن التيار يضغط على المادة بالاستقطاب الكهربائي بصورة تتجاوز حدودها العازلة إلى مرحلة من الانحلال الكهربائي، الشرارة الكهربائية حيث تتحول المادة من كونها عازلة إلى موصلة لأنها تصير متاينة شيئا فشيئا تسمى تلك العملية تفريخ تاونسند، حيث يخلق التصادم بين الالكترونات وذرات الغاز المتعادل المزيد من الأيونات و الالكترونات أول تأثيرات الالكترون على الذرة ينتج ايونا واحدا والكترونيين وبالتالي، يزداد عدد الجسيمات المشحونة سريعا بالملايين فقط بعد نحو 20 جولة متتالية من التصادم بسبب حفر المسار الحر المتوسط المسافة المتوسطة للسفر بين التصادمات،[21]

(1-11) :- استخدامات البلازما الصناعية

بلازما تصدر عن أجهزة صناعية :-

١ شاشات البلازما .

٢ _ مصابيح التألق (الفلوريس ذات الطاقة الضعيفة)

٣ _ عوادم الصواريخ.

٤ _ لحام القوس الكهربائي.

٥ مصابيح البلازما (كرة البلازما).

٦ _ لحفر رقائق الحاسوب لإنتاج أشباه الموصلات.[22]

(12-1) التطبيقات التكنولوجية والهندسية

مجال التقنيات العلمية لمواكبة حركة التطور السريع النمو الهائل للصناعات الإلكترونية الدقيقة وذلك لتجاوز محددات الحالة التقليدية ونتيجة البحث العلمي المستمر تمكن الباحثون الرواد ومنهم الباحثان Castaing & Broers في نهاية الستينات من استخدام البلازما في عمليات الحفر وأطلق عليها تسمية التفريز الأيوني Ion Milling ، هذا التطور حقق إمكانية التوسع في عمليات حفر المعادن واشباه الموصلات والعوازل لأغراض تطبيقية.[23]

وبذلك تم فتح آفاق واسعة للتطور في هذا المجال الحيوي، قام الباحثون بحفر رقائق السيلكون المختلفة الأنواع باستخدام عدة غازات منها

CIF3, CF3BR, SF6, CF4

ولم يقتصر العمل على حفر السيلكون فقط بل تعدى الأمر إلى حفر الألمنيوم، التيتانيوم، الجرمانيوم، والتنكستن. تشكل البلازما نسبة كبيرة من الكون الذي نعيش فيه إلا إن توظيف ذلك في مجال الصناعات الحيوية بدأ متأخرا علما ان الربع الأول من القرن الماضي شهد ظهور مفهوم البلازما والاهتمام بها على يد الباحثين Langmuir & Tonks بعد أن كان مفهوم الغاز المتأين هو السائد، استحوذت دراسة فيزياء البلازما على اهتمام العلماء و الباحثين لاغراض تعميق المفاهيم الفيزيائية ومن ثم توظيفها صناعيا لما تمتلكه من إمكانيات كافية يمكن الاستفادة منها في مجالات الصناعة.[24]

الفصل الثاني

فيزياء البلازما الباردة وتطبيقاتها الطبيه

Cold plasma physics and its medical applications

(2-1)البلازما الباردةcold plasma

صنفت البلازما طبقا لدرجة الحرارة، منها البلازما الحرارية ذات درجات الحرارة العالية والنوع الآخر البلازما غير الحرارية ويمكن تسميتها أيضاً البلازما الباردة" والتي تكون فيها الأيونات والجسيمات المتعادلة بدرجة الحرارة نفسها بينما ترتفع درجة حرارة الالكترونات بشكل أكبر بكثير، ان الاتجاهات الحديثة تركز على استخدام البلازما في تعليم المعدات الطلبية ومعالجة الانسجة الحية، حيث ان الهدف الرئيسي من معالجة الانسجة بالبلازما هي عملية جراحية لا تسبب أي ضرر وذات دقة عالية في ازالة المقاطع المرضية من الكائن الحي بأقل ضرر ممكن، فضلا عن ذلك تمتلك البلازما القدرة على قتل البكتريا بعنايـة وسرعة عالية مما يجعلها مناسبة لتعقيم الأدوات الجراحية والتطهير الموضعي للانسجة [25]

