الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـامعــة الشهيد حمه لخصر الوادي

كليــة العلــوم والتكنولوجيا
قســم الـري والهندسـة المدنيـة

مذكرة تخرج

لنيــل شهـادة المـاستر في الري

تخصص: تصميم وتشخيص أنظمة التموين بمياه الشرب والتطهير

تحت عنوان:

دراسة تجريبية للخصائص الفيزيوكيميائية للتربة في ولاية الوادي

تحت إشراف:

الأستاذ: ماني محمد
الأستاذ ميلودي عبد المنعم

إعداد الطلبة:

- مأمون شاكر
- دباب علي

دفعة جوان 2017

تشكرات

الحمد لله والشكر لله والصلاة والسلام على رسول الله صلى الله عليه وسلم.

يطيب لنا أن نضع هذا العمل المتواضع ونتقدم ببالغ الشكر والتقدير للأستاذين الكريمين الأستاذ ماني محمد والأستاذ ميلودي عبد المنعم على اقتراحهم لموضوع المذكرة وما بذلاه من جهد ومتابعة مدة الاشراف.

ونتقدم بالشكر الجزيل لكل أساتذة قسم الري والهندسة المدنية الذين قدموا لنا كل العون طيلة مشوارنا الدراسي.

وإلى كل الزملاء طلبة قسم الري.

شاكر ، علي

ملخص

في هذا العمل، قمنا بدارسة الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة في ولاية الوادي وإمكانية استعمالها في البناء ورسم خريطة للمنطقة المدروسة.

في المرحلة الأولى قمنا باختيار خمسة عينات من التربة وهي: رمل الكثبان بلدية الرباح، رمل الفولية بلدية الرقيبة، رمل جامعة بلدية جامعة، رمل المرارة بلدية المرارة ورمل عسيلة بلدية سطيل.

ثم أجرينا بعض التجارب على كل نوع من التربة لمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيمائية لكل نوع، وحسب النتائج المتحل عليها فإن التربة الرملية باختلاف أنواعها يمكن استعمالها في الخرسانة مباشرة أو بإدخال تصحيحات عليها بإضافة مواد معدلة في التدرج الحبيبي حسب المعاير والمقاييس اللازمة لذلك.

بالنسبة للتربة الطينية (المرارة) والجبسية (الفولية) لا يمكن إستعمالها في البناء.

وفي المرحلة الأخير من هذا البحث قمنا برسم خريطة المناطق المدروسة وتحديد الخصائص الفزيائية والكيميائية عليها.

Résumé

Dans ce travail, nous avons une étudié les propriétés Physico-chimiques du sable dans la wilaya d’el oued, et la possibilité de leur utilisation dans la construction, et la cartographie de la zone étudiée.

Dans la première étape, nous avons sélectionné cinq échantillons du sable : sable de dunes la commune de Robbah, sable Foulia la commune de Reguiba, sable djamaa la commune de djamaa, sable Mrara la commune de Mrara et sable assila la commune de still.

Ensuite, nous avons effectué des tests sur chaque type de sable pour déterminer les propriétés Physico-chimiques pour chaque type, et en fonction des résultats les sables sablonneux dans différents types peuvent être utilisés directement dans le béton ou entrer des corrections en ajoutant des matériaux modifiés en gradation en fonction du calibrage et les normes nécessaires.

Pour les sols argileux (sable elmorrara) et le gypse (sable Alfouliya) ne peuvent pas être utilisés dans la construction.

Dans la dernière étape de cette recherche, nous avons cartographie la zone étudiée, et indiqué les propriétés Physico-chimiques du sable dans chaque carte.

summary

In this work, we have studied the physical-chemical properties of sand in the wady of el oued, and the possibility of their use in construction, and the mapping of the studied area.

In the first stage, we selected five sand samples: sand dunes the commune of Robbah, sand Foulia the commune of Reguiba, sand djamaa the commune of djamaa, sand Mrara the commune of Mrara and sand assila the municipality of still.

Then we performed tests on each type of sand to determine the Physico-chemical properties for each type and depending on the results the sandy sands in different types can be used directly in the concrete or enter corrections by adding modified materials In gradation according to the calibration and the necessary standards.

For clay soils (elmorrara sand) and gypsum (sand Alfouliya) can not be used in construction.

In the last stage of this research, we mapped the studied area, and indicated the Physico-chemical properties of the sand in each map.

فهرس المواضيع

الرقم	الموضوع	الصفحة
	المقدمة العامة	01
	الفصل الأول : الموقع والاطار الطبيعي	02
I	الموقع	02
1	الموقع الجغرافي	02
II	الاطار الطبيعي	03
1	الطبوغرافيا	03
أ	الكثبان الرملية	03
ب	الأحواض (الصحون)	04
ج	السيوف	04
د	الشطوط و المنخفضات	05
2	الجيولوجية	05
1-2	الكريتاسي السفلي(le crétacé Inférieur)	05
2-1-أ	البارميان(le barrémien)	06
2-1-ب	الألبيان (L'Albien)	06
2-2	الكريتاسي العلوي:	06
2-2-1	الفراكونيان le vroconien	06
2-2-2	السينومانيان le cénomanien	06
2-2-3	التيرونيان le turonien	06
2-2-4	السينونيان le sénonien	06
2-3-	الزمن الثالث le tertiaire	06
2- 3- 1	الليوسان l'Eocène	06
2-2-3	الميوباليوسين le Miopaliocène	07
2-4	الزمن الرابع le quaternaire	07
2-4-1	الطبقة الطينية	07
2-4-2	الطبقة الرملية	07
2-5	تكوينات الزمن الرابع القاري	07
2-5-1	الرمل الحديدي	07
2-5-2	الرمل الأبيض الصفائحي(التافزا)	07
2-5-3	الصلصال	07
2-5-4	الجبس	07
2-5-5	اللوس la rose du sable	08
2-5-6	الحجر الرملي الأبيض	08
2-5-7	الترشا	08
2-5-8	الكثبان الرملية الحديثة	08
3	التربة	08
3-1	العرق	08
3-2	القشرة الجبسية الكلسية(Gypso- Calcaires)	08
3-2	القشرة الجبسية	08

4	المناخ	08
1-4	الحرارة	08
2-4	الأمطار	10
3-4	التبخر	12
4-3-ب	الرطوبة	13
4-4	الرياح	14
1-4-4	الصحراوي	14
2-4-4	الشهيلي	14
3-4-4	البحري	14
III	الهيدروجيولوجية	15
1	طبقة المياه السطحية (المنطقة الحرة)	16
2	طبقة المركب النهائي	16
1-2	طبقة الرمال (Nappe de Sables).	16
2-2	الطبقة الكلسية (Calcaires)	17
3	طبقة القاري المتداخل	17
IV	أصل مياه مختلف الطبقات المائية	18
1	طبقة المياه السطحية	18
2	طبقة الميوبلييوسان(Miopliocène)	19
3	طبقة الألبي	19
	الخلاصة	19
	الفصل الثاني التعريف بمختلف أنواع التجارب وقواعدها التي تنص عليها	20
	مقدمة	20
I	تجارب الخصائص الفيزيائية	20
1-I	تجربة الغربلة	20
2-1-I	الهدف من التجربة	21
3-1-I	استعمالاتها في مجال الانشاء	21
4-1-I	خطوت التجربة	22
5-1-I	الحسابات و النتائج	22
2-I	المكافئ الرملي (Equivalent de sable)	25
2-1-I	الهدف من التجربة	25
3-1-I	استعمالاتها في مجال الانشاء	26
3-I	تجربة الكتلة الحجمية	26
1	الكتلة الحجمية الظاهرية (Masse volumique apparente)	26
2	الكتلة الحجمية المطلقة (Masse volumique absolue)	27
3-1-I	استعمالاتها في مجال الانشاء	27
4-I	تجربة بركتر	28
5-I	تجربة حدود اترباك	29
6-I	تجربة الانتفاش	31
-II	تجارب الخصائص الكيميائية	32
1-II	طريقة المحاليل	32

2-II	طريقة الأشعة تحت الحمراء	32
1-2-II	الجهاز المستعمل للتحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء	32
3-II	طريقة انعراج الأشعة السينية	33
1-3-II	الجهاز المستعمل في انعراج الأشعة السينية	34
	الخلاصة	34
	الفصل الثالث الجانب العملي	35
	مقدمة:	35
I	تجارب الخصائص الفيزيائية	35
1-I	تجربة الغربلة	35
2-I	تجربة المكافئ الرملي	39
3-I	تجربة الكتلة الحجمية	40
4-I	تجربة بركتر	41
5-I	تجربة حدود اترباك	41
6-1	تجربة الانتفاش	43
II	نتائج التحاليل الكيميائية	44
	الخلاصة	45
	الفصل الرابع : لمحة على البرنامج الذي يرسم الخرائط	46
	مقدمة:	46
I	فوئد برامج نظم المعلومات الجعرافية	46
II	أنواع برامج نظم المعلومات الجغرافية	46
1-II	Desktop GIS :ESRI ArcGIS	47
1-1-II	مكونات البرنامج	47
2-1-II	خصائص البرنامج	47
III	رسم خريطة المنطقة المدروسة	47
	الخلاصة	50
	الخلاصة العامة والتوصيات	51

فهرس الجداول

جدول 01	التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة	09
جدول 02	التغيرات الشهرية للتساقطات	10
جدول 03	التغيرات الشهرية للتبخر	12
جدول 04	التغيرات النسبية للرطوبة	13
جدول 05	تغيرات سرعة الرياح	15
جدول 06	ملخص المياه المستغلة داخل إقليم وادي سوف	18
جدول 07	تصنيف التربة حسب تجربة الغربلة	24
جدول 08	علاقة المكافئ الرملي ونوعية وطبيعة الرمل	26
جدول 09	تصنيف الركام حسب الكتلة الحجمية	28
جدول 10	نتائج تجربة التدرج الحبيبي رمل الكثبان	35
جدول 11	نتائج تجربة التدرج الحبيبي رمل جامعة	36
جدول 12	نتائج تجربة التدرج الحبيبي رمل عسيلة	37
جدول 13	معيار النعومة	38
جدول 14	النسب المئوية للمكافئ الرملي	39
جدول 15	الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة	40
جدول 16	تغيرات الكتلة الحجمية الجافة	41
جدول 17	تحديد حد السيولة	42
جدول 18	تحديد حد اللدونة	42
جدول 19	معامل الانتفاش	43
جدول 20	نتائج التحاليل الكيميائية	44

فهرس الأشكال

شكل 01	التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة	09
شكل 02	التغيرات الشهرية للتساقطات	10
شكل 03	منحنى قوسن	11
شكل 04	منحنى أمبيرجي	12
شكل 05	التغيرات الشهرية للتبخر	13
شكل 06	التغيرات النسبية للرطوبة	14
شكل 07	التغيرات الشهرية لسرعة الرياح	15
شكل 08	الأداة المستعملة في تجربة الغربلة	25
شكل 09	منحنى تجربة التدرج الحبيبي رمل الكثبان	36
شكل 10	منحنى تجربة التدرج الحبيبي رمل جامعة	37
شكل 11	منحنى تجربة التدرج الحبيبي رمل عسيلة	38

فهرس الصور

الصورة 01	الكثبان الرملية	03
الصورة 02	الصحن	04
الصورة 03	السيوف	04
الصورة 04	الشطوط	05
الصورة 05	غرابيل الترتيب الحبيبي	21
الصورة 06	القالب القياسي لدمك التربة	28

الصورة 07	أجهزة تحديد حدي السيولة واللدونة	30
الصورة 08	مطياف الامتصاص ما تحت الأحمر ولواحقه	33
الصورة 08	جهاز انعراج الأشعة السينية	34

فهرس الخرائط

الخريط 01	الموقع الجغرافي لمدينة وادي سوف	02
الخريط 02	منطقة جامعة	48
الخريط 03	منطقة المرارة	48
الخريط 04	منطقة الرقيبة	49
الخريط 05	منطقة الرباح	49
الخريط 06	منطقة سطيل	50

المقدمة العامة

تعد التربة من أكثر الظواهر الطبيعية المؤثرة في حياتنا، فهي من أقدم ما عرفه الإنسان فاستعملها في مجالات الحياة العامة من زراعة وتشييد وغيرها. أما التشييد فقد شيد عليها وشيد بها وشيد فيها وأخرج منها ما يحتاجه من غذاء وماء ومعادن ومواد ضرورية لحياته اليومية. فكان التشييد عليها كما هو الحال في أساسات المنشآت وشيد بها كما هو الحال في السدود الترابية ، وشيد فيها الأنفاق والمناجم وغيرها.

