تطبيقات التصنيف العددي لبعض سلاسل ترب كتوف الانهار في وسط السهل الرسوبي العراقي[+]

APPLICATIONS OF NUMERICAL TAXONOMY FOR SOME SOIL SERIES OF RIVER LEVEES IN IRAQI ALLUVIAL PLAIN

آمال محمد صالح[*] أحمد صالح محيميد[**]

المستخلص :

أجريت هذه الدراسة على بعض ترب المشاريع الزراعية الواقعة في المنطقة الوسطى من السهل الرسوبي العراقي والتي تمثل الوحدات الفيزوغرافية لكتوف الأنهار وقنوات الري السائدة في تلك المنطقة لغرض تصنيف بيدونات الترب الممثلة لسلاسل الترب المختلفة تصنيفا عدديا باتباع ترابطات من الطرق الاحصائية المتبعة في التصنيف العددي للترب. جرى أنتخاب تسعة مواقع لبيدونات من المشاريع المنجزة وهي : الاسحاقي ، كصاوي ، الصقلاوية ، بغداد ، حقل كلية الزراعة (أبو غريب) ، الرضوانية ، الصويرة ، اللطيفية ، المسيب الكبير .

أنتخب عدد من الصفات المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية والمعدنية لبيدونات الدراسة وذلك لغرض تطبيق طرق التصنيف الهرمي (التجميعي). طبقت كل من طرق التصنيف العددي المتمثلة بالطرق الآتية :(Nearest Neighbour) (NN) ، (Furthest Neighbour) (FN) ، Unweighted pair – group method using arithmetic averages (UPGMA) ، Weighted pair – group method using arithmetic averages (WPGMA) ، Unweighted pair – group centroid method (UPGMC) ، Weighted pair – group centroid method (WPGMC)، Ward's method (Minimum Variance) (M.V.). وقد أظهرت النتائج أن بيدونات الترب في كل من موقع الاسحاقي وبغداد يشكلان أعلى نسبة تشابه في الشكل التفرعي ، ومن الصفات المميزة لهذين البيدونين انخفاض قيم الايصالية الكهربائية. ولدى مقارنة طرق التصنيف العددي مع بعضها باستخدام المعايير الرياضية ومنها ظاهرة التسلسل وظاهرة الطباقية والصحة الوصفية اظهرت النتائج ان طريقة Ward افضل طريقة تصنيفية عددية لكونها تبدي مجموعات اكثر وضوحا مقارنة ببقية الطرق التصنيفية الأخرى.

Abstract:

This study was conducted on some soils of agricultural projects in the middle of Mesopotamian plain representing two physiographic units, river and irrigation canal levees. The aim of the study was to classify the soil pedons by using numerical methods. Nine sites were selected as follows : Ishaqi, Kassawiy, Saqlawiya,Baghdad,Field of the College of Agriculture

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٦/١١/١٩ ، تاريخ قبول النشر ٢٠٠٧/٧/٢٩

جزء من أطروحة الباحث الاول

[*] مدرس / كلية الزراعة / جامعة بغداد

[**] استاذ/ كلية الزراعة / جامعة بغداد

(Abu-Ghraib) , Radhwania, Suwaira,Latifiyah, Great Mussaib. Some morphological , chemical, physical and mineralogical properties were selected for hierarchical grouping numerical methods which were: (Nearest Neighbour) (NN), (Furthest Neighbour) (FN), Unweighted pair – group method using arithmetic averages (UPGMA), Weighted pair – group method using arithmetic averages (WPGMA), Unweighted pair – group centroid method (UPGMC), Weighted pair – group centroid method (WPGMC), Ward's method (M.V.). The classification indicated that pedons of Ishaqi and Baghdad resulted in the highest similarity index, and the major character of these pedons was the declining in electrolytical conductivity values.Using the criteria for hierarchical classification (Chaining, Stratification, Descriptive accuracy);the results indicated that the Ward's method was the best numerical method because it was able to form obvious groups.

المقدمة:

يُعدْ نظام التصنيف العددي واحداً من أنواع تلك الأنظمة التي أستخدمتْ في بعض الدول ولأول مرة بتطبيق مبادئ [1] ومنها على سبيل المثال الولايات المتحدة ، فقدْ قام التصنيف العددي على الترب ، عندما أستخدم الباحثان تقنيات الترتيب الأحداثي لتمثيل نتائج التشابه بين الترب. ومنذ ذلك الحين توالتْ البحوث في مجال تصنيف الترب عددياً. يعرف أستعمال الطرق (Numerical taxonomy) في التصنيف العددي [2] عرف أمكانية [3]كما اكد العددية لوضع المفردات في مجموعات على أساس صفاتها المميزة. في مجال مسح وتصنيف الترب التي توفر الوسائل الممكنة لتقدير الطرق الأحصائية تم أستخدام وتلخيص البيانات بدقة عالية ومن هذه الوسائل الطرق العددية ومنها التصنيف الهرمي الذي يُعدْ أحدى طرق التصنيف العددي للترب.

أن ما يهدف أليه التصنيف العددي هو نفسه ما تهدف أليه الأنظمة التصنيفية الأخر من حيث تنظيم المفردات المتشابهة ووضعها في مجموعات تساعد أداري الترب في وضع برامج أدارة خاصة وموحدة بتلك المجموعات. وتتجلى أهمية التصنيف العددي في طبيعته الأقتصادية في السرعة والدقة ، وتناوله لأكبر قدرْ من المعلومات وتوضيح العلاقات فيما بينها وبميكانيكية دقيقة تخرج عن أمكانيات الأنسان. وتهدف الدراسة الحالية الى أيضاح مدى ملائمة طرق التصنيف العددي لتصنيف الترب الرسوبية في بعض المناطق من العراق.