(2-2) طرق توليد البلازما الباردة

البلازما هي احدى الحالات الاساسية للمادة، في القضاء من المحتمل أن تكون البلازما هي الحالة الأكثر انتشارا للمادة ومع ذلك، فإن حدوثة الطبيعي على الأرض ليس شائعا. من ناحية أخرى تعد البلازما الصناعية جزءا من العديد من الاجهزة مثل اضاءة النيون أو لوحات عرض البلازما، في معظم هذه الحالات يتم استخدام البلازما غير الحرارية. يتم انشاء البلازما غير الحرارية (NTP) ' عن طريق التفريغ الكهربائي في غاز وعادة مايوصف بأنه غاز متابن جزئياً يحتوي على مجموعة من الجسيمات المشحونة والمحايدة، أثناء توليد البلازما يتم انتاج الالكترونات أولا، وترتفع كثافة الالكترون الى 3-16

ne=11-10 ويتم تسريعها في المجال الكهربائي في وسط غازي تعد كثافة الالكترون من أهم العوامل في أي بلازما، تسبب السرعة العالية والكثافة العالية للالكترونات عددا كبيرا من الاصطدامات بين الالكترونات، وكذلك بين الذرات والجزيئات، نتيجة لذلك، يمكن أن تحدث عمليات مختلفه مثل التأين والتفكك وربط الالكترون وإثارة الجسيمات وتصبح هذه التفاعلات

في النهاية كواشف في تفاعلات أخرى. لا تحتوي البلازما غير الحرارية على الايونات والجزيئات المثارة فحسب، بل تحتوي أيضاً على الفوتونات التي تنبعث من تفكك الجزيئات المثارة كهربائيا ومع ذلك فأن كمية الفوتونات منخفضة جدا بحيث لاتسمح بأجراء التحفيز الضوئي[26]

هناك العديد من التفاعلات الكيميائية في البلازما والتي تؤدي الى ظهور مجموعة واسعة من انواع الاوكسجين التفاعلي والنتروجين

O3,02,NO2,OH, N2O, NO, CO2,HNO3,HNO2

بنصف عمر مختلف، ينشأ تعقيد هذه التفاعلات الكيميائية بسبب وجود جزيئات احادية إلى متعددة الذرات في الغاز الذي تتولد منه البلازما، تستخدم العديد من اجهزه البلازما النيون او الارجون او النتروجين كغاز عامل، حيث يتم انشاء البلازما غير الحرارية (NTP) " على الرغم من ان هذه الغازات حاملة الا ان التفريغ الكهربائي يؤدي الى ظهور تفاعل من " Ne, Ar, N2" يمتلك التفاعل طاقة اثارة عالية وقد تلعب دورا مهما في العمليات الكيميائية او عمليات التأين بالبلازما، غازات أخرى مثلO2،الهواء، أو مزيج من الغازات تستخدم ايضاً لتوليد " البلازما غير الحرارية (NTP) " عند استخدام الهواء كغازعامل، او عند اضافة كمية صغيره من (0.2) الى غاز آخر (عادة بنسبه 2-0.2%)، يتم تكوين جسيمات تفاعلية أخرى مثل الاوزون او الاوكسجين المفرد، بالإضافة الى ذلك اضافه كميات الماء (H2O) الموجودة في العينة المعالجة (NTP) يزيد من انتاج (OH) الراديكالي، وهو صغيره من شديد التفاعل، يمكن أيضاً أن يتولد اكسيد النتروجين وأنواع أخرى من أكسيد النتروجين الأخرى في الهواء أو عندما يكون الهواء خليطا مع غاز العمل.[27]

(3-2) خصائص البلازما الباردة

تكون على الأغلب غير متجانسة (التركيز، درجة الحرارة، الاشعاع، المجال المغناطيسي) التركيب ولذلك فأن خواصها الفيزيائيه دوال الروابط المجالات أو الفضاءات.

٢ في أكثر الأحيان تكون متباينة الخواص "anisotropic' وهذا يعني أن خواص البلازما تعتمد على اتجاه (مثال على ذلك فان الموصلية الكهربائية قد تكون كمية متجهة).

٣-مبددة(dissipative) وهذا يعني أن الطاقة الميكانيكية أو الكهرومغناطيسية يمكن ان تتحول الى حرارة.

