



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل/كلية العلوم
قسم الكيمياء

تطوير طرائق طيفية وكهروكيميائية لتقدير المثل دوبا

والنيكلوساميد

سحر عبدالله فتحي عبدالله العزاوي

أطروحة دكتوراه

علوم الكيمياء / الكيمياء التحليلية

بإشراف

أ.د. عامر ذنون عبد الرحمن الطائي

أ.د. نبيل صبيح عثمان



الخلاصة

تتضمن الأطروحة أربعة فصول:

الفصل الأول: يتضمن مقدمة عامة عن المركبين الدوائيين اللذين تمت دراستهما وهما المثيل دوبا والنيكلوساميد و أهميتهما و استخداماتهما في علاج الأمراض وصفاتهما الفيزيائية والكيميائية فضلاً عن الطرائق التحليلية المختلفة المستخدمة في تقديرهما والهدف من البحث.

الفصل الثاني: يشتمل على الطرائق الطيفية المقترحة لتقدير المركب الدوائي المثيل دوبا ويتكون من خمسة أجزاء:

الجزء الأول: الطريقة الطيفية لتقدير المثيل دوبا بأكسدة المركب الدوائي قيد الدراسة واقتترانه مع الكاشف بارا- أمينو فينول باستخدام بيريديت البوتاسيوم بوصفه عاملاً مؤكسداً، إذ يتكون ناتج ملون ويكون الناتج مستقراً ويعطي أعلى امتصاص عند الطول الموجي ٥٨٦ نانوميتر باستخدام الماء مذيباً وبمدى خطي ١-٣٠ مايكروغرام / مللتر ومعامل امتصاص مولاري 0.8236×10^4 لتر. مول^{-١}. سم^{-١} وحد كشف ٠.١٠٨ مايكروغرام / مللتر في حين حصلنا على ازاحة حمراء باستخدام الميثانول مذيباً إذ أعطى أعلى امتصاص عند الطول الموجي 593 نانوميتر. طبق قانون بير ضمن المدى ١-١٧.٥ مايكروغرام / مللتر، ومعامل الامتصاص المولاري لناتج التفاعل كان 0.9694×10^4 لتر. مول^{-١}. سم^{-١}، وحد كشف LOD 0.262 مايكروغرام / مللتر وحد التقدير LOQ يساوي 0.874 مايكروغرام / مللتر. طُبقت الطريقة المقترحة بنجاح على المستحضرات الصيدلانية (الأقراص).

الجزء الثاني: التقدير الطيفي للمثيل دوبا بوساطة تفاعل الاقتران الأزوي مع الكاشف بارا- نايترؤ أنلين. إذ تعتمد الطريقة على أزوتة الكاشف بارا- نايترؤ أنيلين واقتترانه مع المثيل دوبا في وسط قاعدي من هيدروكسيد الصوديوم، إذ تتكون صبغة الأزو ولها أعلى امتصاص عند الطول الموجي ٦١٠ نانوميتر وبعد تثبيت الظروف المثلى كان مدى التركيز للمنحني القياسي ٢-١٧ مايكروغرام / مللتر ومعامل الامتصاص المولاري 0.7223×10^4 لتر. مول^{-١}. سم^{-١}، وكانت قيمة LOD تساوي ٠.٠٧٢٧ مايكروغرام / مللتر وقيمة LOQ تساوي ٠.٢٤٢ مايكروغرام / مللتر. طُبقت الطريقة بنجاح في تقدير المثيل دوبا في المستحضرات الصيدلانية (الأقراص).



الجزء الثالث: يتضمن طريقة طيفية مباشرة لتقدير المثل دوبا إذ أن مبدأ التفاعل هو نفسه المذكور في الجزء الثاني في تكوين الصبغة الأزوية تحت الظروف الفضلى المحددة مسبقا. تم أخذ الطيف له وتحديد طولين موجيين 596-622 نانومتر تقع قمة الذروة ضمنهم وسجلت المساحة بينهما. وكانت الاستجابة الخطية ضمن المدى ١-٢٠ مايكروغرام/ مللتر وكانت قيمة معامل الامتصاص المولاري للناتج 0.0574×10^4 لتر.مول^{-١}.سم^{-١}، طبقت الطريقة بنجاح في تقدير المثل دوبا في المستحضرات الصيدلانية (الأقراص) .