إن الأتربة الموجودة على وجه البسيطة تختلف في لونها و حجمها و مقدار صلابتها، و شدة تماسكها وكيفية تموضعها وغيرها من الاختلافات التي نستطيع من خلالها أن نميز نوع من التربة عن غيره في جميع مجالات الحياة .

إن معظم الاختلافات المذكورة مردها إلى التركيبة الكيمائية، وإلى كيفية تموضع وتشكل هذه التربة منذ نشأتها الأول .

إن منطقة وادي سوف كباقي بقاع العالم تحتوي على سطح متباين الألوان و الأنواع من الأتربة ، يستغل بعضه في الزراعة و البعض الآخر إما مهمل أو مستغل في مجالات الإنشاء المختلفة .

فما هي أهم أنواع الأتربة الموجودة في منطقة وادي سوف ؟ وما هي أهم الخصائص الفيزيائية والكيمائية التي تميزها ؟ وما مدى مطابقتها للقواعد المنصوص عليها في علوم الإنشاء المختلفة ؟ وهل يمكن تشكيل خريطة توضح أماكن تواجد كل نوع في المنطقة ؟ ليتسنى للباحثين و المنتجين معرفتها بكل يسر أو على الأقل معرفة الحدود الجغرافية و الحدود القانونية لها.

لهذا تتمحور هذه الدراسة حول معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة بعض مناطق ولاية الوادي من خلال القيام ببعض التجارب المخبرية ، وذلك بغرض معرفة امكانية استعمالها في البناء ورسم خريطة المنطقة المدروسة.

وللوصول إلى الغاية المرجوة قمنا بتقسيم عملنا هذا إلى أربعة فصول تتمثل في :

الفصل الأول قمنا فيه بالتعريف بالموقع والإطار الطبيعي للمنطقة ، والذي يشتمل على الوضعية المناخية وكذلك الإطار الطبوغرافي والجيولوجي و الهدروجيولوجي وأنواع التربة.

أما الفصل الثاني خصصناه للتعريف بمختلف أنواع التجارب وقواعدها التي تنص عليها من أجل معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

أما الفصل الثالث والذي يمثل الجزء العملي فيتناول المراحل التجريبية لمختلف أنواع التربة المحددة ومناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها وامكانية استعمالها في البناء.

لنخلص في الفصل الرابع برسم خريطة لمختلف أنواع التربة لمنطقة الدراسة باستعمال برنامج رسم الخرائط.

الفصل الأول:

الموقع والاطار الطبيعي

I-الموقع:

1-الموقع الجغرافي:

تقع ولاية الوادي في الجنوب الشرقي من الوطن ، تبلغ مساحتها 44.586,80 كلم^2 .

كانت ولاية الوادي بعد الاستقلال دائرة تضم (05) خمس بلديات تابعة إداريا لولاية بسكرة.

خلال التقسيم الإداري ليوم 04-02-1984 ارتقت الوادي لمستوى ولاية لتضم 12 دائرة. إن ولاية الوادي يحدها:

من الشمال الشرقي :ولاية تبسة.

من الشمال :ولاية خنشلة.

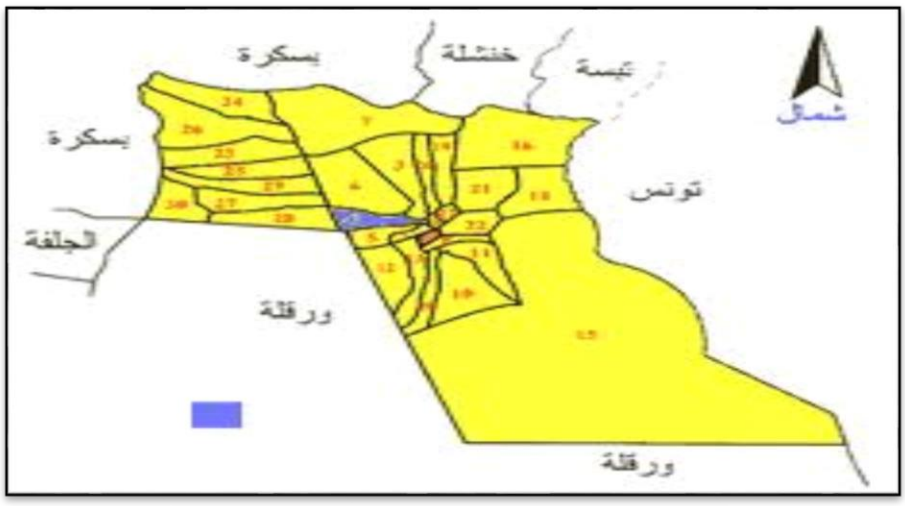
من الشمال الغربي :ولاية بسكرة.

من الغرب :ولاية الجلفة.

من الجنوب :ولاية ورقلة.

ولها حدود شرقية مع دولة تونس على مسافة تقدر بحوالي 300 كلم 2 كما تمثله الخريطة رقم (1)، تضم ولاية الوادي 12 دائرة مقسمة إلى 30 بلدية[1] .

الخريطة رقم (01) الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف



[1] La wilaya d'El Oued par les chiffres 2003 : présentation de la wilaya- Données générales sur la wilaya- limites de la wilaya page 02

II-الاطار الطبيعي

مقدمة:

للتوصل إلى دراسة جادة لإقليم ما، ينبغي علينا معالجة متغيرات الإطار الطبيعي الذي يؤثر على نوعية التربة وخصائصها أهمها الطبوغرافيا والجيولوجيا.

1-الطبوغرافيا:

إقليم وادي سوف جزء من الصحراء الشرقية المنخفضة التي تعتبر حوض رسوبي أهم ما يميزها الكثبان الرملية التي تتخللها بعض المناطق المنبسطة (الصحون)، كما نجد ما يعرف (بالسيوف). بالنسبة لانحدارات المنطقة فهي ضعيفة لا تفوق 5% مما يعرقل عمليات التهيئة بخصوص المشاريع و عمليات التصريف.

أ -الكثبان الرملية:

تظهر بشكل تراكمات رملية موجودة على شكل سلاسل تغطي نسبة % 60 من مساحة الإقليم يصل ارتفاعها ما بين 59 متر(بلدية قمار) إلى 127 متر(بلدية الرباح)، تتخلل هذه الكثبان مناطق منخفضة من صنع الإنسان التي تميز الطابع الفلاحي للمنطقة و هي ما يعرف باسمها المحلي (الغوط) يصل انخفاضها إلى 25 متر تحت سطح البحر، تتركز الكثبان الرملية بصفة خاصة في الجزئين الجنوبي و الغربي و يمكن أن يتعدى سمكها ال 100 متر[2].

الصورة 01 الكثبان الرملية

[2] مصطفاوي عمار، القطاع الفلاحي بين القديم والجديد بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2002 ص10 .

ب -الأحواض (الصحون):

كلمة صحن تعريف محلي، فهذه المناطق تعرف انبساط متواجد ببعض المناطق بالشمال الشرقي (بلدية الدبيلة -بلدية حاسي خليفة) و تتواجد أساسا بالشمال الغربي للإقليم: (بلدية قمار – بلدية الرقيبة).

الصورة 02 الصحن

ج -السيوف:

تشبه الكثبان الرملية إلى حد كبير لكن عنصر التمييز بينهما هو الارتفاع و الامتداد و شكل القمم الحادة، يصل ارتفاع السيوف إلى 100 متر.

الصورة 03 السيوف

د-الشطوط و المنخفضات

تعتبر منطقة سوف أخفض منطقة في الجزائر، ويظهر ذلك في الجهة الشمالية منها حيث نجد " شطوط ملغيغ و مروانة " . هذا الأخير ينخفض نحو 36 متر دون مستوى سطح البحر .كما يمكن مشاهدة بعض الهضاب الصخرية (الحمادات) في الجهة الشمالية من سوف خاصة في الطريق نحو بلاد النمامشة و الزيبان.

الصورة 04 الشطوط

2-الجيولوجية[3]:

بشكل عام على كامل الإقليم تظهر تكوينات الميوبليوسان (Miopliocènes) المغطاة بطبقة معتبرة من تكوينات الزمن الرابع (quaternaires) متكونة على شكل كثبان رملية و التي تعطي ميلاد العرق الشرقي الكبير.

من خلال التنقيبات المنفذة عن طريق الآبار العميقة(Forages) بإقليم وادي سوف أدلت بالتكوينات التالية:

2-1-الكريتاسي السفلي(le crétacé Inférieur)

هي تكوينات الزمن الثاني

[3] S.Benhamida ; R.Medjber, A.Maameri, Agence nationale des ressources hydrauliques, Direction régionale sud / Ouargla , Rapport de synthèse sur la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de Oued Souf- Octobre 1999 Page 06.

2-1-أ -البارميان(le barrémien)

متكون أساسا من تكوينات سيدمنتولوجية (formations Sédimentaires) البارميان متكون من غضار مع الأرجيل و أحيانا بعض الممرات من الكلس الدولوميتي سمكه يتراوح بين 200 - 300متر.

2-1-ب – الألبيان (L'Albien):

مفصول عن البرميانle barrémien عن طريق حزام من الآبتيان، الألبيان متكون أساسا من تناوب دولوميت و مارن و حجر رملي مع ممرات من السيليس(silex) سمكه يتراوح من 100 متر إلى 150متر.

2-2 الكريتاسي العلوي:

2-2-1 الفراكونيان le vroconien:

هو منطقة انتقالية بين الألبيان الرملي و السينوميان الأرجيلي

2-2-2 السينومانيان le cénomanien:

كل التقنيات تؤكد أن هذه المنطقة متكونة من تناوب دولوميث و كلس دولوميتي، مارن دولوميتي والأرجيل(anhydritiques)

2-2-3 التيرونيان le turonien:

هو الطبقة التي توافق الأساس السفلي (la base) المركب النهائي و متكون من الكلس الدولوميتي والدولومي ميكروكريستالين (dolomies micro-cristallines) سمكها يفوق في بعض الحالات 600 متر.

2-2-4السينونيان le sénonien :

السينونيان مقسم إلى مجموعتين:

-السينونيان البحري le sénonien lagunaire : المتكون أساسا من كلس دوليميتي و الآنيديت (anhydites).

-السينونيان الكاربوناتي le sénonien carbonaté : يتكون من دولوميت مع تداخل المارن الطيني مع جزء من الكلس المتشقق و الدولوميت المتحول سمكه يفوق 300 متر.