٤-موصلة كهربائية بحيث ان الفولتية تولد التيار الكهربائي وعندما يظهر حث فاراداي عند تحرك البلازما والاخذ بنظر الاعتبار المجال المغناطيسي الخارجي

٥- موصلة للحرارة بحيث يمكن نقل الحرارة من خلال بلازما الى جسم آخر.

٦ -لاخطية (nonlinear) وهذا يعني بأن موجتين تتفاعلان وبالصورة التي يمكن لها توليد الأضطراب وعدم الاستقرارية في تقاطع التضمين الموجات الكهرومغناطيسية.

٧ -ذات نفاذية مغناطيسية ضعيفة ولذلك فأن المجال المغناطيسي يضعف بوجود البلازما.

٨ - ناقلة الطاقة ويمكن تحويلها الى عدة اشكال كتوليد الطاقة الهيدروديناميكية.

٩-نادرا ماتكون في حالة توازن ترموديناميكي وعلية فهي لا تبعث اشعاع الجسم الاسود.[28]

(4-2) استخدامات البلازما الباردة في الطب

كانت القدرة على انتاج البلازما الباردة في ظروف الضغط الجوي هي الأساس للنمو السريع لمناطق التطبيق المتعلقة بالبلازما في الطب البشري تشمل البلازما على العديد من المكونات النشطة مثل الجسيمات المشحونة والتيار الكهربائي والاشعة فوق البنفسجية وأنواع أخرى من التفاعلية التي يمكن ان تصل بشكل تأزرى

يستخدم الغاز المؤين البلازما الباردة اللاستخدامات الطبية أو تطبيقات الأسنان، البلازما التي يطلق عليها غالبا الحالة الرابعة هي غاز مؤين يحتوي على أيونات موجبة ايونات سالبة ولكنها محايدة الشحنة بشكل عام، البلازما المستخدمة في الطب هي في الغالب بلازما ذات درجات حرارة منخفضة ومن الأنواع النشطة الناتجة عن البلازما مفيدة للعديد من التطبيقات الطبية مثل تعقيم الأدوات الجراحية بالإضافة الى تعديل خصائص سطح المواد الحيوية، ومن الممكن أن

تستخدم التطبيقات الحساسة للبلازما مثل تعريض جسم الانسان الأعضاء الداخلية للعلاج بالبلازما للأغراض الطبية.. [29]

(2-5) في مجال طب الاسنان

من المشاكل الرئيسية والطريقة المستعملة في الوقت الحاضر لتنظيف الاسنان هي تقنية الليزر والطريقة التقليدية الحفر الميكانيكي" حيث ان عملية التنظيف بالطريقين كلاهما فان المريض قد يعاني من الاهتزازات والتسخين اللذان يحدثان اثناء التنظيف لأنها يمكن أن تهيج العصب ويكون مؤلم جدأ المريض وبالتالي فان استعمال البلازما يمكن ان يمنع المريض من الألم وذلك لانها تظهر تعقم الفجوات في الاسنان بدون أن تحدث عملية تسخين للتجويف، والسبب يعود لنوع البلازما المستعملة اذ تستطيع المرور من الفتحات والفجوات الصغيرة غير المنتظمة بسهوله بسبب صغر حجمها. لذا فلا تسبب البلازما[30]

(2-6) في مجال معالجة السرطان

يمكن استخدام البلازما غير الحرارية في مجال معالجة السرطان كما نعلم في الوقت الحاضر هناك علاج واحد للسرطان اما كيمياوي او جراحي، تتم عملية المعالجة الكيميائية ضد السرطان عن طريق اتلاف نواة الخلايا في الجسم، وان عقاقير علاج السرطان تحقن بشكل مباشر في الجسم وستنتقل الى جسم الانسان جميعا لتتلف وتقتل الخلايا السرطانية التي تنتشر. ثبت أن هناك تأثيرات للبلازما مضادة للورم، بالإضافة إلى ذلك يعمل بشكل تكاثر على الخلايا الجذعية والخلايا المزروعة الأخرى، ومستوى اكاسيد النتريك المتزايدة للغاية لها تأثير مهم للغاية على هذا الانتشار، قد يكون لإستخدام البلازما الباردة تأثير مفيد على العلاج المناعي لمرضى