الجزء الرابع: اشتمل على طريقة طيفية مباشرة لتقدير المثل دوبا بتطبيق استخلاص نقطة الغيمة واستخدام عامل الشد السطحي TritonX-114 لصبغة الأزو المتكونة في الجزء الثاني وبإضافة عامل الشد السطحي TritonX-114 وتحت الظروف المثلى للطريقة تم الحصول على صبغة ذات امتصاص عالٍ واستقراره جيدة وأعلى امتصاص لها عند الطول الموجي ٦٣٥ نانومتر. كانت العلاقة بين التركيز والامتصاص خطية ضمن مدى التراكيز من ٠.٠٥ - ٢.٥ مايكروغرام/ مللتر وكان معامل الامتصاص المولاري للناتج 0.9198×10^5 لتر.مول^{-١}.سم^{-١}، طبقت الطريقة المقترحة بنجاح في تقدير المثل دوبا في المستحضرات الصيدلانية (الأقراص).

الجزء الخامس: يشتمل على طريقة طيفية غير مباشرة لتقدير المثل دوبا بتفاعل الأكسدة والاختزال واستخدام الكاشف 7,4- ثنائي فينيل -١٠,١- فينانثرولين. إذ تعتمد الطريقة على أكسدة المثل دوبا واختزال الحديد الثلاثي والحديد الناتج يتفاعل مع الكاشف 7,4- ثنائي فينيل -١٠,١- فينانثرولين إذ يتكون ناتج أحمر اللون , الطول الموجي الأقصى له ٥٣٣ نانومتر وبعد تثبيت الظروف المثلى كان مدى التركيز للمنحني القياسي ٠.٢٥-٢.٥ مايكروغرام/ مللتر وكان معامل الامتصاص المولاري 1.3272×10^5 لتر.مول^{-١}.سم^{-١}، وحد كشف 0.011 مايكروغرام / مللتر وحد التقدير الكمي يساوي 0.036 مايكروغرام /مللتر. طبقت الطريقة بنجاح في تقدير المثل دوبا في المستحضرات الصيدلانية (الأقراص).

الفصل الثالث: يشتمل على طريقة طيفية غير مباشرة لتقدير النيكلوساميد إذ تعتمد الطريقة على أكسدة النيكلوساميد مع زيادة من العامل المؤكسد N- بروموسكسيناميد في وسط حامضي من حامض الهيدروكلوريك (١ مولاري)، تعمل الكمية الفائضة من العامل المؤكسد على قصر لون صبغة الميثيلين الأزرق والمضافة إلى وسط التفاعل ويتم قياس لون الصبغة المتبقية عند الطول الموجي الأقصى ٦٦٤



نانوميتر تثبت الظروف المثلى وكان مدى التركيز للمنحني القياسي تحت الظروف المثلى ٢-٦ مايكروغرام/ملتر وكان معامل الامتصاص المولاري 4.6546×10^4 لتر.مول^{-١}.سم^{-١}، في حين كانت قيم LOD و LOQ (0.0044 و 0.0148) مايكروغرام / ملتر على التوالي. طُبقت الطريقة بنجاح في تقدير النيكلوساميد في المستحضرات الصيدلانية والبيطرية (الأقراص).

الفصل الرابع: تضمن التقدير الكهروكيميائي للمركبين الدوائيين قيد الدراسة باستخدام تقنية الفولتامترية النبضي التفاضلي ويشمل الفصل على سبعة أجزاء:

الجزء الأول: يشمل على مقدمة عامة عن الطرائق الكهروكيميائية.

الجزء الثاني: يتضمن الأجهزة والمواد الكيميائية المستخدمة في هذا الفصل.