2-3-الزمن الثالث le tertiaire:

هو طبقة ذات سمك يتراوح بين 450 متر إلى 600 متر نجد في قمتها:

2- 3- 1-الليوسان l'Eocène :

الليوسان مركب من الرمل الطيني و الجبس و القرافي نجد في الأسفل مستويات الميوبالليوسين Miopaliocène

2-2- 3-الميوبالیوسین le Miopaliocène:

متكون أساسا من تركيبات رملية مع آثار الطين الجبسي كنتيجة نستطيع القول أن الحوض الصخري للمجال المدروس يتكون في القاعدة من تكوينات بحرية غنية بالماء شكلت سماط مائي توضعت عليه تكوينات الزمن الثاني والثالث بتموضعه بشكل غير متساوي السمك يتعدى أحيانا 2000 متر.

2-4-الزمن الرابع[4] le quaternaire :

2-4-1-الطبقة الطينية:

هي طبقة غير نفوذة تفصل بين السماط المائي السطحي (الطبقة الحرة) و الطبقات المائية للمركب النهائي.

2-4-2الطبقة الرملية:

تحتوي على السماط المائي السطحي أو ما يعرف بالطبقة الحرة سمكها يتراوح بين 50 متر – 120متر.

2-5-تكوينات الزمن الرابع القاري:

لمعرفة مكونات هذا الزمن اعتمدنا مقطع من التربة بعمق 2,5 متر(Bataillon 1959) J.Claude لنحصل على التكوينات التالية :

2-5-1-الرمل الحديدي:

صخر متداخل البنية يوجد على عمق أكثر من 2 متر[5].

2-5-2-الرمل الأبيض الصفائحي(التافزا):

هي مادة أولية لاستخراج الجبس تدخل نوعا ما ضمن عائلة الرمل الأبيض الصلب، تتواجد على عمق من 1.50 متر إلى 2 متر و سمكها لا يتعدى ال 30 سم.

2-5-3-الصلصال:

صخر له شكل صفائح صلبة متكون من بلورات حديدية متداخلة رقيقة، سمكه ضعيف، درجة تماسكه عالية.

2-5-4-الجبس:

تتكون الطبقة من الجبس الدقيق الممزوج بالرمل، وهو مادة أساسية في البناء كونه عازل جيد للحرارة و له معامل ناقلية ضعيف، يستعمل محليا كمادة لاحمة و كذلك مادة صقل للجدران الداخلية والخارجية للمباني.

[4] مصطفاوي عمار، القطاع الفلاحي بين القديم والجديد بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2002 ص 14-16.

[5] الوصيف بشير، حني أيوب، دراسة الطبقات المائية ومجرى وادي سوف القديم، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2015 ص 20.

2-5-5-اللوس la rose du sable:

يعرف باسم وردة الرمال متكون من جبس و رمل على شكل بلورات متداخلة صلبة غير نفوذة، سمكها يصل إلى أكثر من 10 سم و هي أيضا تستعمل في البناء.

2-5-6-الحجر الرملي الأبيض:

حجارة ذات اللون الأبيض متكونة من حصى بلورية دقيقة سمكها يقدر حوالي 70 سم.

2-5-7-الترشا:

طبقة سطحية لينة قابلة للتفتت و الذوبان السريع ناتجة عن تصلب الحبيبات الجبسية الممزوجة بالرمل، فهي تستعمل في صناعة الجبس سمكها يقدر حوالي 20 سم انطلاقا من مستوى سطح البحر.

2-5-8-الكثبان الرملية الحديثة:

تتكون من حبيبات رملية غير متماسكة، غير ثابتة دائمة الحركة بفعل الرياح.

3-التربة:[6]

تصنف ضمن الترب الصحراوية الهيكلية (les Audo-Soles) هناك نوعان:

3-1-العرق:

العرق صحراء من الرمل ميزتها الشساعة و الاتساع

3-2-القشرة الجبسية الكلسية(Gypso- Calcaires):

ترب فقيرة من المواد المعدنية المخصبة

3-3-القشرة الجبسية:

هذا النوع من الترب يميز منطقة الوادي ناتجة عن التفاعلات الكيماوية و الفيزيائية بين السماط المائي السطحي الموجود على عمق ضعيف و القشرة الجبسية الكلسية، هذه القشور موجودة على أعماق قريبة تتراوح بين 1,5 و 2 متر.

4-المناخ:

إقليم وادي سوف ينتمي للعرق الشرقي الكبير، فمناخه صحراوي يتميز بصيف حار وجاف وشتاء دافئ و جاف، و بدرجة حرارة تقارب أحيانا ال 52°م.

4-1-الحرارة:

نظرا لطبيعة المنطقة الصحراوية، فإقليم وادي سوف يتميز بفارق حراري كبير، كما يبينه الجدول رقم(01) للتغيرات الشهرية لدرجات الحرارة للفترة (1978-2016) فإن أقصى قيمة تسجل في شهر جويلية 44.14°م و أدنى قيمة تسجل في شهر جانفي 9.62°م بمعنى الفارق الحراري يتعدى 34°م

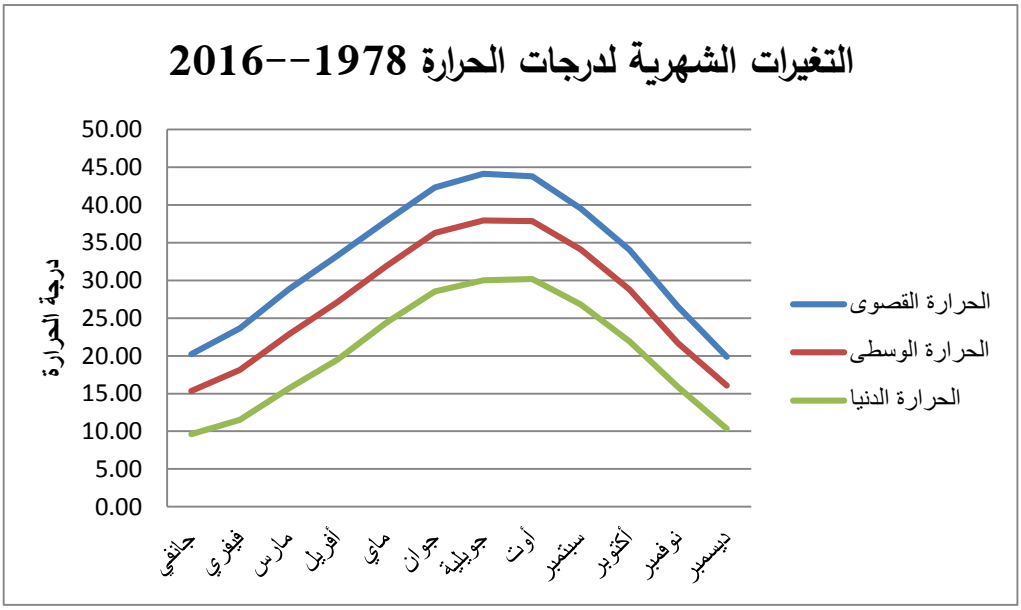
[6] مصطفاوي عمار، القطاع الفلاحي بين القديم والجديد بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2002 ص 16-17.

يقدر متوسط درجة الحرارة السنوي لفترة (1978-2016م) بـ 27.34°م وما يؤكده الجدول رقم (01) والشكل رقم (01) حسب محطة الأرصاد الجوية بقمار.

جدول رقم :(01) التغيرات الشهرية لدرجات الحرارة للفترة (1978-2016)[7]

الأشهر / الحرارة	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الحرارة القصوى	20.24	23.67	28.82	33.29	37.85	42.33	44.14	43.80	39.52	34.05	26.50	19.86
الحرارة الوسطى	15.33	18.14	22.84	27.13	31.89	36.31	37.95	37.88	34.08	28.79	21.66	16.06
الحرارة الدنيا	9.62	11.51	15.69	19.49	24.37	28.52	30.03	30.18	26.79	21.89	15.87	10.32

الشكل رقم (01) :التغيرات الشهرية لدرجات الحرارة



[7] O.N.M El oued Guemar, 2016.

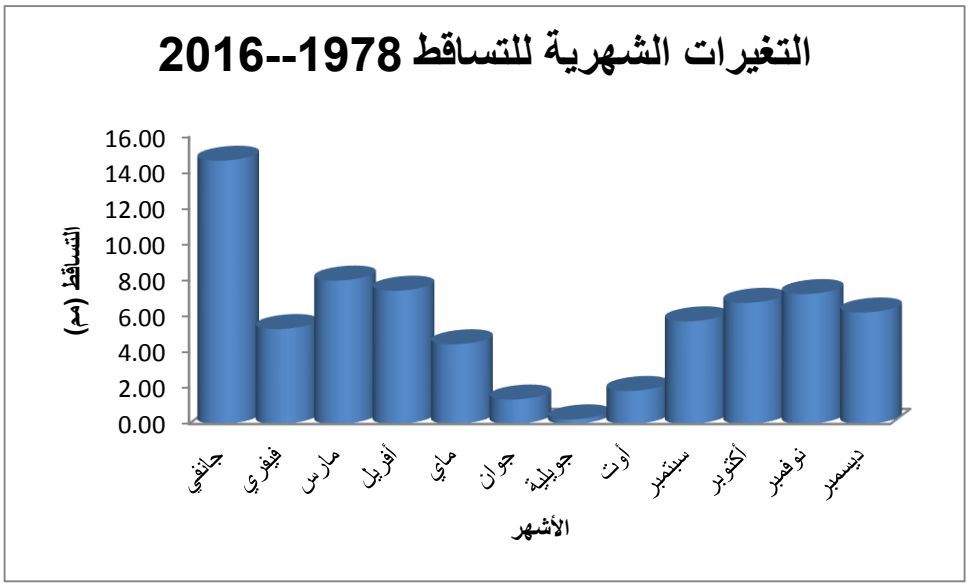
4-2-الأمطار:

تحليل التساقطات بإقليم وادي سوف وضح عدم انتظامها حيث نجد مرحلتين، الأولى مرحلة ممطرة تمتد من شهر سبتمبر إلى شهر أفريل بأقصى قيمة قدرت بـ 14.67 ملم تسجل في شهر جانفي، أما المرحلة الثانية هي الجافة تميز باقي شهور السنة، أضعف قيمة سجلت في شهر جويلية قدرت بـ 0.26 ملم، أما متوسط التساقط يقدر بحوالي 70 ملم و هي قيمة ضعيفة بمنطقة بها درجة تبخر عالية جدا كما يوضحه الجدول رقم (02) والشكل رقم (02) الممثل للفترة (1978-2016م).

جدول رقم : (02) التغيرات الشهرية للتساقطات للفترة (1978-2016)[8]

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التساقط (مم)	14.67	5.29	7.99	7.43	4.44	1.36	0.26	1.84	5.72	6.75	7.24	6.21

الشكل رقم: (02) التغيرات الشهرية للتساقط



[8] O.N.M El oued Guemar, 2016.

العلاقة بين الحرارة و التساقط:

-منحنى قوسن:

لطبيعة المنطقة الصحراوية و مناخها القاسي فإن منحنى قوسن رقم (03) يوضح الجفاف الكامل على طول أشهر السنة. $P = 2T$

-علاقة أمبيرجي:

$$Q = 1000 . P / (M + m) / 2$$

حيث أن: Q دليل أمبيرجي.

P متوسط التساقط السنوي .