السرطان، التطورات الحديثة في علم الأورام قد تحسنت بشكل ملحوظ في معدلات بقاء السرطان، ومع ذلك فان طرق العلاج الشخصية ضرورية لأن الأورام قد تتصرف بشكل مختلف لدى المرضى، في السنوات الأخيرة أولى الباحثون في مجال السرطان اهتماما

كبيرا بقدرة البلازما الباردة على قتل الخلايا السرطانية، دون التسبب في تلف الانسجة المحيطة السليمة اثبتت هذه الخاصية في عدد من انواع السرطان المختلفة بما في ذلك سرطان الثدي والدماغ والعضام. وأوضحت الدراسة أن الخلايا السرطانية حساسة للغاية للاجهاد التأكسدي أن يتسبب في موت الخلايا السرطانية، من خلال توفير أنواع من الأوكسجين والنتروجين التفاعلي الخارجي من وسط تنشيط البلازما لهذه الخلايا[31]

(7-2) في مجال معالجة الأمراض الجلدية والجروح

تؤكد الامراض الجلدية والتئام الجروح التجارب الأولية انة يمكن قتل العوامل المعدية، دون ردود فعل سلبية على خلايا الجسم السليمة المحيطة. وعلاوة على ذلك فمن الممكن تحفيز الفسيولوجية والبيوكيميائية في الانسجة الحية، عن طريق العلاج بالبلازما في ظل ظروف خاصة، وهذا يفتح امكانية استخدام البلازما لدعم التئام الجروح، وكذلك لعلاج عديد من الأمراض الجلدية. لذلك يتم توجية تطبيق البحوث لتطوير المفهوم المتكامل لعلاج الجروح بالبلازما، التي تظم كلا من تنظيف الجروح السطحية والمطهرات، وتحفيز ترسيم الأنسجة في طبقات الانسجة العميقة قدرة البلازما لقتل خلايا البكتريا وتسريع تكاثر خلايا الانسجة السليمة معروفة بأسم البلازما القاتلة شفاء البلازما، وقد قاد العلماء التحقيق في استخدام البلازما الباردة لرعاية الجروح، الجروح المزمنة مثل فرح مرضى السكري التي لاتستجيب بشكل جيد لطرق العلاج التقليدية، تحدث عشرات الآلاف من عمليات البتر كل عام في الولايات المتحدة بسبب

الأساليب الطبية الحالية، التي ليست لها القدرة على شفاء هذه الأنواع من الجروح، وعلى الرغم من أن تكنولوجيا البلازما القائمة لرعاية الجروح لاتزال في مرحلة البحث والاختبارات الأولية، الا انها تظهر علامات من العلاقات الناجحة لبعض أنواع الجروح المزمنة [32]

الفصل الثالث

المناقشة والاستنتاجات

والمصادر

(3-1) المناقشه

ان فيزياء البلازما هي ذات أصل أغريقي تعني لغويا المادة الجلاتينيه توجد المادة عادة بثلاث وهي الصلبة السائلة والغازية وعن طريق احداث تغير في درجة الحرارة المادة يمكن أحداث تغير في حالة المادة عموما في جميع حالات المادة تكون ذرات وجزئيات المادة المتعادلة كهربائيا اي ان صافي الشحنة يساوي صفر وهذه الصفة تكون محققة حتى اثناء عملية تحول هنالك اربع طرق لتوليد البلازما بتسليط المجال الكهربائي التفريغ بالتيار المستمر التفريغ بالتيار المستمر النبضي التفريغ بالموجات الراديوية التفريغ بالموجات المايكروية