الجزء الثالث: يتضمن التقدير الكهروكيميائي المباشر للمثيل دوبا باستخدام تقنية الفولتامترية النبضي التفاضلي وقطب الكرافيت (GE) بوصفه القطب العامل إذ تعتمد الطريقة على أكسدة مجموعتي الهيدروكسيل في وسط من محلول الفوسفات المنظم عند الرقم الهيدروجيني (pH7) وبمسح جهد بين (-0.2 - 0.8) فولت إذ أعطى المثيل دوبا موجة تأكسدية عند جهد 0.15 فولت ضد قطب المرجع Ag/AgCl/sat.KCl. وعند رسم العلاقة بين التركيز و (Ip) تم الحصول على ثلاثة مستقيمات. الأول: للتركيز الواطئة للمدى (4.997×10^{-6} - 4.479×10^{-5}) مولاري وبمعامل تقدير $R^2=0.9711$ والثاني: للمدى التراكيز المتوسطة (4.975×10^{-5} - 4.671×10^{-4}) مولاري وبمعامل تقدير $R^2=0.9964$ والثالث: للمدى التراكيز العالية (4.762×10^{-4} - 1.150×10^{-3}) مولاري وبمعامل تقدير $R^2=0.9897$ وكانت قيمة حد الكشف LOD والحد الكمي LOQ (4.320, 1.296) $\times 10^{-7}$ مولاري على التوالي. طُبقت الطريقة بنجاح لتقدير المثيل دوبا في مستحضره الصيدلاني (الأقراص).

الجزء الرابع: التقدير الكهروكيميائي غير المباشر للمثيل دوبا باستخدام قطب الكرافيت (GE) وعجينة الموز وذلك عن طريق تصميم متحسس حيوي من أنابيب الكربون النانوية متعددة الجدران (MWCNTs) ونسيج الموز لاحتوائها على أنزيم البولي فينول أوكسيداز (PPO) المستخدم بوصفه أنزيمًا محفزاً في أكسدة مجموعتي الهيدروكسيل إلى الكوينون ويعاني الأخير من اختزال كهروكيميائي مكونا مجاميع الهيدروكسيل مرة أخرى عند جهد اختزال (-0.119) فولت ضد قطب المرجع Ag/AgCl/sat.KCl بوجود محلول الفوسفات المنظم عند الرقم الهيدروجيني (pH٧) بوصفه الكتروليتاً مساعداً ، وكانت العلاقة بين تركيز المثيل دوبا وقيم (Ip) خطية بمدى



التركيز (2.999×10⁻⁶-6.458×10⁻⁵) مولاري وقيمة معامل التقدير R²=0.9877 وكانت قيمة حد الكشف LOD والحد الكمي LOQ (2.263×10⁻⁷ , 7.544×10⁻⁷) مولاري على التوالي . طُبقت الطريقة بنجاح لتقدير المثل دوبا في مستحضره الصيدلاني (الأقراص).

الجزء الخامس: التقدير غير المباشر للمثل دوبا باستخدام قطب عجينة الموز و قطب قلم الرصاص الكرافيتي (GPE) بوصفه قطباً عاملاً تعتمد الطريقة على إنشاء متحسس حيوي من عجينة نسيج الموز وأنايب الكربون النانوية متعددة الجدران (MWCNTs) وتركب هذه العجينة على قطب قلم الرصاص الكرافيتي PGE (2B, 2 ملم) . إذ أن إنزيم البولي فينول أوكسيداز (PPO) الموجود في نسيج الموز يحفز أكسدة مجموعتي الهيدروكسيل في المثل دوبا الى الكوينون المقابل ويعاني الأخير من اختزال كهروكيميائي مكونا مجاميع الهيدروكسيل مرة أخرى عند جهد اختزال (-0.13V) فولت ضد قطب المرجع (Ag/AgCl/sat.KCl) وعند الرقم الهيدروجيني pH6 وعند رسم العلاقة بين التركيز و Ip فولت تم الحصول على منحنيين قياسيين لعملية الاختزال الأول عند التراكيز الواطئة وبمـدى (1.0- 4.997) ×10⁻⁶ مولاري ومعامل تقدير R²=0.9833 والمنحني الثاني عند التراكيز العالية وبمـدى (4.997×10⁻⁶-5.964×10⁻⁵) مولاري وبمعامل تقدير R²=0.9828 وكانت قيمتي حد الكشف LOD والحد الكمي LOQ (2.687×10⁻⁷ , 8.062×10⁻⁸) مولاري على التوالي وطُبقت الطريقة بنجاح لتقدير المثل دوبا في مستحضره الصيدلاني (الأقراص).