المواد وطرائق العمل :

الجانب الميداني

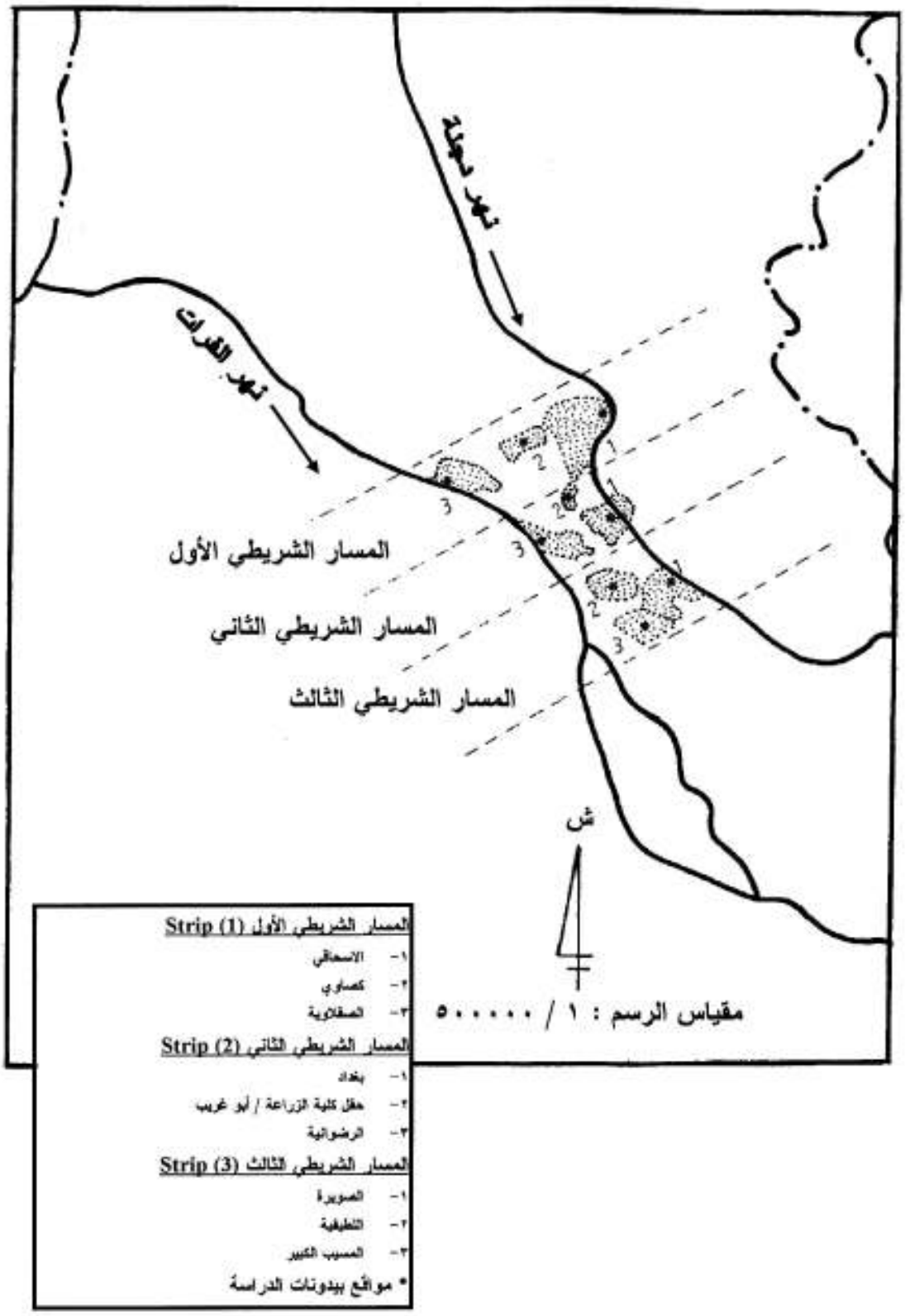
درست خرائط مسوحات الترب شبه التفصيلية لمشاريع زراعية منجزة في وسط السهل الرسوبي للكشف عن سلاسل الترب الأوسع مساحة والأكثر تكرارية في وحدة كتوف الأنهاروقنوات الري. وفي ضوء المعلومات المستحصلة ، جرى انتخاب تسعة

مواقع لبيدونات من هذه المشاريع المنجزة ، موزعة بمنهج احصائي ينعكس في عدد من (Soil pedons) الترب وبواقع بيدون واحد لكل مشروع ممثلا لأوسع سلسلة فيه بحيث (Strips)المسارات الشريطية يضمن المسار الواحد اختيار مواقع لبيدونات الترب الممثلة لعوامل الترسيب السائدة في مناطق الدراسة والمتمثلة بنهري دجلة والفرات وكما مبين في الشكل (١). أذ شمل المسار الأول مشاريع الاسحاقي وكصاوي والصقلاوية.

أما المسار الثاني فقد شمل مشاريع خارطة التربة لعموم القطر (محافظتي بغداد وبابل) وحقل كلية الزراعة / ابو غريب والرضوانية ، و شمل المسار الثالث مشاريع الصويرة واللطيفية والمسيب الكبير.

جرى كشف وتشريح بيدونات الترب في المواقع المختارة ووصفت مورفولوجيا واخذت نماذج من كل أفق ودرست وقدرت الصفات الفيزيائية أذ قدرت مفصولات التربة بطريقة الماصة الموصوفة من قبل [4] والكثافة الظاهرية بطريقة الكور والموصوفة من قبل [5] .

كما قدرت الصفات الكيميائية ومنها الايصالية الكهربائية ودرجة تفاعل التربة وكبريتات الكالسيوم ومكافئ كاربونات الكالسيوم ونسبة الصوديوم المتبادل والسعة التبادلية للآيونات الموجبة والايونات الموجبة والسالبة الذائبة حسب الطرق الواردة في[6]. كما قدرت المادة العضوية باستخدام طريقة Walkely – Black الموصوفة من قبل [7] . ثم قدرت المعادن الطينية وفقا لطريقة [8] ، أما المعادن الاولية الثقيلة والخفيفة فقد تم تقديرها حسب الطريقة الواردة [9] .



شكل (١): خارطة توزيع مواقع ترب البحث المنجز في وسط السهل الرسوبي العراقي موزعةأحصائيا بأسلوب المسارات الشريطية.