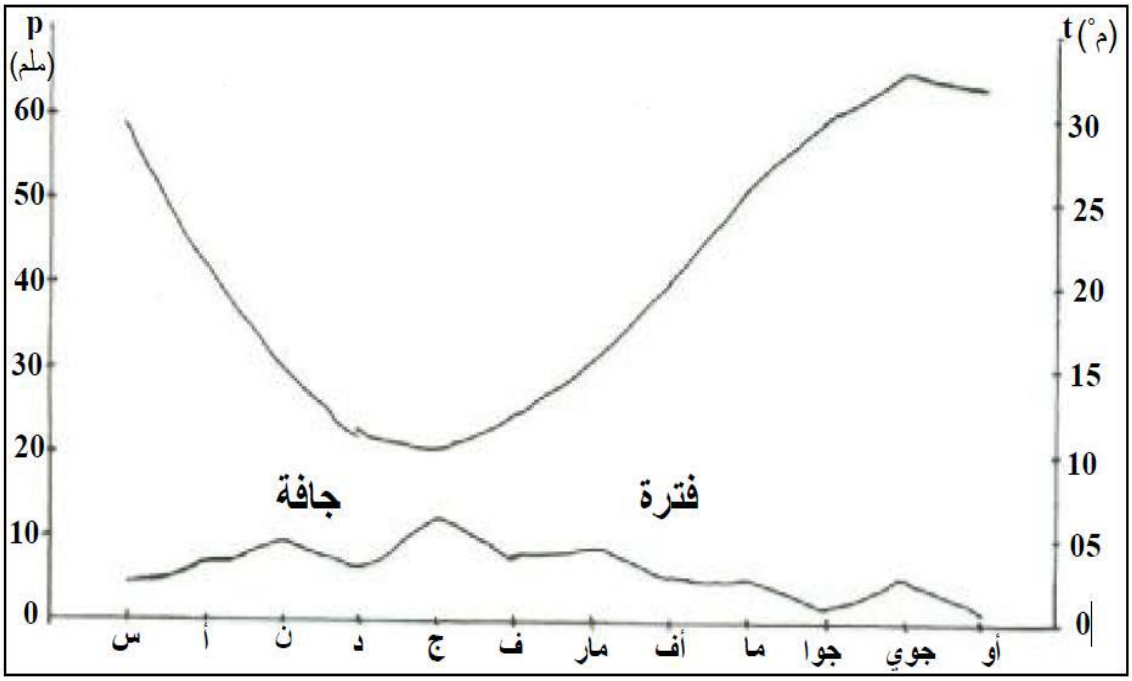
M متوسط درجة الحرارة القصوى لأكثر الأشهر حرارة مقاسة بالكالفن k .

m متوسط درجة الحرارة الدنيا لأكثر الأشهر برودة مقاسة بالكالفن .

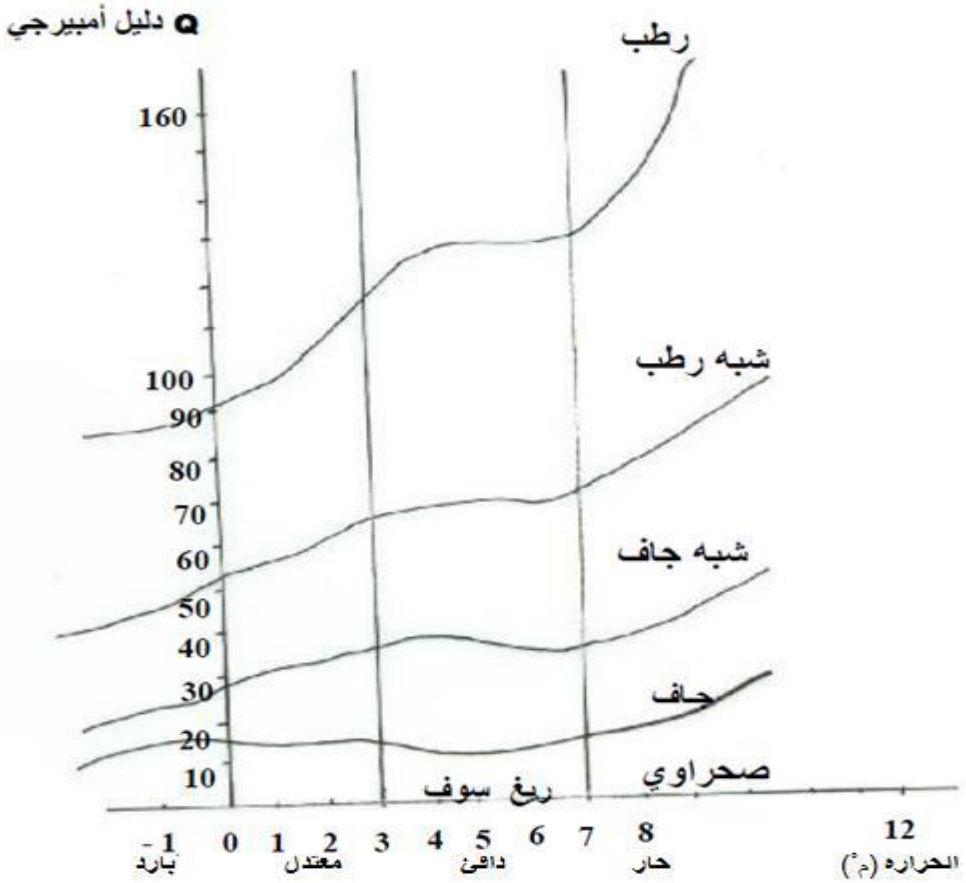
بالتطبيق العددي : $Q = 1000 \times 5,82 / 10469,95$

$$\mathbf{Q = 0,55}$$

علاقة أمبيرجي توضح المناطق الحيوية للإقليم كما هو مبين في الشكل رقم(04) ، فإقليم وادي سوف صحراوي ذو شتاء معتدل.



الشكل رقم (03) : منحنى قوسن.



الشكل رقم (04) : منحنى أمبيرجي.

3-4-أ التبخر :

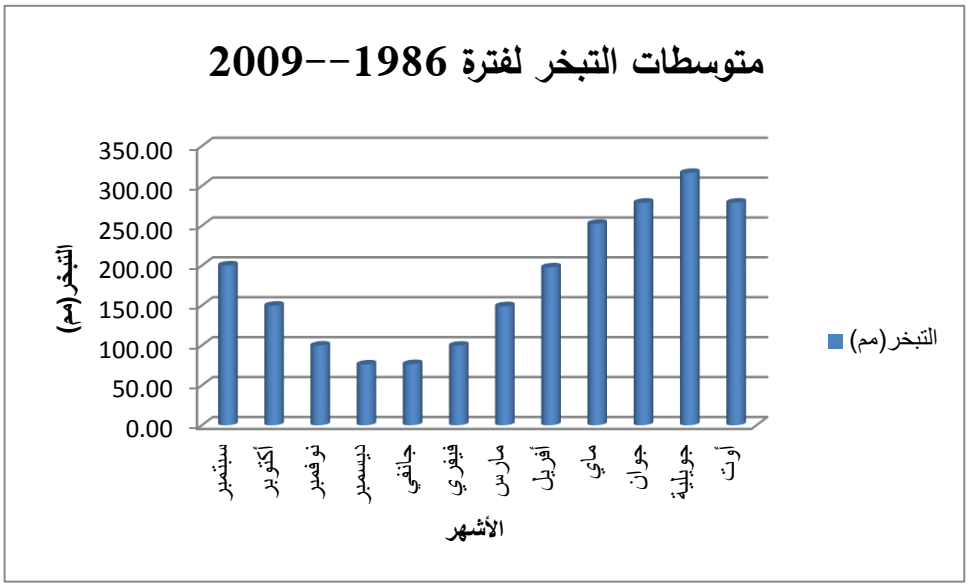
عامل التبخر سجل خلال السنوات الأخيرة قيم مهمة ما بين 160 و 200 ملم، يمكن تفسيرها بما يلي :الحرارة و التساقط خاصة عام 1998 حيث عرف هذان العاملان زيادة هامة دون أن ننسى الغطاء النباتي النتح(ETP). الشكل رقم (05) يمثل التغيرات النسبية للفترة (1986-2009م).

جدول رقم : (03) المتوسطات الشهرية للتبخر للفترة (1986-2009)[9]

الفصول	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
التبخر (مم)	200.08	149.64	99.68	76.00	76.47	99.55	148.93	197.68	252.37	278.76	316.13	278.88

[9] O.N.M El oued Guemar, 2016.

الشكل رقم: (05) تغيرات الشهرية للتبخر



4-3-ب الرطوبة:

إن معطيات محطة الإرصاد الجوية بقمار تبين أن الرطوبة تتراوح بين65.95 % % 31.34 % وهذا باختلاف الفصول.

الشكل رقم (06) يمثل التغيرات الشهرية لمتوسط الرطوبة للفترة (1978-2015).

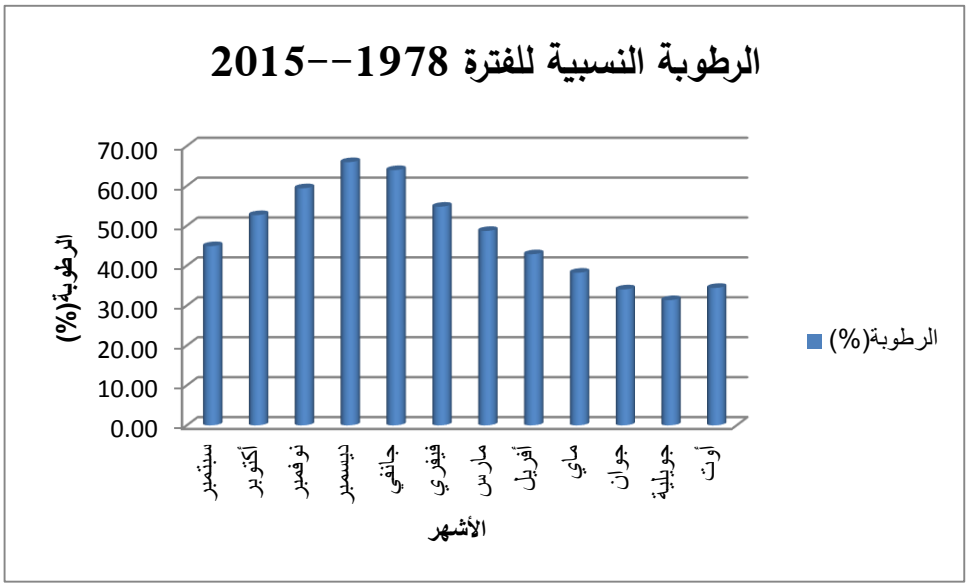
من الجدول التالي نستطيع القول أن إقليم وادي سوف يعرف ستة أشهر رطبة تبدأ من شهر أكتوبر حتى شهر مارس تتعدى فيها نسبة الرطوبة % 50 سجلت أقصى حد في شهر ديسمبر ب 65.95 %.

جدول رقم : (04) التغيرات النسبية للرطوبة للفترة (1978-2015)[10]

الفصول	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
الرطوبة (%)	44.87	52.66	59.39	65.95	63.95	54.76	48.68	42.84	38.21	34.03	31.34	34.39

[10] O.N.M El oued Guemar, 2016.