الجزء السادس: التقدير المباشر للنكلوساميد وتتضمن الطريقة المقترحة لتقدير النكلوساميد على أكسدة النكلوساميد وتتبع الارتفاع الحاصل في موجة الأكسدة عند الجهد 0.12 فولت بالإضافة المتعاقبة للنكلوساميد (NICA) وباستخدام محلول الفوسفات المنظم pH8 بوصفه الكتروليتاً مساعداً و قطب الذهب (2.0 ملم) (AuE) بوصفه قطباً عاملاً وعند الظروف المثلى المثبتة في الطريقة رسمت العلاقة بين التركيز و Ip أعطت علاقة خطية عند التراكيز (4.997-64.58) ×10⁻⁶ مولاري بمعامل تقدير R²=0.9649، كانت قيمتي حد الكشف LOD والتقدير LOQ (2.103×10⁻⁷, 7.011×10⁻⁷) مولاري على التوالي وطُبقت الطريقة بنجاح لتقدير النكلوساميد في مستحضره الصيدلاني والبيطري (الأقراص).



الجزء السابع : التقدير غير المباشر للنكلوساميد بشكله النقي وفي مستحضراته الصيدلانية والبيطرية و دراسة السلوك الكهروكيميائي لمحلوله على سطح قطب الذهب (٢.٠ ملم) بوصفه القطب العامل وبوجود محلول بريتن - روبنسون المنظم عند الرقم الهيدروجيني (pH2.2) بوصفه محلولاً الكتروليتاً مساعداً. تتضمن الخطوة الأولى لهذه الدراسة اختزال مجموعة الناييترو (NO_2^-) إلى مجموعة أمين (NH_2^-) في وسط حامضي والخطوة الثانية تتضمن تكوين ملح الدايازونيوم بوجود حامض النتروز المحضر آنياً في داخل الخلية الكهربائية. دُرِس السلوك الكهروكيميائي للنكلوساميد المختزل (RNICA) باختزال مجموعة الأزو تحت الظروف المثلى إذ يعطي موجة اختزال عند الجهد (-0.557) فولت ولوحظ زيادة في قيمة تيار الاختزال مع زيادة تركيز RNICA من خلال الإضافات المتعاقبة له في خلية القياس، وعند رسم العلاقة بين التركيز وبين التيار أعطت علاقة خطية بمدى تركيز $(1.0-3.448) \times 10^{-6}$ مولاري وبمعامل تقدير $R^2=0.9853$ ، وكانت قيمتي حد الكشف LOD وحد التقدير LOQ $(2.471 \times 10^{-7}, 8.238 \times 10^{-7})$ مولاري على التوالي وطبقت الطريقة بنجاح لتقدير النكلوساميد دوبا في مستحضره الصيدلاني والبيطري (الأقراص).

Summary

The thesis includes four chapters:

Chapter one: Includes a general introduction for the two studied pharmaceutical compounds, methyldopa and niclosemide, their importance, uses in the treatment of diseases, their physical and chemical properties, as well as the different analytical methods used in their estimation and the aim of the research.

Chapter two: Includes proposed spectral methods for the determination of Methyldopa and it consists of five parts:

First part: Spectrophotometric method for the determination of methyldopa by its oxidation and association with the reagent p-aminophenol using potassium periodate as an oxidizing agent. Then a stable color product is formed, which gives the highest absorbance at the wavelength 586 nm using distilled water. Beer's law was applied within the range of 1–30 µg/ml, and the molar absorptivity of the reaction product was $0.082368 \times 10^4 \text{ l. mol}^{-1}$. a stable color product is formed, which gives the highest absorbance at the wavelength 593 nm using methanol solvent. Beer's law was applied within the range of 1–17.5 µg/ml, and the molar absorptivity of the reaction product was $0.96940 \times 10^4 \text{ l. mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, detection limit LOD of 0.262 µg/ml, and quantitative limit LOQ of 0.874 µg/ml. The proposed method was successfully applied to pharmaceuticals forms (tablets).

Second part: Spectral determination of methyldopa through azo coupling reaction with p-nitroaniline reagent. The method depends on the diazotization of the p-nitroaniline reagent and its conjunction with methyldopa in a basic medium of sodium hydroxide, azo dye is formed and has the highest absorbance at the wavelength 610 nm and after fixing the optimal conditions,

the concentration range of the standard curve was 2-17 $\mu\text{g/ml}$ and the molar absorptivity was $0.7223 \times 10^4 \text{ l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$, and the LOD value was 0.0727 $\mu\text{g/ml}$, and the LOQ value was 0.242 $\mu\text{g /ml}$. The method has been successfully applied in the determination of methyldopa in pharmaceutical preparations(tablets).