التصنيف العددي للترب

اختيار صفات الترب (المتغيرات)

أعتمدت ثلاثون صفة من صفات التربة وأستخدمت كمعايير ضمن طرق التصنيف العددي أذ شملت الصفات الاتية : (الطول الموجي ، شدة اللون ، نقاوة اللون ، نوع بناء التربة ، عمق التبقع ، عمق تجمع كبريتات الكالسيوم ، عمق تجمع الاملاح ، درجة تفاعل التربة pH ، الايصالية الكهربائية ECe ، محتوى كبريتات الكالسيوم ، محتوى مكافئ كاربونات الكالسيوم ، محتوى المادة العضوية ، نسبة الصوديوم المتبادل ESR ، السعة التبادلية للايونات الموجبة CEC ، مفصول الرمل ، مفصول الغرين ، مفصول الطين ، الكثافة الظاهرية) . كما جرى اختيار معادن الرمل الخفيفة الاكثر سيادة وهي:Quartz وChert وMica و Calciteو Gypsum ، وكذلك جرى اختيار معادن الرمل الثقيلة الاكثر سيادة وهي:Opaque minerals وEpidote وPyroxene وAmphibole وTourmaline وGarnet.كذلك جرى اختيار مجموعة المعادن السائدة والمتمثلة بمعادن Smectite .

الطرق الإحصائية المستخدمة في التصنيف العددي

١. قياس المسافة Distance measure

جرى استخدام مربع المسافة **(Squared Euclidean distance)** مقياسا لايجاد التشابهات (المسافات) وتحديدها بين مفردات الترب وذلك وفقا للمعادلة **(1)**.

$$\Delta_{jk} = \sum_{i=1}^{n} (X_{ij} - X_{ik})^2 \qquad \ldots\ldots\ldots . (1)$$

Δ_{jk} = معامل المسافة ما بين المفردتين j وk.

X_{ij} = قيمة المتغير i للمفردة j.

X_{ik} = قيمة المتغير i للمفردة k.

٢. الطرق التصنيفية العددية Numerical classificatory methods

صنفت مفردات الترب (الخاضعة للدراسة) تصنيفا عدديا ، باستخدام طرق التصنيف الهرمي **(Hierarchical agglomerative grouping)** وهي كما يلي:

١. طريقة Single – linkage grouping (Nearest Neighbour) (NN)

في هذه الطريقة يتم حساب المسافة بين مجموعتين بحساب المسافة لاقرب زوج من المفردات بين تلك المجموعتين وذلك وفقا للمعادلة (٢).

$$d_{CE} = 0.5d_{AE} + 0.5d_{BE} - 0.5\left|d_{AE} - d_{BE}\right| \quad \text{..... (2)}$$

$\mathbf{d_{CE}}$ = قيمة معامل المسافة ما بين المجموعتين المرشحتين للاندماج **C** و**E**.

$\mathbf{d_{AE}}$ = قيمة معامل المسافة ما بين المجموعتين **A** و**E**.

$\mathbf{d_{BE}}$ = قيمة معامل المسافة ما بين المجموعتين **B** و**E**.

من خصائص طريقة **NN** أن الاندماج يتم ما بين أزواج المفردات ، لذا فأن المسافة بين مجموعة ومفردة ما تتمثل بأقصر مسافة بين المفردة وأيا من مفردات تلك المجموعة. وبالمثل فأن المسافة بين مجموعتين تتمثل بأقصر مسافة بين أيا من مفردات **المجموعة الأولى** وبين أيا من مفردات **المجموعة الثانية.**

٢. طريقة Complete-linkage grouping (Furthest Neighbour) (FN)

وهذه الطريقة تناقض الطريقة السابقة ، إذ يتم حساب المسافة بين مجموعتين وذلك بحساب أطول مسافة لآية مفردتين بين تلك المجموعتين وفقا للمعادلة (٣).

$$d_{CE} = 0.5d_{AE} + 0.5d_{BE} + 0.5\left|d_{AE} - d_{BE}\right| \quad \text{..... (3)}$$

٣. طريقة Unweighted pair – group method using arithmetic averages (UPGMA)

في هذه الطريقة يتم حساب معدل المسافة بين مفردات مجموعتين مقياسا للمسافة بين تلك المجموعتين إذ يعطى وزن أعلى للمجموعة التي تضم اكبر عدد من المفردات وفقا للمعادلة (٤).

$$d_{CE} = (n_A / n_C)d_{AE} + (n_B / n_C)d_{BE} \quad \text{..... (4)}$$

إذ ان: $\mathbf{n_C = n_A + n_B}$

$\mathbf{n_A}$ = عدد مفردات المجموعة **A**.

$\mathbf{n_B}$ = عدد مفردات المجموعة **B**.

أن المسافة التي تلتحم بها المفردة الجديدة المرشحة للعضوية مع المجموعة ، هي عبارة عن المتوسط الحسابي بين كل مفردة في المجموعة والمفردة الجديدة أو تحسب بين أعضاء مجموعتين مرشحتين للاندماج.

٤. طريقة Weighted pair – group method using arithmetic averages (WPGMA)

في هذه الطريقة ، تندمج مجموعتان بأوزان متساوية بغض النظر عن عدد مفردات كل مجموعة وفقا للمعادلة (٥).

$$d_{CE} = 0.5d_{AE} + 0.5d_{BE} \quad \text{..... (5)}$$

وهذه الطريقة تختلف عن الطريقة السابقة **UPGMA** في انها تزن احدث مفردة مرشـــحة لعــضوية مجموعة بوزن يساوي كل أفراد المجموعة **الأصلية** ، وعند اندماج مجموعتين فانها تعطي هاتين المجموعتين الوزن نفسه بغض النظر عن عدد مفردات كل منهما.

٥. طريقة Unweighted pair – group centroid method (UPGMC)

هذه الطريقة تختلف عن طريقة معدل المجموعة ، اذ ان طريقة مركز المجموعة تأخذ بالنظر المسافة بين مركزي المجموعتين وفقا للمعادلة (٦).

$$d^2_{CE} = (n_A / n_C)d^2_{AE} + (n_B / n_C)d^2_{BE} - (n_A n_B / (n_C)^2)d^2_{AB} \text{.....(6)}$$

d_{AB} = قيمة معامل المسافة ما بين المجموعتين **A** و**B**.

٦. طريقة Weighted pair – group centroid method (WPGMC)

تختلف هذه الطريقة عن الطريقة السابقة في انها تزن احدث مفردة (مرشحة لعــضوية مجموعــة) بوزن يساوي كل أفراد المجموعة الأصلية وفقا للمعادلة (٧).

$$d^2_{EM} = 0.5d^2_{AE} + 0.5d^2_{BE} - 0.25d^2_{AB} \quad \text{..... (7)}$$

d_{EM} = قيمة معامل المسافة ما بين المجموعتين المرشحتين للاندماج **M** و**E**.