الشكل رقم: (06) تغيرات النسبية للرطوبة



4-4-الرياح:

حسب محطة الأرصاد الجوية بقمار اتجاه الرياح شرق – شمال شرق و هي المسيطرة تليها رياح ذات درجة أقل لها اتجاه جنوب – غرب تمتاز بارتفاع درجة حرارتها تسمى محليا بالشهيلي.في فصل الربيع تكون الرياح قوية محملة بكميات كبيرة من الرمال تعطى اللون الأصفر الفاقع للسماء، تستطيع أن تدوم ثلاثة أيام متتالية تصل سرعتها إلى أكثر من50 كم /سا.نظرا لطبوغرافية الإقليم الذي تسيطر عليه الكثبان الرملية فهذه الرياح تعمل على تشكيل الكثبان و السيوف وتنقلها من مكان إلى آخر ونميز بالمنطقة ثلاث أنواع من الرياح:

4-4-1الصحراوي:

رياح تهب في فصل الربيع بالاتجاه الشمالي الغربي لها سرعة كبيرة تتراوح بين13و16 كم/سا، لها تأثير سلبي على حركة المرور، كما تغمر الغيطان بالرمال.

4-4-2الشهيلي:

رياح تهب في فصل الصيف تأتي من الجنوب تتراوح سرعتها بين 10 و 17 كم /سا يكون هواؤها حار مما يرفع درجة الحرارة فتسرع من عملتي التبخر و النتح.

4-4-3البحري:

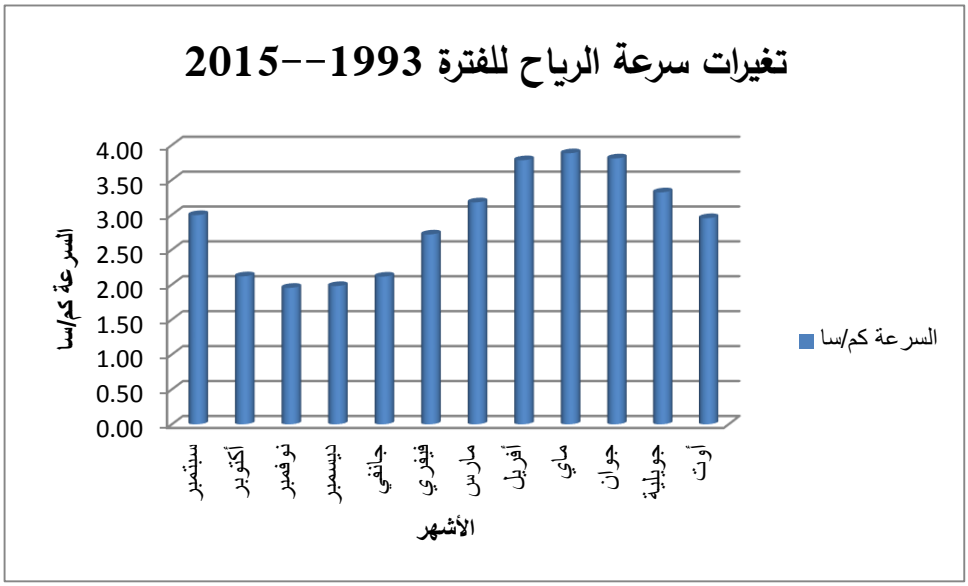
رياح تهب في فصل الخريف بالاتجاه شرق– غرب تتراوح سرعتها بين 10 و 11 كم/سا يكون هواؤها محمل بدرجة معتبرة من الرطوبة.

الجدول رقم (04) و الجدول رقم (05) يمثلان سرعة الرياح و اتجاهها.

جدول رقم : (05) تغيرات سرعة الرياح للفترة (1993-2015)[11]

الفصول	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
السرعة كم/سا	3.00	2.12	1.95	1.98	2.11	2.72	3.18	3.78	3.88	3.81	3.32	2.95

الشكل رقم: (07) التغيرات الشهرية لسرعة الرياح



III -الهيدروجيولوجية[12] :

للوصول إلى معرفة و تدقيق ميكانيزمات مشكلة صعود المياه كان لابد من التطرق في بحثنا هذا إلى دراسة هيدروجيولوجية نتوصل من خلالها إلى معرفة:

-مصدر المياه لأننا نفترض امتزاج مياه مختلف الطبقات، حسب الدراسات المنجزة بإقليم وادي سوف التي تثبت أن مصادر المياه تأتي من الطبقة الحرة السطحية و الطبقة الجوفية للمركب النهائيC.T و أيضا مياه طبقة الألبيان و القاري المتداخل (C.I).

أوضحت هذه الدراسات أن الطبقات الموجودة بالمنطقة المكونة كالتالي من الأعلى إلى الأسفل:

[11] O.N.M El oued Guemar, 2016 .

[12] عبداوي جهان ريم، مشكلة صعود المياه وآثارها على البيئة بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2006 ص 34-38.

1-طبقة المياه السطحية (المنطقة الحرة):

تتواجد هذه الطبقة على امتداد كامل الإقليم، توافق التكوينات السطحية للزمن الرابع. لها سمك بمعدل 50 متر تتكون أساسا من رمل و حبيبات دقيقة متداخلة بشرائح من الطين الرملي إلى الجبسي، هذا التكوين يشجع بشكل كبير مشكلة صعود المياه و التسرب، يكون مستوى الماء فيها على عمق 15 متر في مدينة الوادي وعلى عمق 9 متر في مدينة قمار و على عمق 3 متر في مدينة سيدي عون.

المقاطع الجيولوجية تبين أن هذه الطبقة تتركز على قاعدة طينية غير نفوذة يصل سمكها إلى 200 متر،كما قلنا أن أعلى المنطقة تتميز بالنفاذية و القرب من السطح، فهي مستغلة بأكثر من 500 بئر كمصدر لسقي المساحات الزراعية.

إن الدراسات الهيدروجيولوجية المنجزة عام 1993 تبين اتجاه سيلان مياه هذه الطبقة السطحية الذي يبدأ من الجنوب نحو مناطق الشطوط بمعنى من الجنوب إلى الشمال الغربي.

بإتباع هذا المحور من الجنوب نحو الشمال الغربي فإن درجة الملوحة تكون أكثر في الشمال الغربي من الجنوب عن طريق الغسل و انحلال بعض المواد المكونة للطبقة داخل المياه، وهذا ما أكدته الدراسات الهيدروكيماوية المنجزة عام 1993 وعام 1994، والتي توضح أن الملوحة تتراوح من الجنوب إلى الشمال الغربي بين2 غ/ل في الجنوب إلى6 غ/ل في الشمال الغربي.

منذ الثمانينات تطرح هذه الطبقة مشكل كبير سواء على المخطط الزراعي أو الاقتصادي والاجتماعي فهي تمثل مصدرا مهما جدا لمياه السقي خاصة. هي مياه قدرت قيمة البقايا الجافة بها أكثر من3 غ/ل، كما توضح أن مصدر مياه الطبقة الحرة أساسا من مياه الآبار التي تضخ مياه طبقة المركب النهائي و القاري المتداخل مع انعدام مخرج طبيعي سنشرح هذا لاحقا.

2-طبقة المركب النهائي:

2-1-طبقة الرمال (Nappe de Sables).

بداخل المستويات الرملية تجتمع طبقتين (Type Captif)

الأولى تتوافق و التكوين العلوي للمركب النهائي متكونة من رمل ذو حبيبات متوسطة الحجم أين يصل عمقها 280 م يغطي امتدادها تقريبا كل إقليم وادي سوف.

المنطقة الثانية توافق الأبيوسين الأعلى – بونتيان -متكونة من جزيئات رملية ذات نفوذة عالية تتواجد على عمق 400 متر و 480 متر، و تختلف داخل الإقليم من جهة إلى أخرى سمكها ذو معدل 50 مترتقريبا.

طبقة البونتيان هذه لها أهمية هيدرولوجية هامة سواء تستغل كمياه شرب(استغلال بشري) أو مياه للسقي (استغلال فلاحي). لقد تم حصر 186 بئر منها 55 بئر موجهة للسقي بصبيب متغير يصل إلى 3.141.713م ^{3} /سنة و الباقي أي 71 بئر موجهة للشرب بصبيب 46.408.644 م^3/ سنة، إذن الصبيب

الإجمالي مقدر ب 89.231.295 م^3 /سنة، بالنسبة للدراسات الفيزيائية و الكيميائية للمياه المستغلة لهذه الطبقة تبين أن البقايا الجافة لا تتعدى 1,9 غ /ل مع درجة حرارة تتراوح ما بين20 و26°.

لكل من الطبقتين اتجاه واحد للسيلان من الجنوب إلى الشمال بمعنى آخر نحو الشطوط شط ملغيغ و شط مروان .مياه هذه الطبقة بصفة عامة مياه مضغوطة إلا أن الضاغط الهيدروليكي يبدأ يتناقص نتيجة للاستغلال تتراوح الملوحة ما بين 3 إلى 4 غ / ل.

2-2-الطبقة الكلسية (Calcaires):

حسب الآبار المنجزة بالإقليم توافق تكوينات الكاربونية للأييوسين الأسفل تحت عمق ما بين 500و800 متر، لكن بالنظر إلى نسبة الملوحة العالية لمياهها فإن هذه الطبقة لا تمثل أي فائدة هيدروجيولوجية.

3-طبقة القاري المتداخل:

القاري المتداخل يسمى أيضا الألبيان (Albien) يشغل التداخل الستراتيغرافي بين التریاس و قمة الألبيان، هذا الأفق الحاوي أو الحامل للمياه (Aquifère) يتكون أساسا من رمل غضاري مع حجر رملي عمقه ما بين 1600 و 1800 متر بسمك يستطيع الوصول حتى 400 متر حالة بوعروع بدوار الماء.

على جميع إقليم وادي سوف نحصر 04 آبار تستغل طبقة الألبيان و بئر واحد يستغل مياه طبقة البريميان Barrémien بدوار الماء، يعطي هذا الأخير صبيب إجمالي يقدر ب 11.405.520 م^3/سنة منها 10.879.920م^3/ سنة توجه للاستعمال البشري لمدينة وادي سوف و الباقي المقدر ب 525.600 م^3/ سنة موجه للسقي.

أما بالنسبة للخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمياه المستغلة لهذه الطبقة الجوفية يبين أن البقايا الجافة بها تقدر ب 1,9 غ/ل و درجة حرارتها تصل إلى° 60 م، قياسات الضغط لهذه المياه تتراوح ما بين 25 بار الى 27 بار تقدر ملوحة هذه المياه ما بين2 غ إلى3 غ/ل.

جدول رقم: (06) ملخص المياه المستغلة داخل إقليم وادي سوف

الطبقة	العمق(م)	العدد الاجمالي للآبار	عدد الآبار المستغلة	عدد الآبار الغير مستغلة	متوسط الصبيب ل/ثا	الصبيب المستخرج م^3/سنة	بقايا جافة غ/ل
السطحية phréatique	50-10	لا شيء	لا شيء	لا شيء	لا شيء	لا شيء	12-2
المركب النهائي Complexe terminal	200-500	186	123	63	25-40	77.826	3-4
القاري المتداخل continental internes	1800-21000	05	03	02	200	11.140	2.1-1.8
المجموع	191	125	65	89.236 هم^3/سنة			

المصدر : (*)M.E.A.T – A.N.R.H Sud / Ouargla

IV- أصل مياه مختلف الطبقات المائية :

بعد التحليل الهيدروجيولوجي تبين وجود ثلاث أسمطة مائية:

الطبقة المائية السطحية أو الحرة.

الطبقة المائية الموافقة مع المركب النهائي.

الطبقة المائية الموافقة مع القاري المتداخل (طبقة محصورة).

1-طبقة المياه السطحية :

مياه هذه الطبقة لها مصدر أو أصل مختلف:

مصدر من مياه التساقط تغذية حالية(Actuelle)

مصدر من تسرب مياه ال Pontien (مياه السقي و مياه الاستعمال البشري) هذا المصدر مهم جدا بين مدن الوادي ومركز الرقيبة في الشمال.