والبلازما هو غاز شبة متعادل بالنسبة للجسيمات المتعادلة و المشحونة وليس من الظروري ان يكون غاز متاين هو بلازما الا بعد توفر الشروط هناك عدة شروط نذكر احدى الشروط ان يكون طول ديباي صغيرا جدا عند مقارنة بطول المنظومة اي $D<2-9$ ان يكون عدد الجسمات في كرة ديباي اكبر بكثير من الواحد هناك ايضا عدة استخدامات البلازما هو الاندماج النووي صناعة الدارات الالكترونية و المحافظة على النظافة توجد البلازما ايضا في علوم الفلك حيث ترصد البلازما الفلكية في القرص المزود حول النجوم والاجسام الممحمتة مثل الاقزام البيضاء وغيرها بالقرب من نظم الشمسية الثنائية كذلك هناك بلازما صناعية يتم انتاج معظم البلازما الصناعية عن طريق استخدام المجالات الكهربائية هناك عدة انواع البلازما الصناعية بلازما تفريغ متوهج بلازما التقارن بالسعة البلازما التقارن بالحث بلازما الموجات المسخنة توجد ايضا طرق توليد البلازما الصناعية حيث مدخلات من الطاقة لانتاجها وهذا احدى الطرق حيث شاشات البلازما . ومصابيح التألق (الفلوريس ذات الطاقة الضعيفة) وعوادم الصواريخ. ولحام القوس الكهربائي. ومصابيح البلازما (كرة البلازما). ولحفر رقائق الحاسوب لإنتاج أشباه الموصلات كما ذكرنا هو استخدامات البلازما الصناعية مجال التقنيات العلمية لمواكبة حركة التطور السريع النمو الهائل للصناعات الإلكترونية الدقيقة وذلك لتجاوز محددات الحالة التقليدية ونتيجة البحث العلمي المستمر تمكن الباحثون الرواد ومنهم الباحثان Castaing & Broersفي نهاية الستينات من استخدام البلازما في عمليات الحفر وأطلق عليها تسمية التفريز الأيوني Ion Milling ، هذا التطور حقق إمكانية التوسع في عمليات حفر المعادن واشباه الموصلات والعوازل لأغراض تطبيقية .

حيث ان البلازما الباردة طبقا لدرجة حرارتها سميت بهذا الاسم وهناك بلازما حرارية وغيرها .....وهناك ايضا درسنا طرق توليد البلازما الباردة حيث ان توليد البلازما يتم انتاج الالكترونات اولا وهناك خصائص فيزيائية للبلازمة الباردة نذكر احدى الخواص هي موصلة للحرارة بحيث يمكن نقل الحرارة من خلال بلازما الى جسم آخر .حث تستخدم البلازما الباردة في الطب والطب الاسنان وكذلك في معالجة السرطان تطلق عادة البلازما الغير حرارية حيث تتم معالجة الكيميائية ضد السرطان عن طريق اتلاف نواة الخلايا في الجسم وكذلك يدخل في معالجة الامراض الجلدية و الجروح استخدام البلازما لدعم التئام الجروح، وكذلك لعلاج عديد من الأمراض الجلدية

(3-2) الاستنتاجات

١-ان البلازما هي غاز غير متاين جزئيا يتكون حاملات الشحنة الحرة للاكترونات و الايونات

٢-تولد البلازما بطرق مختلفة و الطرق الاكثر شيوعا لتوليد البلازما في التفريغ الكهربائي

٣- ان يكون طول ديباي صغيرا جدا عند مقارنة بطول المنظومة اي D<2-9 ان يكون عدد الجسمات في كرة ديباي اكبر بكثير من الواحد

٤- ومن شروط تكون البلازما هو ان تكون درجة الحرارة مرتفعة للغاية حوالي 10 ملايين و درجة الحرارة المرتفعة هذه كفيلة بنقل المادة الى حالة البلازما

٥- تستخدم البلازما ذات درجه حرارة المختلفة فالدارات الكهربائية التي تدخل في صناعة الاجهزة الالكترونية تحتوي عشرات الآلاف وفي بعض الحالات الملايين من الترانزستورات انصاف النواقل الصغيرة جدا وعملية التصنيع هذه تتم عن طريق البلازما التي تنحت الدارات الكهربائية على شريحة السيلكون

٦- تشمل استخدامات البلازما تعقيم الادوات الطبية في المشافي والعيادات كما ان تعتبر مصدر ضوء الاساسي لاضاءة في عدة أنواع من المصابيح و تستخدم ايضا في معالجة الغاز المسال و النفايات الأخرى

٧- من الظواهر الفيزيائية الفلكية المختلفة يمكن لتلك الظواهر ان تلاحظ في الطيف بسبب تأثير زيمان تتأثر بعض الاشكال الأخرى من البلازما الفيزيائية الفلكية بالمجالات المغناطيسية الضعيفة الموجودة بالفعل وتتحد التفاعلات مباشره عن طريق قياس الاستقطاب او بطرق اخرى غير مباشرة