٧. طريقة Ward's method (Minimum Variance) (M.V.)

في هذه الطريقة تلتحم مجموعتان لاقل زيادة في التباين (مجموع مربعات الفروق) (**Error sum of squares**) وفقا للمعادلة (٨).

$$d^2_{CE} = ((n_E + n_A)/(n_E + n_C))d^2_{AE} + ((n_E + n_B)/(n_E + n_C))$$
$$d^2_{BE} - (n_E/(n_E + n_C))d^2_{AB} \quad \text{.....(8)}$$

n_E = عدد مفردات المجموعة **E**.

وتهدف هذه الطريقة إلى تقليل مجموع مربعات الفروقات وتعرف مجموع مربعات المسافات (Σd^2) من كل مفردة (مجموعة) إلى مركز مجموعتها ، في كل مستوى من مستويات التسلسل الهرمي فان الاندماج بين مجموعتين يتسبب عن اقل زيادة في التباين (Σd^2).

مقارنة وتقييم الطرق التصنيفية

لقد اقترح [10] معايير رياضية تقاس بها جودة التصنيف الهرمي ومن هذه المعايير ما يلي:

١. ظاهرة التسلسل Chaining

تحدث هذه الظاهرة عندما تضاف مفردات بالتتابع الى مجموعة جزئية نامية للحصول على مستوى تصنيفي اعلى. واذا كان التسلسل كثيرا فان الشكل التفرعي سوف يبدي اصنافا غير متوازنة.

٢. ظاهرة الطباقية Stratification

تقاس هذه الظاهرة بالنسبة التي تشكلها نسبة **٢٠%** من الاندماجات العليا على مدى قيم التشابه في الشكل التفرعي. وهذا يعزى إلى ان الاندماجات العليا لها أهمية اكثر من بقية الاندماجات الأخر ، لكون التغايرات الأكثر وضوحا تكون باتجاه القمة ، إذ تطغى المجموعات الرئيسة على المجموعات الصغيرة.

٣. الصحة الوصفية Descriptive accuracy

قياس هذا المعيار يشير الى دقة تمثيل الشكل التفرعي للتشابهات بين المفردات في مصفوفة التشابه الأصلية ، لذا استخدم معامل الارتباط **(Coephenetic correlation coefficient)** لقياس الاختلاف الحاصل بين مصفوفة المسافات الأصلية ومصفوفة مسافات الاندماج في الشكل التفرعي.

النتائج والمناقشة :

أشارت نتائج الوصف المورفولوجي والصفات الفيزيائية والكيميائية والمعدنية لبيدونات الدراسة الى أن ترب الدراسة تعود الى رتبة الترب غير المتطورة الحديثة التكوين **Entisols** لكنها تعود الى تسع سلاسل متباينة في بعض الصفات والمتمثلة بالسلاسل الآتية :

. [11] MF8 ، DW95 ، MW9 ، DE44 ، DM97 ، DE97 ، DW25 ، DW116 ، ME9

التصنيف العددي لبيدونات الدراسة

مقياس المسافة

استخدم مربع المسافة **(Squared Euclidean distance)** وذلك لاستخراج التشابهات بين مفردات الترب الخاضعة للدراسة ، وجدول **(1)** يوضح مصفوفة معامل المسافة بين تلك المفردات إذ استخدمت بيانات متكونة من (١١١) متغير لكل مفردة من المفردات البالغ عددها تسع مفردات (بيدونات ترب) وذلك لغرض إجراء عمليات التصنيف العددي اللاحقة.

تتميز معاملات المسافة بانها مختزلة ولكن متغيراتها تسهم بقيمة٧٦,٤٣%من نسبة التباين الكلي ، وتعد هذه النسبة جيدة لجعل هذه البيانات ممثلة للبيانات الاصلية **[12]**.

وتؤكد النتائج الموضحة في جدول **(1)** وجود حالة التباين بين وحدات الترب (السلاسل) المشخصة فقد بلغت نسبة التشابه ١٠٠% بين مفردتي الترب **Case (1)** و**Case (4)** في حين بلغت نسبة التشابه ٠% كما هو الحال ما بين مفردتي الترب **Case (3)** و**Case (5)** وهذا يعتمد على نوع وعدد المتغيرات المستخدمة في حساب معامل المسافة.

ان حالة التجانس بين مفردتي الترب **Case (1)** : بيدون (١) / المسار الشريطي الأول و **Case (4)** : بيدون (١) / المسار الشريطي الثاني يعزى إلى التجانس الكبير في بعض الصفات الكيميائية فقد بلغ معدل قيم تفاعل التربة **(pH)** ٧,٥٨ و٧,٨٦ ، في حين بلغ معدل قيم الايصالية الكهربائية ١,٠٤ و٠,٨٦ ديسيسمنز م$^{-١}$ ، ومن جهة أخرى فقد لوحظ تجانس كبير في النسب المئوية للمعادن الثقيلة والخفيفة لمفصول الرمل الناعم .

اما الاختلاف التام بين مفردتي الترب **Case (3)** : بيدون (٣) / المسار الشريطي الأول و**Case (5)** : بيدون (٢) / المسار الشريطي الثاني فهذا يعزى إلى حالة التباين في بعض الصفات الكيميائية إذ بلغ معدل قيم الايصالية الكهربائية ٨,٢٧ و٤,٣١ ديسيسمنز م$^{-١}$، في حين بلغ معدل قيم مكافئ كاربونات الكالسيوم ١٨٦,٥٨ و٢٤٠,٧٩ غم كغم$^{-١}$.