Third part: Involved direct spectrophotometric method for the determination of methyldopa same as the previous reaction principle (Part II). The spectrum was taken and two wavelengths of 596 and 622 nm were selected. The area between them was recorded. The linear response was within the range 1-20 $\mu\text{g/ml}$ and the value of the molar absorptivity was $0.5470 \times 10^4 \text{ l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$, the method has been successfully applied in the determination of methyldopa in pharmaceutical preparations (tablets).

Fourth part: It consist of a direct spectrophotometric determination of methyldopa by applying cloud point extraction using the surface tension agent TritonX-114 for the azo dye formed in the second part, under optimal conditions, good stability and highest absorbance at a wavelength of 635 nm. were obtained. The relationship between concentration and absorbance was linear within the concentration range of 0.05–2.5 $\mu\text{g/ml}$ and the molar absorptivity of the product was $0.9198 \times 10^5 \text{ l. mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$, the suggested method has been successfully applied in pharmaceutical preparation (tablets).

Fifth part: Includes an indirect spectrophotometric method for the determination of methyldopa by redox reaction using 4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline. The method depends on the oxidation of methyldopa, reduction of iron(III) and the resulting iron(II) reacts with the reagent 4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline, a red product is formed, the maximum wavelength is 533 nm, under optimal fixed conditions, the calibration curve was constructed the plot of concentration versus absorbance gives straight line within concentration range 0.25-2.5 $\mu\text{g/ml}$, and the molar absorptivity was

1.3272x 10⁵ l.mol⁻¹.cm⁻¹, the detection limit was 0.011 µg/ml, and the quantitative limit was 0.036 µg/ml. The suggested method has been successfully applied in the determination of methyldopa in pharmaceutical preparations (tablets).

Chapter three: Includes an indirect spectrophotometric the determination of niclosamide, the method depends on the oxidation of niclosamide with an excess of the oxidizing agent N-bromosuccinimide in an acidic medium of (1M) hydrochloric acid, the excess amount of oxidizing agent bleaching the color of the blue methylene dye added to the reaction medium, and the remaining dye color was measured at the maximum wavelength of 664 nm under the fixed optimal conditions. The calibration curve was linear within 2-6 µg/ml, the molar absorptivity was 4.6546x 10⁴ l.mol⁻¹.cm⁻¹, the LOD and LOQ values were 0.0044 and 0.0148 µg/ml, respectively. The suggested method has been successfully applied in pharmaceutical and veterinary preparations (tablets).

Chapter four: Consist of electrochemical determination of the two studied pharmaceutical compounds using differential pulse voltammetric technique. This chapter involved seven parts:

First part: A general introduction to electrochemical methods.

Second part: The devices and chemicals used in this study.

Third part: The results of direct electrochemical determination of methyldopa using 2mm diameter graphite electrode (GE) as the working electrode, the method depends on oxidation of the two hydroxyl groups in phosphate buffer solution (PBS) medium (pH=7) by scanning the potential between (-0.2 - 0.8)V, the methyldopa gives an oxidative peak at a voltage of 0.15 V against the Ag/AgCl/sat.KCl reference electrode. The plot of the concentration versus peak current (Ip), gives three stright lines. The first one in the concentrations range(4.997x10⁻⁶- 4.479x10⁻⁵)M with determination

coefficient $R^2 = 0.9711$, the second one in concentration range (4.975×10^{-5} - 4.671×10^{-4}) M with a determination coefficient $R^2 = 0.9964$, the third one in the high concentrations range (4.762×10^{-4} - 1.15×10^{-3}) M with determination coefficient of $R^2 = 0.9897$, the value of LOD and LOQ were (1.296, 4.320) 10^{-7} M respectively. The suggested method has been successfully applied in its pharmaceutical preparation (tablets).