مصدر من مياه البنتيان (Pontien) من خلال التنقيبات القديمة (Forages)التي تكون قنواتها قد تعدت متوسط صلاحية عمرها 20 سنة.

المصدر الأخير من مياه قنوات الصرف التي عولجت بشكل خاص تحاليل هيدروكيميائية وبكتريولوجية.

2-طبقة الميوبلييوسان(Miopliocène):

مجمل الدراسات الهيدروكيميائية أوضحت تاريخ و مصدر -أصل -مياهPontien بإقليم وادي سوف.

هذه الطبقة كونها عميقة(200-250 م)ومغلقة (Captive) على كامل إقليم وادي سوف، مناطق تغذيتها أو أصلها يتواجد بجنوب العقلة على كامل العرق الشرقي الكبير أين تصبح الطبقة أقل عمقا وحرة المستوى الستاتيكي(Statique) 30-40 متر.

خاصية تجانس و خفة مياه ال Pontien يمكن تغييرها بالتغذية القديمة من مياه الأمطار والتي اكتسبت تغيرات في مدة تكوين الصحراء، هذا يعني أنها مياه احتياطية من باطن الأرض، و مستغلة حاليا بالإقليم فهي مياه غير معوضة على الأمد المتوسط.

3-طبقة الألبي:

هو السماط القاري المتداخل عمقه يتراوح بين 1400 و 1800 م. وهو مصدر مياه الطبقة الارتوازية لحوض الصحراء الشمالية، تتميز مياهه بالحرارة مما يستلزم توفير إمكانيات التبريد قبل السقي أو الشرب.

الخلاصة :

بعد دراستنا للوصف العام للمنطقة لاحظنا أن المنطقة ذات تضاريس وطبوغرافية متكونة من الكثبان الرملية و الشطوط و بها أنواع مختلفة من الأتربة، وكذلك ذات درجة حرارة مرتفعة وتساقط قليل نسبيا وتبخر كبير وذات رياح قوية وخاصة في فصل الربيع .

الفصل الثاني:

التعريف بمختلف أنواع التجارب وقواعدها التي تنص عليها

مقدمة:

للتربة أهمية كبيرة تظهر من خلال تعدد أدوارها في مجلات الإنشاء المختلفة، و خاصة البناء والتشييد و شق الطرق و غيرها، و اختلاف أنواعها وطبيعتها وتباين خصائص النوع الواحد منها .

من أجل هذا وجب التحكم والاستغلال الجيد لها، ولا يتحقق هذا إلا عند الفهم الجيد لخصائصها بعد القيام بالملاحظة والقياسات والتحاليل المخبرية لعينات التربة، ولتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة والمواد الإنشائية قامت أبحاث عالمية طويلة على هذه الأخيرة خلصت في نهاية المطاف بالخروج بقواعد عالمية قد تختلف نسبيا من مركز بحث إلى آخر، غير أنها تقريبا تصب في إطار واحد هو تحديد أنواع من التجارب تجرى على الترب المراد استعمالها ، و كذلك ضبط نتائج هذه التجارب بقوانين و مجالات وحدود تختلف من مجال استعمال إلى آخر ، لذا يجب القيام بعدة تجارب لمعرفة خصائص ترب ولاية الوادي و أهم مجالات استعمالها وفق القوانين و القواعد العالمية المنصوص عليها تتمثل في التالي:

I- تجارب الخصائص الفيزيائية:

1-I تجربة الغربلة :[1]

تعرف بواسطة القاعدة NFP 18-560 [2]، يقصد بها تجربة التدرج الحبيبي وهي فصل المقاسات المختلفة من التربة بعضها عن بعض أي تعيين التوزيع الحجمي لحبيبات التربة ويكون ذلك باستعمال التحليل بالغربلة بواسطة مجموعة من الغرابيل مرتبة حسب مقاس فتحاتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسا إلى الأعلى .

هذه التجربة تمكننا من حساب مختلف النسب لمقاييس الحبيبات المكونة للعينة المدروسة. وتعرف هذه التجربة بواسطة المواصفات الفرنسية ثم الأوروبية .

ان القاعدة تنص على أن الوزن المستعمل في العينة يكون يحقق العلاقة التالية:

$$600\ Dmax \geq M \geq 200\ Dmax \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.1)$$

حيث :

M : وزن العينة ب كغ

Dmax : القطر الأعظمي للحبيبات مأخوذ ب ملم .

---

[1] حوبه أحمد، داهم محمد البشير، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري المنجزة بخرسانة رمل الكثبان، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2016 ص 49

[2] Normalisation française, Afnor, 1990.

الصورة 05 غرابيل الترتيب الحبيبي.

I- 1-2 الهدف من التجربة :

تهدف التجربة إلى :

1- توزيع وتصنيف حبيبات التربة حسب أبعادها ويتم ذلك بواسطة غرابيل أو مناخيل ذات قطر أكبر من 0.08 مم ، مع توضيح التدرج الحبيبي للتربة بيانيا ومقارنته بالمواصفات و القواعد المعيارية .

2- تحديد بعض المعاملات المفيدة لبعض المجلات الإنشائية كمعامل النعومة الذي نحتاجه في البناء وكذلك معامل الانحناء و معامل الانتظام .

I- 1-3 استعمالاتها في مجال الإنشاء :

تستعمل في مجالات عديدة منها :

في البناء - الهندسة المدنية - و ذلك من خلال :

- معرفة مجالات الركام المختلفة " حصى - رمل " بجميع أنواعهما دقيق و متوسط و خشن .

- معرفة مدى تدرج الركام و أهم نسب العناصر الحجمية التي من شأنها أن تؤثر على الخلطات الملاطية والخرسانية المختلفة ، فغياب بعض الأحجام قد يؤثر سلبا على هذه الأخيرة .

في الري و ذلك من خلال :

- معرفة التدرج الحبيبي لتربة ما قد يعطينا نظرة عن مدى نفاذيتها ، و بالتالي الاستفادة منه في مجال تصفية ومعالجة المياه.

في مجال الأشغال العمومية و ذلك من خلال :

- يمكن الاستفادة منها في التعرف على التدرج الحبيبي للتربة التي ستستعمل في الطريق ، و ربما احتياجنا إلى مقاسات معينة لتقوية بعض الترب الرغوية .

- معرفة حدود الحصى المستعمل في كل طبقة من طبقات الطريق .

I-1-4 خطوات التجربة :

نحضر سلسلة من الغرابيل فوق بعضها البعض حيث يكون الغربال ذو القطر الأصغر من الأسفل إلى الغربال ذو القطر الكبير من الأعلى.

وضع إناء قاعدي من الأسفل لالتقاط العناصر الدقيقة الأقل من 0.08 مم وغطاء في الأعلى لمنع تطاير الغبار.

نفرغ العينة الموزونة فوق الغربال العلوي.

نشغل الجهاز (الهزاز الكهربائي) لمدة معينة من الزمن.

بعد توقيف الجهاز نأخذ كل غربال على حدى ونتأكد من أن كل غربال لم يحجز إلا ما هو أكبر قطر منه.

نزن الكمية المحجوزة - المتبقية - في كل غربال.

نزن الكمية المارة المتبقية في الإناء القاعدي والتي قطرها أقل من 0.08 مم.

I-1-5 الحسابات والنتائج:

1- حساب المحجوز - المتبقي - الكلي بالنسبة المئوية:

$$Mc(\%) = (Mn/M) * 100$$

Mn : مجموع المحجوز - المتبقي - الجزئية في كل غربال M1+M2+M3+……Mn

M : كتلة العينة الكلية.

2- النسبة المئوية للمار:

$$P = 100\% - Mc\%$$

وبعد إتمام عملية الحساب وتدوينها في جدول ، نقوم برسم المنحنى البياني للتحليل الحبيبي لعينة التربة حيث محور التراتيب يمثل نسبة المار ومحور الفواصل يمثل لوغريتم أقطار الغرابيل.

3-المعاملات التي تستنتج من المنحنى:

- **معامل الانتظام[3]:**

وهو عبارة عن نسبة بين قطر حبيبات التربة المناظر لما نسبته 60% أي (D60%) ، على قطر حبيبات التربة المناظر لما نسبته 10% أي (D10%) من نسبة المار من عينة التربة الموضحة على محنى التدرج الحبيبي ، و يمثل بالعلاقة :

$$Cu = \frac{D60\%}{D10\%}$$

ويستفاد من هذا المعامل في تحديد مدى تدرج التربة ، فعندما يكون معامل الانتظام عاليا فهذا يعني أن هناك تفاوتا بين D10% وبين D60%، والتربة التي لها معامل انتظام أقل من 2 تعد تربة منتظمة الحبيبات.

- **معامل الانحناء**

يحدد لنا مدى تجانس التربة واحتوائها على مختلف أبعاد الحبيبات ويحسب باستعمال العلاقة التالية:

$$Cc = \frac{D_{30\%}^2}{D_{10\%} \times D_{60\%}}$$

D30 : القطر المناسب لـ 30% من المار الكلي

إذا كان Cc قريبا من الواحد فإن التربة ذات تدرج جيد، أما إذا كان أقل أو أعلى من 1.0 بكثير فإن التربة ذات تدرج ضعيف .

- **معامل النعومة:**

المقصود به المعامل الذي يعطي وصفا عاما للمقاس المتوسط للركام . إذن هو النسبة المئوية لمجموع المرفوض - المتبقي - للغرابيل [5-2.5-1.25-0.63-0.315-0.16] [4] ويعطى بالعلاقة التالية :

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100}$$

حيث أن Rc : هي النسبة المئوية للمتبقي المجمع .

و نوعية الرمل المختبر تحدد حسب ما يلي :

- المجال A المفضل المستعمل في الخرسانة أو الملاط بين 2.2-2.8.
- المجال B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8-2.2.
- المجال C رمل تميل حبيباته إلى الخشونة بين 2.8-3.2.

[3] م.سماح الجعبري ، دليل ارشادي لبعض تجارب ميكانيك التربة، جامعة بوليتكنك فلسطين، 2006، ص 14.

[4] ماني محمد، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالألياف المعدنية، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير، جامعة ورقلة، الجزائر، 2010 ص 94.

وبتحديد هذه المعاملات وحسابها يمكن تحديد نوعية التربة.

رسم المنحنى :

1- الحسابات : يجب أن يكون وزن المرفوض 1% من وزن العينة

2- المحاور:

- محور الفواصل : تقسيم لوغارتمي لأقسام الغرابيل.
- محور التراتيب : نسبة المار (%) TAMISAT

يرسم المنحنى بحيث يمر بمختلف النقاط.

أنواع المنحنيات:الشكل أدناه يوضح بعض أشكال و أنواع المنحنيات :

المنحنى (1) : يصعد بسرعة : عينة غنية بالعناصر الدقيقة

المنحنى (2) : يصعد ببطئ : عينة تفتقر للعناصر الدقيقة

المنحنى (3) : (X=Y) حبيبات عادية.

المنحنى (4) : يحتوي على عتبة غياب عدة عناصر .

و هذا الجدول يوضح كيفية تصنيف الترب حسب تجربة الغربلة :

جدول رقم: (07) جدول تصنيف التربة حسب تجربة الغربلة

Granulat الحبيبات		Ecartement des mailles des tamis
fines		0.08<
Sables رمل	Fins دقيق	0.08÷0.315
	Moyens متوسط	0.315÷1.25
	Gros خشن	1.25÷5
Graviers حصى	Fins دقيق	6.3÷10
	Moyens متوسط	10÷16
	Gros خشن	16÷25
Cailloux حجارة	Petits صغيرة	25÷40
	Moyens متوسطة	40÷63
	Gros خشنة	63÷80

I-2 المكافئ الرملي :(Equivalent de sable):[5]

تعرف بواسطة القاعدة NFP 18-598 [6]، و هي تعرف كيفية حساب معامل النقاوة مادة رملية ما .