جدول (١): معامــل المســـافة بين بيدونات الدراســـــة الواقعة ضمن المسارات الشريطية

Case	Rescaled Squared Euclidean Distance								
	1:Case 1	2:Case 2	3:Case 3	4:Case 4	5:Case 5	6:Case 6	7:Case 7	8:Case 8	9:Case 9
1:Case 1		.485	.802	.000	.518	.733	.280	.612	.384
2:Case 2	.485		.869	.444	.649	.822	.470	.735	.657
3:Case 3	.802	.869		.802	1.000	.544	.860	.795	.884
4:Case 4	.000	.444	.802		.568	.724	.306	.616	.444
5:Case 5	.518	.649	1.000	.568		.704	.265	.481	.308
6:Case 6	.733	.822	.544	.724	.704		.722	.827	.756
7:Case 7	.280	.470	.860	.306	.265	.722		.046	.089
8:Case 8	.612	.735	.795	.616	.481	.827	.046		.277
9:Case 9	.384	.657	.884	.444	.308	.756	.089	.277	

مقارنة طرق التصنيف العددي

١. طريقة Single – linkage grouping (Nearest Neighbour) (NN)

يوضح جدول (٢) الأصناف الناتجة بهذه الطريقة ، إذ انها تاخذ اقصر المسافات بين المفردة المرشحة للاندماج وكل من المفردات الأعضاء في الصنف كأساس للاندماج واظهرت النتائج ان هذه الطريقة لا تفصل مجموعات واضحة مع تاثرها بظاهرة التسلسل **(Chaining)** وهي ظاهرة غير مرغوب بها لانها تجعل من غير الممكن تمييز مجموعات في الشكل التفرعي وهذا ينسجم مع ماكده العديد من الباحثين منهم **[14,13].**

ان قيم التشابه والاختلاف لكل صنف من الأصناف الناتجة من الشكل التفرعي لهذه الطريقة موضحة في جدول (٢) وهذه الأصناف هي كما يلي:

الصنف الأول C_1

ان هذا الصنف يضم مفردتين من مفردات الترب هما : **Case (1)** : بيدون (١) / المسار الشريطي الأول و**Case (4)** : بيدون (١) / المسار الشريطي الثاني. ان قيمة معامل المسافة ما بين هاتين المفردتين قد بلغت ٠,٠٠ كما هو موضح في جدول (١) وهذا يعني ان المفردتين تمثلان اقرب زوج من المفردات في مصفوفة معامل المسافة.

اما في جدول (٢) فان الصنف الأول C_1 يشكل أعلى نسبة تشابه مقارنة ببقية الأصناف الأخر إذ بلغت ٠,٧٤٧ تقابلها نسبة اختلاف **٠,٢٥٣**. ومن الصفات المميزة لبيدوني الترب في هذا الصنف وجود تجانس كبير في التكوين المعدني لمفصول الرمل الناعم ، فبالنسبة للمعادن الثقيلة بلغ معدل قيم محتوى معادن **Chlorite** لبيدوني الدراسة **٢١,٢٩%** و**٢١,٧١%** ، في حين بلغ معدل قيم محتوى معدن **Epidote** **١٧,٤٣%** و**١٧,٠٤%** .

اما بالنسبة للمعادن الخفيفة فقد بلغ معدل قيم محتوى معدن **Quartz** **٥٤,١١%** و**٥٤,١٦%** .

الصنف الثاني C_2

يضم هذا الصنف مفردتين من مفردات الترب هما : **Case (7)** : بيدون (١) / المسار الشريطي الثالث و**Case (8)** : بيدون (٢) / المسار الشريطي ذاته.

جدول (٢) : قيم الاختلاف والتشابه للأصناف الناتجة في الشكل التفرعي لكل طريقة من طرق التصنيف العددي .

Cluster analysis	Cluster class	Distance cluster combined	Dissimilarity index	Similarity index

Single linkage	**C1**	7.969	0.253	0.747
	C2	9.503	0.302	0.698
	C3	10.927	0.347	0.653
	C4	16.822	0.534	0.466
	C5	17.316	0.550	0.450
	C6	22.792	0.724	0.276
	C7	26.144	0.830	0.170
	C8	31.491	1.000	0.000
Complete linkage	**C1**	7.969	0.193	0.807
	C2	9.503	0.230	0.770
	C3	17.229	0.416	0.584
	C4	24.029	0.580	0.420
	C5	24.179	0.584	0.416
	C6	26.144	0.632	0.368
	C7	32.534	0.786	0.214
	C8	41.389	1.000	0.000
Average linkage (Within groups)	**C1**	7.969	0.295	0.705
	C2	9.503	0.352	0.648
	C3	12.553	0.465	0.535
	C4	16.128	0.598	0.402
	C5	18.313	0.679	0.321
	C6	21.706	0.805	0.195
	C7	24.584	0.911	0.089
	C8	26.977	1.000	0.000
Average linkage (Between groups)	**C1**	7.969	0.228	0.772
	C2	9.503	0.272	0.728
	C3	14.078	0.403	0.597
	C4	19.704	0.564	0.436
	C5	23.485	0.672	0.328
	C6	25.344	0.725	0.275
	C7	26.144	0.748	0.252
	C8	34.942	1.000	0.000
Centroid linkage	**C1**	7.969	0.324	0.676
	C2	9.503	0.386	0.614
	C3	11.702	0.476	0.524
	C4	15.503	0.630	0.370
	C5	15.519	0.631	0.369
	C6	18.983	0.772	0.228
	C7	23.913	0.972	0.028
	C8	24.598	1.000	0.000
Median linkage	**C1**	7.969	0.315	0.685
	C2	9.503	0.375	0.625
	C3	11.702	0.462	0.538
	C4	15.230	0.601	0.399
	C5	16.435	0.649	0.351
	C6	18.372	0.726	0.274
	C7	20.907	0.826	0.174
	C8	25.322	1.000	0.000
Ward linkage	**C1**	3.985	0.037	0.963
	C2	8.736	0.081	0.919
	C3	16.538	0.153	0.847
	C4	28.177	0.261	0.739
	C5	41.249	0.382	0.618
	C6	55.578	0.515	0.485
	C7	78.191	0.725	0.275
	C8	107.908	1.000	0.000

ويتضح من جدول (١) ان قيمة معامل المسافة بين هاتين المفردتين بلغت ٠,٠٤٦ ، وهـــذا يعنـــي ان المفردتين متشابهتان تشابها كبيراً. اما في جدول (٢) فان نسبة التشابه كانت ٠,٦٩٨ تقابلها نسبة اخـــتلاف ٠,٣٠٢. اما اهم الصفات المميزة لبيدوني الترب في هذا الصنف فهي ارتفاع قيم الايصالية الكهربائية مقارنة بالصنف السابق إذ بلغ معدل قيم هذه الصفة ٦,٤١ و ١٤,٧١ ديسيسمنز م$^{-1}$، في حين بلغ معدل قيم محتـــوى

Gypsum ١,٩٣ و١,٨٣ غم كغم$^{-١}$. اما بالنسبة للمعادن الثقيلة فقد بلغ معدل قيم محتوى معادن Amphibole ٣٦,٩١% و٣٨,٧٦% ، وبالنسبة للمعادن الخفيفة فقد بلغ معدل قيم محتوى معدن Quartz ٤٠,٦٤% و٣٧,٤٦%.