Fourth part: Indirect electrochemical determination of methyldopa using graphite electrode (GE) and banana paste by construction of a biosensor with multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) and banana tissue, The polyphenol oxidase (PPO) in banana tissue catalyze the oxidation of the two hydroxyl groups to quinone, and the latter suffers from electrochemical reduction at (-0.119) V versus the Ag/AgCl/sat. KCl reference electrode to hydroxyl groups again using phosphate buffer solution (pH=7) as supporting electrolyte. The relationship between methyldopa concentration and peak current (I_p) values was linear with the concentration range (2.999×10^{-6} - 6.458×10^{-5})M , the value of the determination coefficient $R^2=0.9877$. The value of the LOD and LOQ values were (2.263, 7.544) 10^{-7} M respectively. The method has been successfully applied for determination of methyldopa in its pharmaceutical preparation (tablets).

Fifth part: Indirect determination of methyldopa using banana paste electrode and graphite pencil electrode (GPE) as a working electrode. The method is based on the building of a biosensor from banana tissue and multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs), this paste is positioned on a 2mm diameter (2B) graphite pencil cup electrode. the polyphenol oxidase enzyme (PPO) in the banana tissue catalyzes the oxidation of the two hydroxyl groups in methyldopa to the corresponding quinone, and the latter suffers from electrochemical reduction (-0.113) V versus (Ag/AgCl/sat KCl) reference electrode, forming hydroxyl groups again. The plot between the concentration and the I_p gives, two calibration curves the first one reduction process at low

concentrations with a range of $(1-4.997) \times 10^{-6}$ M, with the determination coefficient $R^2=0.9833$, and the second one at high concentrations range of $(4.997 \times 10^{-6} - 5.964 \times 10^{-5})$ M, with the determination coefficient $R^2 = 0.9828$. The LOD and LOQ were $(2.687 \times 10^{-7} - 8.062 \times 10^{-8})$ M respectively. The method has been successfully applied for determination of methyldopa in its pharmaceutical preparation (tablets).

Sixth part: Direct determination of niclosamide. The proposed method involves the oxidation of niclosamide by scanning the potential between (-0.1-1.0)V using phosphate buffer solution (pH8) as supporting electrolyte and the 2mm diameter gold electrode (AuE) as a working electrode. Under the optimal conditions, niclosamide gives oxidative peak at (0.12)V which is increase with increasing amount of niclosamide, the relationship between concentration and I_p was linear within concentrations range $(4.997 - 64.58) \times 10^{-6} M$ with a determination coefficient $R^2=0.9649$, the detection limit values LOD and quantitative limit LOQ were $(2.103, 7.011) \times 10^{-7} M$ respectively. The method has been successfully applied for determination of methyldopa in its pharmaceutical and veterinary preparations (tablets).

Seventh part: Indirect determination of niclosamide in pure form, pharmaceutical, and veterinary preparations were examined. The electrochemical behavior of its solution was studied, the gold working electrode 2.0 mm diameter using B.R.B. (PH=2.2) as supporting electrolyte. The suggested method involved the reduction of nitro group ($-\text{NO}_2$) to an amine group ($-\text{NH}_2$) in an acidic medium and the second step involves the formation of the diazonium salt in the presence of nitrous acid prepared simultaneously in the electrochemical cell. The electrochemical behavior of reduced niclosamide (RNICA) was studied by reducing the azo group under the fixed optimal conditions. The diaotiazed RNICA gives well-defined reduction peak at (-0.557) V, and an increase in the value of the reduction current was observed with an increasing amount in the RNICA concentration.

added. The plot of the concentration versus the current, gives a linear relationship within the concentration range $(1.0 - 3.448) \times 10^{-6}$ M with a determination coefficient $R^2=0.9853$, The LOD and detection limit values LOQ $(2.471-8.238) \times 10^{-7}$ M, respectively. The proposed method was successfully applied to pharmaceuticals and veterinary forms (tablets).

2023 A.D.

144٥ A.H.

**The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Mosul University / College of Science
Department of Chemistry**



**Development of Spectrophotometric and
Electrochemical Methods for the Determination
of Methyldopa and Niclosamide**

Sahar Abdullah Fathi Abdullah Al-Azzawi

Ph.D. Thesis

Chemistry / Analytical Chemistry

Supervised by

Prof. Dr.Nabeel Sabeeh Othman

Prof. Dr.Amer Thanoon Al-Taee

2023 A.D.

144٥ A.H.