I- 2-1 الهدف من التجربة :

الهدف منها هو تحديد نسبة الغضار والمواد العالقة - الشوائب - الموجودة في الرمل لمعرفة ما مدى نقاوته وصلاحية استعماله في الخرسانة و الملاط.

مبدأ التجربة:

يتضمن هذا الاختبار:

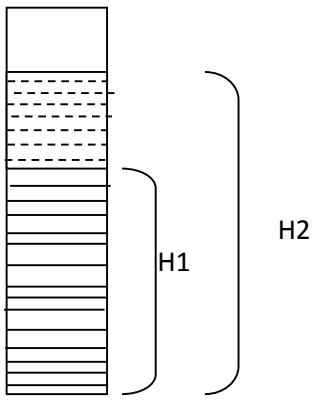
- غمس وزن محدد من الرمل في محلول flocculant.
- بعدها نقوم بالإثارة والرج بواسطة الجهاز لمدة 30 ث.
- نقوم بتسوية العينة ثم نتركها لمدة 20 دقيقة .
- ثم نقيس ارتفاعات الرواسب .

*طبقة سفلى تمثل الرمل الصافي ارتفاعها (H1) .

* طبقة عليا تمثل الرمل مع الشوائب ارتفاعها (H2) .

المكافئ الرملي يعطى عن طريق :

$$Es = \left(\frac{H1}{H2}\right) \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$



الشكل رقم: (08) الأداة المستعملة في تجربة المكافئ الرملي

[5] حوبه أحمد، داهم محمد البشير، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري المنجزة بخرسانة رمل الكثبان، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2016 ص 47.

[6] Normalisation française, Afnor, 1991.

I- 3-1 استعمالاتها في مجال الإنشاء :

أغلب استعمالاتها في مجال الهندسة المدنية و ذلك لمعرفة مدى صلاحية استعمال الرمال في البناء .

جدول رقم: (08) يوضح علاقة المكافيء الرملي و نوعية و طبيعة الرمل

نوعية وطبيعة الرمل	ES	ESV
رمل غضاري ، خطر استهلاك كمية ماء اكبر من اللازم و التضخم ، يرمى اذا اردنا الحصول على خرسانة ذات نوعية	اقل من 60	اقل من 65
رمل ذو نسبة من الغضار ذو نظافة مقبولة للخرسانة ذات النوعية المتوسطة لا يؤدي رغم ذلك الى التقلص	60< ES <70	ES <75 65<
رمل نظيف ذو نسبة ضعيفة من الغضار وهو رمل مثالي للخرسانة ذات النوعية العالية	70< ES <80	ES <85 75<
رمل جد نظيف غياب تام للجزيئات الغضارية مما يؤدي الى ضعف تماسك الخرسانة يعوض بزيادة الماء	اكبر من80	اكبر من 85

I-3 تجربة الكتلة الحجمية:[7]

هي معرفة بالقاعدة NFP 18-301[8] و يعبر عنها بأنها النسبة بين كتلة مادة ما على حجم هذه المادة ، تنقسم إلى قسمين كتلة حجمية ظاهرية و كتلة حجمية مطلقة .

الهدف من التجربة :

الهدف منها هو معرفة نوع التربة المستعملة وكثافتها وكذا معرفة الأحجام والكتل التي تدخل في تركيب الخرسانة .

1- الكتلة الحجمية الظاهرية: (Masse volumique apparente)

هي النسبة بين وزن العينة الكلي على الحجم الكلي وتعطى بالعلاقة :

$$\rho_{app} = \frac{M_T}{V_T} \text{.....} (4.1)$$

ρ_{app} : الكتلة الحجمية الظاهرية .

M_T : وزن العينة الكلي.

V_T : حجم العينة الكلي .

[7] ساكر عبد الرزاق، زيدي يحي، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري الخرساني ، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2016 ص 23

[8] Normalisation française, Afnor, 1991.

2- الكتلة الحجمية المطلقة: (Masse volumique absolue)

وهي النسبة بين وزن الحبيبات الصلبة على حجم الحبيبات الصلبة وتعطى بالعلاقة :

$$\rho_{ab} = \frac{M_S}{V_S} \text{..... ....} (4.2)$$

ρ_{ab} : الكتلة الحجمية المطلقة .

M_s : وزن الحبيبات الصلبة.

V_s : حجم الحبيبات الصلبة.

*** خطوات التجربة :**

1- الكتلة الحجمية الظاهرية:

نأخذ عينة من التربة ونملأ إناء معلوم الحجم V ووزنه M_0 ثم نزن العينة مع الاناء M_1

نحسب وزن العينة $M=M_1-M_0$ بمعرفة حجم العينةV وكتلتهاM نستطيع حساب الكتلة الحجمية الظاهرية حسب العلاقة (4.1).

2- الكتلة الحجمية المطلقة:

نأخذ عينة من التربة ونزنها ثم نسكب العينة في أنبوب مدرج يحتوي على كمية من الماء حجمها V_0 ثم نقرأ الحجم الجديد V_1.

نحسب حجم العينة $V=V_1-V_0$ بمعرفة حجم العينةV وكتلتهاM نستطيع حساب الكتلة الحجمية الظاهرية حسب العلاقة (4.2).

I- 1-3 استعمالاتها في مجال الإنشاء :

تعتبر خاصية الكتلة الحجمية من أهم الخصائص المميزة للمادة ، فلا نستغني عن هذه الخاصية في مجال الإنشاء أبدا :

في البناء - الهندسة المدنية - و ذلك من خلال :

- دليلا لإنتفاش التربة ، و بالتالي معرفة الأحجام الحقيقية عند اختلاط هذه الأخيرة بالمياه .

- معرفة أنواع الركام و بالتالي تصنيفه ، و من خلال ذلك التصنيف يمكن أن نصنف الخرسانة إلى خرسانة خفيفة و ثقيلة و عادية .

و هذا الجدول يوضح تصنيف الركام حسب الكتلة الحجمية :

جدول رقم: (09) تصنيف الركام حسب الكتلة الحجمية

التصنيف **Classification**	الكتلة الحجمية **Masse volumique(t/m^3)**
Granulat léger ركام خفيف	p<2
Granulat courantركام عادي	2<p<3
Granulat lourdركام ثقيل	p>3

I-4 تجربة بركتر:[9]

يعرف بواسطة القاعدة [10] NFP 94-093، غالبا ما تكون في الترب الدقيقة الجبسية .

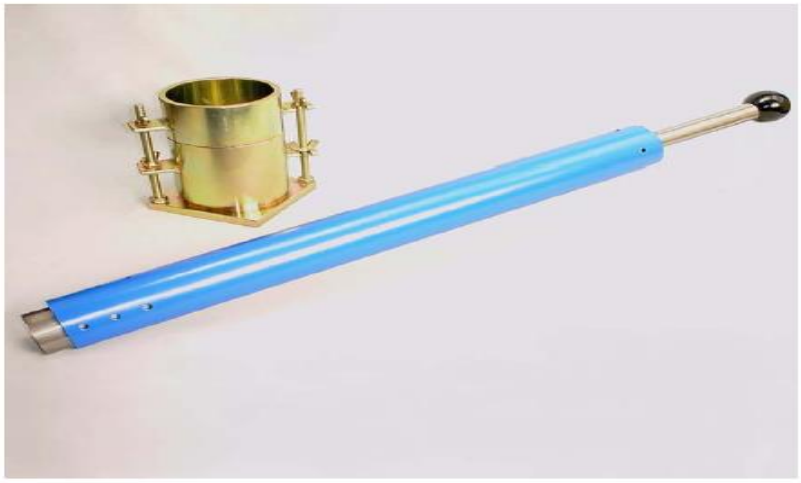
الهدف من التجربة :

منها تحديد أقصى كثافة جافة (ونسبة المياه المفضلة المناظرة لها)[11].

تحضير التجربة :

نأخذ عينة من التربة ونزنها ثم يتم خلط التربة بنسبة محددة من الماء ثم توضع في قالب له أبعاد ثابتة على خمس طبقات وتدمك كل طبقة بمقدار 25 ضربة بواسطة مطرقة وبعد دمك التربة يتم إيجاد وزن التربة ومن ثم كثافتها.

ويتم هذا الاختبار بتحضير عينات من التربة المعنية، بحيث تتضمن كل عينة محتوى مائي يزيد عن سابقتها بحوالي 1%.



الصورة 06 القالب القياسي لدمك التربة.

[9] م.سماح الجعبري ، دليل ارشادي لبعض تجارب ميكانيك التربة، جامعة بوليتكنك فلسطين، 2006، ص 29.

[10] Normalisation française, Afnor, 1991.

[11] عبد الفتاح القصبي، ميكانيك التربة، دار الكتاب العلمي، مصر، 2006، ص431.

وبعد دمك التربة يتم إيجاد وزن التربة ومن ثم كثافتها من العلاقة:

$$\gamma = \frac{W}{V_m}$$

حيث: w= وزن عينة التربة المستخدمة

V_m= حجم القالب

وفي كل اختبار يؤخذ عينة من التربة المستخدمة لتحديد نسبة المحتوى المائي، وباستخدام المعادلة يمكن تحديد الكثافة الجافة لكل اختبار ثم ترسم العلاقة بينهما وبين نسبة المحتوى المائي لتحديد الكثافة الجافة ونسبة المياه الحرجة المناظرة لها.

I-5 تجربة حدود اتربارغ:[12]

يعرف بواسطة القاعدة NFP 94-051.[13]

الهدف من التجربة :

الهدف منها معرفة قوام التربة ومدى تماسك وارتباط حبيباتها على نسبة المحتوى المائي بها. فكلما زادت نسبة المحتوى المائي بها قل قوامها وضعف تحملها وتباعدت حبيباتها المتجاورة وأصبحت تميل إلى الحالة السائلة.

والتربة المتماسكة مثل الطمي والطين والتى لها حبيبات ناعمة توصف باللدونة، وحسب محتواها المائي فإنها تقع في أحد الحالات الأربع التالية:

1) الحالة الصلبة
2) الحالة شبه الصلبة
3) الحالة اللدنة
4) الحالة السائلة

وتعرف المحتويات المائية التي تتحول عندها التربة من حالة إلى حالة أخرى مجاورة بحدود أترباك الذي عرفها كما يلي:

. حد السيولة

. حد اللدونة

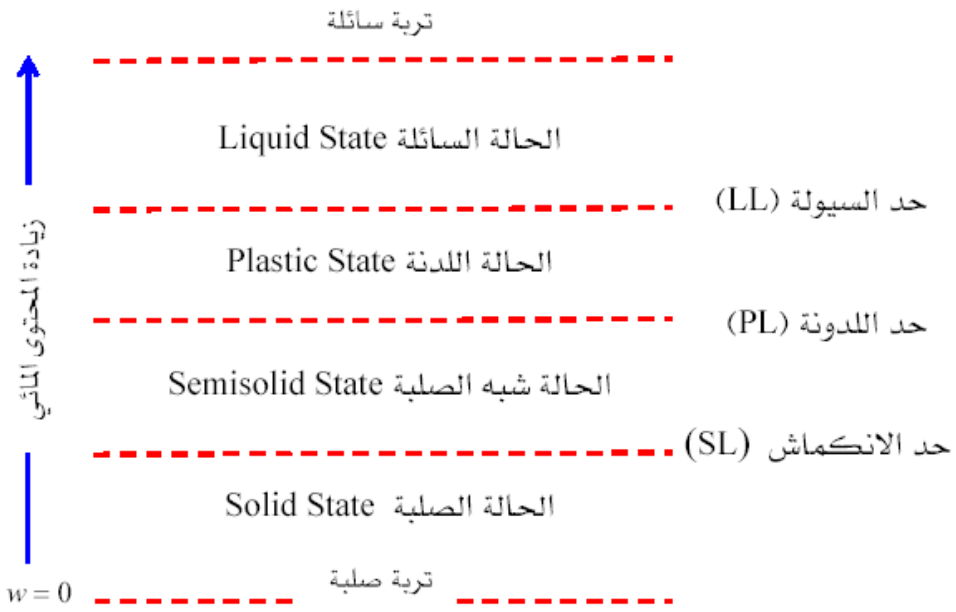
. حد الانكماش

وتعد حدود أترباك من المعايير الرئيسية المستخدمة في تصنيف وتحديد خواص التربة المتماسكة.[14]

[12] م.سماح الجعبري : دليل ارشادي لبعض تجارب ميكانيك التربة، جامعة بوليتكنك فلسطين، ايول 2006، ص 04

[13] Normalisation française, Afnor, 1991.