الصنف الثالث C_3

ان هذا الصنف يضم الصنف الثاني C_2 مع مفردة التربة **Case (9)** : بيدون (٣) / المسار الشريطي الثالث ، ويشكل هذا الصنف نسبة تشابه في جدول (٢) تصل إلى ٠,٦٥٣ تقابلها نسبة اختلاف ٠,٣٤٧.

اما اهم الصفات المميزة لبيدونات الترب في هذا الصنف ، فهي وجود تجانس في بعض الصفات الكيميائية إذ بلغ معدل قيم محتوى **Gypsum** ١,٩٣ و١,٨٣ و١,٩٤ غم كغم$^{-١}$. كذلك لوحظ تجانس كبير في طبيعة التكوين المعدني لمفصول الرمل الناعم ، فبالنسبة للمعادن الثقيلة فقد بلغ معدل قيم محتوى معادن **Amphibole** ٣٦,٩١% و٣٨,٧٦% و٤١,٧٦% ، وبالنسبة للمعادن الخفيفة فقد بلغ معدل قيم محتوى معدن **Quartz** ٤٠,٦٤% و٣٧,٤٦% و٤١,٦٤%.

الصنف الرابع C_4

وهذا الصنف يضم الصنف الثالث C_3 مع مفردة التربة : **Case (5)** : بيدون (٢) / المسار الشريطي الثاني. اما نسبة التشابه لهذا الصنف في جدول (٢) فقد بلغت ٠,٤٦٦ تقابلها نسبة اختلاف ٠,٥٣٤. ومن الصفات المميزة لبيدونات الترب في هذا الصنف ، وجود تجانس كبير في محتوى **Gypsum** إذ تراوح معدل قيم هذه الصفة ما بين ١,٨٣– ١,٩٤ غم كغم$^{-١}$.

كذلك لوحظ وجود تجانس كبير في محتوى معادن **Amphibole** إذ تراوح معدل قيم محتوى ، هذه المعادن ما بين ٣٣,٤٢%–٤١,٧٦%. اما بالنسبة للمعادن الخفيفة فقد تراوح معدل قيم محتوى معدن **Quartz** ما بين ٣٣,٧١%–٤١,٦٤%.

الصنف الخامس C_5

ان هذا الصنف يضم الصنف الأول C_1 مع الصنف الرابع C_4 ويشكل نسبة تشابه في جدول (٢) مقاربة للصنف السابق إذ بلغت ٠,٤٥٠ تقابلها نسبة اختلاف ٠,٥٥٠. ومن الصفات المميزة لبيدونات الترب في هذا الصنف وجود تجانس في محتوى **Gypsum** إذ تراوح معدل قيم هذه الصفة ما بين ٠,٧٠–٢,١٩ غم كغم$^{-١}$. اما بالنسبة للمعادن الثقيلة فقد تراوح معدل قيم محتوى معادن **Pyroxene** ما بين ٦,٤٩%–٩,٠٩%، وبالنسبة للمعادن الخفيفة فقد لوحظ وجود انسجام في محتوى معدن **Chert** إذ تراوح معدل قيم محتوى هذا المعدن ما بين ١٥,٢٥%–٢١,٠٨%.

الصنف السادس C_6

يضم هذا الصنف ، الصنف الخامس C_5 مع مفردة التربة: **Case (2)** : بيدون (٢) / المسار الشريطي الأول. وقد بلغت نسبة التشابه لهذا الصنف ٠,٢٧٦ في جدول (٢) تقابلها نسبة اختلاف ٠,٧٢٤. ومن الصفات المميزة لهذا الصنف ، وجود تجانس في التكوين المعدني للمعادن الثقيلة لمفصول الرمل الناعم فقد تراوح معدل قيم محتوى معادن **Pyroxene** لبيدونات هذا الصنف ما بين ٦,٤٩%–١٠,٢٤%.

الصنف السابع C_7

يضم هذا الصنف مفردتين من مفردات الترب هما: **Case (3)** : بيدون (٣) / المسار الشريطي الأول و**Case (6)** : بيدون (٣) / المسار الشريطي الثاني. ان قيمة معامل المسافة بين هاتين المفردتين كانت ٠,٥٤٤ كما هو موضح في جدول (١) ، اما نسبة التشابه في جدول (٢) فقد بلغت ٠,١٧٠ تقابلها نسبة اختلاف ٠,٨٣٠. ومن الصفات المميزة لبيدوني الترب لهذا الصنف وجود تجانس كبير في بعض الصفات الكيميائية إذ بلغ معدل قيم محتوى **Gypsum** ١,٨٣ و ٢,١١ غم كغم-١ . اما بالنسبة للمعادن الثقيلة لمفصول الرمل الناعم فقد لوحظ وجود انسجام في محتوى معادن **Pyroxene** إذ بلغ معدل قيم محتوى هذه المعادن لهذا الصنف ٢٢,٣٠% و١٧,٣٣% ، في حين بلغ معدل قيم محتوى معادن **Amphibole** ١٦,٧١% و١٣,٤٢%.

الصنف الثامن C_8

وهذا الصنف يضم الصنف السابع **C7** مع الصنف السادس **C6** ، لذا فهو يضم كافة بيدونات الدراسة والبالغ عددها تسع بيدونات. ويلاحظ من جدول (٢) ان نسبة التشابه بلغت ٠,٠٠ تقابلها نسبة اختلاف ١,٠٠ ، وهذا يعني حالة الاختلاف التام لبيدونات الترب الخاضعة للدراسة. ان حالة الاختلاف هذه تعكس التباين الكبير بين بيدونات الدراسة في طبيعة مكوناتها الرئيسة.