٨- تشكل البلازما نسبة كبيرة من الكون الذي نعيش فيه إلا إن توظيف ذلك في مجال الصناعات الحيوية بدأ متأخرا علما ان الربع الأول من القرن الماضي شهد ظهور مفهوم البلازما والاهتمام بها على يد الباحثين Langmuir & Tonks بعد أن كان مفهوم الغاز المتأين هو السائد،

٩- البلازما هي احدى الحالات الاساسية للمادة، في القضاء من المحتمل أن تكون البلازما هي الحالة الأكثر انتشارا للمادة ومع ذلك، فإن حدوثة الطبيعي على الأرض ليس شائعا

١٠- عملية التنظيف بالطريقين كلاهما فان المريض قد يعاني من الاهتزازات والتسخين اللذان يحدثان اثناء التنظيف لأنها يمكن أن تهيج العصب ويكون مؤلم جداً المريض وبالتالي فان استعمال البلازما

١١- يمكن استخدام البلازما غير الحرارية في مجال معالجة السرطان كما نعلم في الوقت الحاضر هناك علاج واحد للسرطان اما كيمياوي او جراحي، تتم عملية المعالجة الكيميائية ضد السرطان عن طريق اتلاف نواة الخلايا في الجسم،

(3-3) المصادر

١-د.سلمان صالح الخضير ،فيزيا البلازما ، جامعة تشرين ٢٠٠٤-٢٠٠٥ ،ص٢١

٢_احمد صلاح عبد الحميد (١٩٩٩م) تأثير الجهد على مستوى الحرة وعلاقتها ببعض المتغيرات الفسيولوجية لدى الممارسين وغير الممارسين للنشاط رسال ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة ، جامعة حلوان ،ص٧٦

٣-بهاء الدين ابراهيم سلامة (١٩٩٤م) فسيولوجية بلازما دار الفكر العربي ، القاهرة ص٤٤

٤-Boninn,w. (2002), Mailers of cogulation,(7)fil rinolysis and angiogenesis after strenuous short_ Icrm exercise Intj sports mod<oat ٩_٤٩٥:(٧)٢٣

٥-Danna,S (2000), Boxing the compate guide to training and fitness Berkley publishing Group New york, U.S.A

٦-Dofadx,B.order ,v.&lessen,H.C 1991), Effect of a short Maximal Physical exercise on coagulation ,fil rinolysis and complement،

٧-s,sports Med -jun 1991:12 suppl :s38_82

٨- سحر محمد جوهر (٢٠٠٢م) تاثير برنامج مقترح لتنمية بعض العناصر ، مجلة علوم الرياضة ، المجلد الرابع عشر ،سبتمر ،كلية التربية الرياضية جامعة لمينا .ص١٧

٩-سعد كمال طة ١٩٩٥٨م) البلازما ومبادئ البيولوجي ،القاهرة مطبعة المعادي ص٦٦

١٠-الجيلاوي لقاء حسين (٢٠١٢م) بلازما بعض صبغات على سطح طين الكاؤولين العراقي الابيض ، اطروحة ماجستير ، جامعة الكوفة ، كلية تربية بنات ص ٦٣

١١-الحسيني هيفاء جاسم ،(٢٠١٦م٩ بلازما بعض صبغات على سطح اكاسيد الحديد ، جامعة الكوفة ، كلية التربية للبنات ص٣٣-٣٥

١٢-مورفيل ،جي اي ،ايفليت ،اليكسي ف(٢٠٠٩) البلازما المعقدة ، مجال بحثي متعدد التخصصات ، تقيمات الفيزياء الحديثة ،ص

١٣- سكران، صنمينكا ترامان، ب واوريفولي، اس ٢٠١١ بلازما صبغة الملكيت الخضراء بواسطة الكربون المنشط الحمضى الحركية، الديناميكيات الحرارية، ودراسات التوازن، هـ مجلة الكيمياء. ٨(١):٩_١٨

١٤- برنشتاين، بكالوريوس، (٢٠٠٢)،اداة تحديد نقطة التحكم الحرجة لتحليل المخاطر HACCP. مجلة الجمعية الأمريكية للتغذية، ١٠٤، ٤٣