٢. طريقة Complete-linkage grouping (Furthest Neighbour) (FN)

أظهرت النتائج بان طريقة **FN** تبدي اصنافا واضحة نوعا ما مقارنة بالطريقة السابقة. وابتداءً من الاندماجات الأولية فان فصل المجموعات يبدو جيد الوضوح والتراص ، وظاهرة التسلسل فيها قليلة مع عدم حصول الاندماجات المتاخرة **[14]**. وبالرغم من ذلك يشير **[13]**إلى ان هذه الطريقة هي اقل اقناعا من الناحية النظرية من طريقتي **UPGMA** و**UPGMC** لكونها تأخذ أبعد المسافات بين المفردة المرشحة للاندماج وكل من المفردات الأعضاء في الصنف كاساس للاندماج **[2]**. ويوضح جدول (٢) قيم التشابه والاختلاف لكل صنف من الأصناف الناتجة بهذه الطريقة .

٣. طريقة Unweighted pair – group method using arithmetic averages (UPGMA)

أظهرت النتائج ان هذه الطريقة تبدي مجموعات واضحة نوعا ما إذ ان المسافة التي تلتحم بها المفردة المرشحة للاندماج مع مجموعة ما هي عبارة عن المتوسط الحسابي للمسافات بين كل مفردة في المجموعة والمفردة الجديدة **[3]**. غير ان تطبيق هذه الطريقة أدى إلى وجود ترب مفردة تمثل اصنافا معينة في بعض المستويات التصنيفية العليا وهذا ما اكده **[14]**. اما قيم التشابه والاختلاف لكل صنف من الأصناف الناتجة بهذه الطريقة ، موضحة في جدول (٢) .

٤. طريقة Weighted pair – group method using arithmetic averages (WPGMA)

أظهرت النتائج أن هذه الطريقة تعطي الوزن نفسه لاية مجموعتين مرشحتين للاندماج بغض النظر عن عدد مفردات كل منهما **[2]**. وقد انتقدت هذه الطريقة من قبل **[13]** إذ أشار الى انه ليس هناك من سبب

معقول لاستخدام مثل هذا الوزن (الذي تستند عليه هذه الطريقة) في تصنيف الترب. ويوضح جدول (٢) قيم التشابه والاختلاف لكل صنف من الأصناف الناتجة بهذه الطريقة .

ان التصنيف الناتج بهذه الطريقة مماثل لطريقة **UPGMA** الا ان المجموعات الكبيرة تبدو بهذه الطريقة منفصلة انفصالا اكثر وضوحا إذ تزداد المسافات بين تلك المجموعات اثناء نموها في المستويات التصنيفية المختلفة **[2]**. كما ان ظاهرة التسلسل فيها قليلة مع عدم حصول الاندماجات المتاخرة.

٥. طريقة Unweighted pair – group centroid method (UPGMC)

يوضح جدول (٢) الأصناف الناتجة بهذه الطريقة تكون المسافة بين مجموعتين هي المسافة بين مركزي المجموعتين **[3]**. وهذه تشبه طريقة **UPGMA** ما عدا انها تعتمد على المركز لكل مجموعة وهذا ما أشار اليه **[13]**. غير ان تطبيق طريقة **UPGMC** أدى إلى تاثرها بظاهرة التسلسل ، فضلا عن وجود ترب مفردة تمثل اصنافا معينة في بعض المستويات التصنيفية العليا وهذا ينسجم مع ما اكده الباحث**[3]**.

٦. طريقة Weighted pair – group centroid method (WPGMC)

أظهرت النتائج ان الطريقة الموزونة لمركز المجموعة تعطي اية مجموعتين مرشحتين للاندماج الوزن نفسه وهذا ما اكده **[3]** الذي اوضح ان هذه الطريقة فضلا عن طريقتي **UPGMA** و**UPGMC** هي من الطرق التي تحتفظ بالمجال. أما قيم التشابه والاختلاف لكل صنف من الأصناف الناتجة بهذه الطريقة فهي موضحة في جدول (٢) .

يتبين من جدول (٢) ان تطبيق هذه الطريقة أدى إلى فصل المجموعات فصلا اكثر وضوحا لاسيما في الاندماجات الأولية من الشكل التفرعي ، ولكن من جهة أخرى فان تطبيق هذه الطريقة أدى إلى وجود ترب مفردة تمثل اصنافا معينة في المستويات التصنيفية العليا وهذا مماثل لطريقتي **UPGMA** و**UPGMC**.

٧. طريقة Ward's method (Minimum Variance) (M.V.)

يوضح جدول (٢) الأصناف الناتجة بطريقة **Ward** حيث ان هذه الطريقة تهدف إلى تقليل مجموع مربعات المسافات بين المفردات ومراكز مجموعاتها **(Webster, 1979)**. ان تطبيق طريقة **Ward** أدى إلى ظهور مجموعات ذات تراص جيد في مختلف المستويات التصنيفية والتي كانت اكثر تجانسا مقارنة بالطرق التصنيفية الأخر **[14]** .

تشير نتائج ستراتيجية كل طريقة من طرق التصنيف العددي السابقة إلى ان هناك انسجام ملائم في المستويات التصنيفية الناتجة بالطرق **FN** و**WPGMA** و**M.V.** ، كما تشير هذه النتائج أيضاً إلى ان الأصناف الناتجة بالطريقتين **UPGMC** و**WPGMC** تمتلك انسجام واضح في مراحل التسلسل الهرمي.

مقارنة طرق التصنيف العددي باستخدام المعايير الرياضية

١. ظاهرة التسلسل Chaining

تشير نتائج حساب قيم معامل التسلسل لكل طريقة من طرق التصنيف العددي كما هو موضح في جدول (٣) إلى القيمة العالية لمعامل التسلسل في طريقتي **UPGMC** و**WPGMC** والتي بلغت ٠,٨٢١ وهذا يؤكد وجود ظاهرة التسلسل بشكل كبير ، الامر الذي يؤدي إلى صعوبة تمييز أصناف واضحة.

جدول (٣): قيم معايير تقييم طرق التصنيف العددي

Cluster analysis	Chaining coefficient	Proportion of the upper 20% fusions on the range of distance coefficient	Coephenetic correlation coefficient
Single linkage	**0.536**	**0.830**	**0.304**
Complete linkage	**0.357**	**0.786**	**0.311**
Average linkage (Within groups)	**0.643**	**0.911**	**0.305**
Average linkage (Between groups)	**0.357**	**0.748**	**0.302**
Centroid linkage	**0.821**	**0.972**	**0.305**
Median linkage	**0.821**	**0.826**	**0.292**
Ward linkage	**0.357**	**0.725**	**0.400**

اما في طريقتي **NN** و**UPGMA** فقد بلغت قيم معامل التسلسل ٠,٥٣٦ و٠,٦٤٣ ، وهذا أيضاً يشير إلى تاثر هاتين الطريقتين بظاهرة التسلسل ولكن بدرجة اقل مما هو عليه في طريقتي **UPGMC** و**WPGMC** وهذا يعزى إلى تمدد المجال نوعا ما في طريقتي **NN** و**UPGMA** كما هو موضح في جدول (٢) مما أدى إلى تكون مجموعات اكثر وضوحا.

اما في الطرق التصنيفية **FN** و**WPGMA** و**M.V.** فقد كانت قيمة معامل التسلسل ٠,٣٥٧ وهذه القيمة تشير إلى ظهور أصناف واضحة ومتماسكة ، وبالتالي فان ظاهرة التسلسل فيها قليلة وهذا يعزى إلى تمدد المجال بشكل كبير خاصة في طريقة **Ward** كما هو موضح في جدول (٢).

٢. ظاهرة الطباقية Stratification

تشير النتائج الموضحة في جدول (٣) الى ان قيم التناسب لنسبة ٢٠% من الالتحامات العليا في الطرق التصنيفية **NN** و**UPGMA** و**UPGMC** و**WPGMC** تراوحت ما بين ٠,٨٢٦-٠,٩٧٢ وهذه القيم تشير إلى ان التغايرات باتجاه قمة الشكل التفرعي تبدو اكثر وضوحا عند تطبيق هذه الطرق وهذا ما اشار اليه **[10]**. غير انه عند تطبيق الطرق التصنيفية **FN** و**WPGMA** و**M.V.** ادى إلى ظهور تجانس إلى حد ما في المجموعات الرئيسة من الاشكال التفرعية لهذه الطرق ، إذ كانت قيم التناسب ٠,٧٨٦ و٠,٧٤٨ و٠,٧٢٥. وهذه النتائج تشير إلى ان طريقة **Ward** مفضلة على الطرق الباقية لوجود تجانس اكبر باتجاه قمة الشكل التفرعي.

١. الصحة الوصفية Descriptive accuracy

تشير النتائج الموضحة في جدول (٣) إلى كون قيمة r_c = **0.400** في طريقة **Ward** تدل على ان الاختلاف الحاصل بين المجال الوصفي الاصلي والمجال المعرف بواسطة مصفوفة قيم الاندماجات لهذه الطريقة هو اكبر مما هو عليه في الطرق التصنيفية الاخر. وهذا يشير إلى ان طريقة **Ward** تمدد وتوسع المجال مقارنة ببقية الطرق التصنيفية الاخر إذ تراوحت قيم r_c ما بين ٠,٢٩٢-٠,٣١١. لذا فان طريقة **Ward** تبدي اصناف اكثر وضوحا وذات تراص جيد.

<u>الاستنتاجات والتوصيات:</u>

الاستنتاجات

لدى مقارنة الأصناف الناتجة عن تطبيق الطرق التصنيفية العددية ، لوحظ ان الصفات المورفولوجية التي ساهمت كمتغيرات في تصنيف الترب لم تؤثر تأثيراً فعالا في هذا التصنيف مقارنة بالصفات الفيزيائية والكيميائية والمعدنية لبيدونات الترب الخاضعة للدراسة. كذلك لوحظ وجود انسجام في الأصناف الناتجة في الطرق التصنيفية **FN** و**WPGMA** و**M.V.** غير ان تطبيق طريقة **Ward** أدى إلى ظهور مجموعات أكثر وضوحا مع العلم ان مستوياتها التصنيفية هي الأكثر تجانسا مما هي عليه في طريقتي **FN** و**WPGMA** ، لذا اختيرت طريقة **Ward** بناءً على المعايير الرياضية كأحسن طريقة تصنيفية عددية.

التوصيات

١. ضرورة تطبيق طرق التصنيف العددي المتنوعة على ترب متباينة في درجة تطورها لغرض تحديد افضل صفات التربة المستخدمة في الطرق التصنيفية العددية.

٢. ضرورة تجريب مقاييس مسافات أخر لحساب معامل المسافة ما بين وحدات الترب المنتخبة وذلك للكشف عن العلاقات المشتركة بين تلك الوحدات وعلى أساس الصفات المختارة لحساب هذا المعامل.

المصادر:

1. Hole, F. D; and M. Hironaka. "An experiment in ordination of some soil profiles" *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*,Vol. 24, pp. 309-312, 1960.
2. Sneath, P. H. A; and R. R. Sokal. *Numerical taxonomy*, Copyright by W. H. Freeman and Company, 1973.
3. Webster, R. *Quantitative and numerical methods in soil classification and survey*, Oxford University Press, 1979.
4. Day, P. R. "Particle fractionation and particle-size analysis" In Black, C. A. et al. (eds.) *Methods of soil analysis*, Am. Soc. Agron., 1965.
5. Blake, G. R. "Bulk density" In Black, C. A. et al. (eds.) *Methods of soil analysis*, Am. Soc. Agron., 1965.
6. U. S. Salinity laboratory staff. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, USDA., Handbook No. 60, 1954.
7. Jackson, M. L. *Soil chemical analysis*, University of Wisconsin, Madison, 1958.
8. Theisen, A. A.; and M. E. Harward. " A paste method for preparation of slids for clay mineral identification by X-ray diffraction" *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Vol.26, pp. 90-91, 1962.
9. Milner, H. B. *Sedimentary petrography*, 4th ed., T. Murby and Co., London, 1962.
10. Williams, W. T; J. M. Lambert; and G. N. Lance. "Multivariate in plant ecology" *J. Ecol.*, Vol.54, pp. 427-445, 1966.

11. العاني ، آمال محمد صالح. *تطبيقات التصنيف العددي في تصنيف بعض سلاسل ترب كتوف الانهار في السهل الرسوبي العراقي*. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، العراق. ٢٠٠٦.

12. Mather, P. M. *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*, Wiley, London, 1976.
13. Arkley, R. J. "Statistical methods in soil classification research" *Adv. Agron.* Vol.28, pp. 37-70, 1976.

١٤- المعيني ، عبد الجبار خلف. *التصنيف العددي وتطبيقاته في ترب السهل الرسوبي العراقي* اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، العراق. ١٩٩٠.