١٥- ١٧_ أرين، اي، وافسين، ب (٢٠٠٧).دراسة بلازما صبغة اساسية من محلول مائي على اسطح سيبيولايت الخام والمعالجة. الاصباغ و الاصباغ ٧٣ :167١٦٢

١٦- حسن حسن، سينغ، ك، براكاش، يا، وطلعت م ٢٠٠٨ إزالة الكروم (١ ١١) من المحاليل المائية باستخدام عشاء الذرة، المخلفات الزراعية. مجلة المواد الخطرة. ١٥٢_٣٥٦_٣٦٥

١٧- لاخ، ج، اوكونيفسكا، اي، تكراج، اي و kacprzak. م (٢٠٠٨). بلازما (١١١) Cr و (crevl) على الكربون المنشط في وجود الفينول

١٨- الشمري، رفاه محمد، (٢٠٠٦)، دراسة ترموديناميكية لبلازما بعض الصبغات على بعض الأنسجة الصناعية و القطنية، اطروحة ماجستير، جامعة الكوفة، كلية التربية البنات. ص٦٦

١٩-عبد الخطيف .. ابراهيم ع. والقاضي (٢٠١٠)، توازن البلازما الحركية والديناميكا الحرارية للمتيلين الأريق من المحاليل المائية باستخدام مركب نشارة خشب البلوط الحيوي، مجلة العلوم الأمريكية، ٦)،(٦): ٢٦٧ _ ٢٨٣

٢٠-تشائع، وأي أ. سونغ، ام تي اتش اس (٢٠٠٢) أثر البلازما على خيوط شمسية على شكل حين وفتحة تم الت والفيزياء الفلكية. ٢٦ (٤) : ٤٤٢ _ ٤٥٠

٢١-شودري، ب شو ، جى كو ، (٢٠١٠) نظرية ونمذجة التنظيم الذاتي وانتشار مصفوفات البلازما الخيطية في انهيار الميكروويف عند الضغط الجوي وسائل المراجعة البدنية، من ١٠٤

٢٢-نشين، اس ال (٢٠٠٦) بعض المفاهيم الأساسية لتخطيط لبذر الفيمتوثانية. التقدم في

علوم الليزر فائق السرعة المكتف (بي دي اف pcdf) مجلة الجمعية الفيزيائية الكورية، سلسلة springer في الفيزياء الكيميائية، ص ٢٨١

٢٣-لقاء حسين، بلازما بعض الصبغات على سطح طين الكازولين العراقي الابيض، اطروحة ماجستير، جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات،(٢٠١٢) ص ٣٤

٢٤-chukhantsev, k. I Development of plasma. Generating Devices and History of plasma vtilization. In proceedings of the International student scientific con ference poster_ 22/18 pragua, czech Republic، ٢٠١٨

٢٥-Isbary, G: zimmermann, J. L: shimizu T Li. y F: Morfill, G. E: Thomas, H. M steffes, B: Heinlin: J Karrer: stolz W. Non_Themal plasma Mor than five years of clinical Experience. clin. plasma Med. ٢٣_٢٠١٣.١.١٩

٢٦-د. جمال جابر مصطفى، نبذه مختصرة عن فيزياء البلازما وتطبيقاتها، ٢٠١٢

٢٧-GE Morfill and J. L zimmer mann plasma heath care old problems, new solutions contributions to Plasma physics, vol. 52,no. p. 91.٧

٢٨-إرين، إي، وافسين، ب. دراسة بلازما (٢٠٠٧)

٢٩-M. Moreau, N. orange, and M. G. J. Feuilloley Non_thermal plasma tecnologies: new tools for bio_decont amin ation Biotechnology Advances, vol_26,no 2008,p. 17

٣٠--د. جمال جابر مصطفى، نبذه مختصرة عن فيزياء البلازما و تطبيقاتها، ٢٠١٢

٣١-د. جمال جابر مصطفى، نبذه مختصرة عن فيزياء البلازما و تطبيقاتها، ٢٠١٢

٣٢-د. جمال جابر مصطفى، نبده مختصرة عن فيزياء البلازما و تطبيقاتها، .. ٢٠١