[14] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، خواص واختبارات التربة 204 مدن، المملكة العربية السعودية.



وعلميا فإن حد السيولة هو المحتوى المائي الذي تقفل عنده العلامة المحددة على جهاز كازاجرائد بعد 25 ضربة.

حد اللدونة:

يعرف حد اللدونة بأنه المحتوى المائي الذي تتحول عنده التربة من الحالة اللدنة إلى الحالة شبه الصلبة، وإذا وقع المحتوى المائي للتربة بين حد اللدونة والمحتوى المائي الطبيعي لها فإن التربة تكون لدنة.

و عمليا فإن حد اللدونة هو المحتوى المائي عندما يبدأ خيط من التربة قطره 3مم في التشقق و التفتت بعد دحرجته على لوح زجاجي مخصص لهذا الغرض.

الصورة 07 أجهزة تحديد حدي السيولة واللدونة.

حد الانكماش:

يعرف حد الانكماش بأنه المحتوى المائي الذي تتحول عنده التربة من الحالة شبه الصلبة إلى الحالة الصلبة ، أو هو المحتوى المائي الناتج بعد إضافة أقل كمية من الماء لملء فراغات التربة الجافة، فكلما كان حد الانكماش قليلا كلما أثر ذلك على التغيرات الحجمية للتربة.

ويعرف الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة بعلامة أو مؤشر اللدونة والذي يوضح من خلال العلاقة:

$$PI = LL - PL$$

والتربة التي لها مؤشر لدونة عال تعد تربة ذات خواص أفضل من تلك التي مؤشر لدونتها منخفض.

كما يمكن تحديد مؤشر أو علامة السيولة (LI) للتربة المتماسكة من العلاقة:[15]

$$LI = \frac{w - PL}{PI}$$

حيث w المحتوى المائي للتربة في الموقع، والتربة التي لها مؤشر السيولة أقل من واحد تعد تربة طينية حساسة قابلة للانهيار.

I-6 تجربة الانتفاش:

انتفاش التربة هو تغير الحجم الظاهري وفقا للمحتوى المائي للتربة ويتم تحديد الانتفاش من خلال منحنى تغير الكتلة الحجمية الظاهرية للتربة بدلالة التزايد التدريجي للمحتوى المائي.

الهدف من التجربة :

هو معرفة إمكانية زيادة حجم تربة ما ، عند اختلاطها بالماء .

ويمكن إعطاء معامل الانتفاش بالعلاقة التالية:

$$F=[Mvapp/Mvappw](1+Wm)-1 \ldots\ldots\ldots (7.1)$$

Mvapp: الكتلة الحجمية للتربة الجافة.

Mvappw: الكتلة الحجمية الصغرى.

Wm: المحتوى المائي المقابل (%).

استعمالاتها في مجال الإنشاء :

- في الهندسة المدنية :

معرفة أحجام الرمال المستعملة في البناء عند اختلاطها بالمياه . و بالتالي معرفة الحجم الحقيقي من الرمل اللازم للخلطة الخرسانية ، و كذلك حجم الماء .

[15] سامي أحمد حجاوي، فحوصات التربة للأغراض الانشائية، نابلس، فلسطين، 2003، ص81.

في مجال الأشغال العمومية و ذلك من خلال :

- معرفة الحجوم الحقيقية بعد الحسابات الطبوغرافيا وعند القيام بأعمال نقل و تسوية الترب ، فالحجوم تزيد ، و بالتالي تغيير المعطيات العامة للمشروع .

- تفيد في الحسابات المترية و التقويمات عند نقل الترب و حفر الأراضي و غير ذلك .

II-تجارب الخصائص الكيميائية:

الهدف منها معرفة العناصر الكيميائية المتواجدة في التربة وكمياتها وتحديد الروابط الكيميائية لهذه العناصر ويمكن معرفتها عن طريق المحاليل أو بطريقة الأشعة الحمراء أو انعراج الاشعة الصينية DRX.

1-II طريقة المحاليل:

ويتم الكشف على العناصر الموجودة في التربة عن طريق إضافة محاليل كاشفة وهي الطريقة العادية ولكن هناك عناصر لا يمكن الكشف عنها بهذه الطريقة.

2-II طريقة الأشعة تحت الحمراء:[16]

تعتبر الأشعة تحت الحمراء من الطرق الأساسية في دراسة المواد، فهي تمكننا من التعرف على بنية المادة المدروسة دون التأثير على خصائصها، وهي تعتمد على دراسة الأطياف الممتصة من طرف العينة، وينحصر مجالها بين (0.7-50 µm) وهو المجال الغني بالمعطيات في الميدان التطبيقي.

1-2-II الجهاز المستعمل للتحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء:

في هذا العمل يتم تسجيل طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوري (FTIR) بواسطة جهاز من نوع (SHIMADZU FTIR-8300) في مجال محصور بين (400-4000 سم$^{-1}$)، كما هو موضح في الصورة (09).

[16] بضياق سميحة، دراسة التركيب الجزيئي لرمل كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الاشعة السينية، مذكرة ماستر ، جامعة ورقلة ،الجزائر، 2012، ص22.

الصورة (08): مطياف الامتصاص ما تحت الأحمر ولواحقه

في هذا المطياف يتم تحليل الحزمة بواسطة موشور أو محزوز إلى ترددات مختلفة موجودة ضمن الشعاع، يمر الشعاع ذو التردد الوحيد بالعينة المراد دراستها، ثم يعبر إلى الكاشف المرتبط بجملة تضخيم وتسجيلها، ثم مقارنتها بالمرج، لتعطي في النهاية الطيف المطلوب.

II-3 طريقة انعراج الأشعة السينية DRX:[17]

تعرف بطريقة المسحوق، ويستعمل فيها إشعاع سيني وحيد اللون، توجد طريقتان أساسيتان باستعمال طيف الانعراج، الأول تعرف بطريقة ديباي شرر، ويتم فيها تسجيل الطيف على فلم حساس عبارة عن شريط يوضع داخل غرفة تعرف بطريقة ديباي. أما الطريقة الثانية دقيقة في معلوماتها، ويتم التسجيل فيها باستعمال عداد، حيث يوصل هذا الأخير بجهاز راسم يقوم برسم مخطط الانعراج (كمية الإشعاع أو شدة الخط بدلالة زاوية براغ ($\Theta 2$). تسمح هذه التقنية بتأشير خطوط الانعراج الحادثة، ومعرفة الفاصلة (d_{hht}) الموافقة للشدة (I)، حيث أن (d_{hht}) تحسب من قانون براغ:

وعليه انطلاقا من المخطط يتم الحصول على قائمة للثنائيات (I,λ)، هذه القوائم رتبت في جدول تعرف ببطاقات (ASTM)، كل قائمة من هذه القوائم تشكل بطاقة تعريف لكل مركب انطلاقا من الخطوط الثلاثة الأكثر شدة لكل عنصر أو طور.

[17] بضياق سميحة، دراسة التركيب الجزيئي لرمل كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الاشعة السينية، مذكرة ماستر ، جامعة ورقلة ،الجزائر، 2012، ص30.

II-3-1 الجهاز المستعمل في انعراج الأشعة السينية:

الجهاز المستعمل هو D8 Advance لشركة BRUKER، والذي يعمل وفقا لهندسة Bragg-Brentano. الجهاز موضح في الصورة (10) .

الصورة (09): صورة لجهاز انعراج الاشعة السينية

الخلاصة :

تعرفنا من خلال هذا الفصل على أهم التجارب التي يمكننا القيام بها على ترب منطقة وادي سوف وأهم القواعد المعرفة لها ، و أين يمكن استعمالها في مجالات الإنشاء المختلفة .

الفصل الثالث:

الجانب العملي

مقدمة:

تحتوي منطقة الوادي على العديد من أنواع التربة تحتاج لمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية عن طريق التجارب المخبرية، في هذه الدراسة سنتناول تربة الكثبان الرملية بالجهة الجنوبية للولاية تربة جامعة، تربة عسيلة، تربة الفولية، وتربة المرارة. وسنعرض بعض نتائج التجارب المجراة لكل نوع.

I-تجارب الخصائص الفيزيائية

1-I تجربة الغربلة :

أجريت هذه التجربة في مخبر الهندسة المدنية بمتقنة الدبيلة.

استعملنا في هذه التجربة 2كغ من الرمل إذ هي القيمة العملية فكانت النتائج كما يلي:

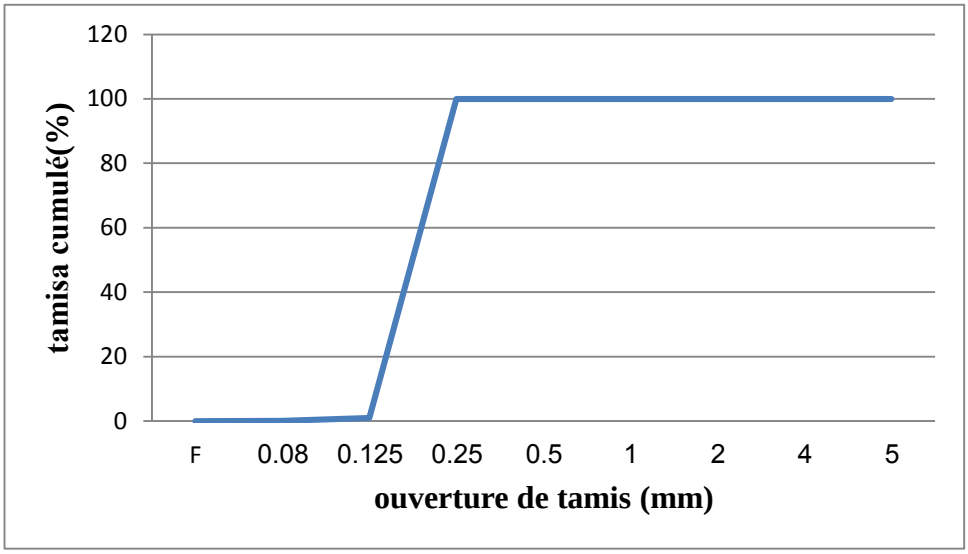
الجدول أدناه يوضح بعض النتائج المتوسطة للعينات:

1- العينة الأولى تربة الكثبان الرملية:

الجدول (10) نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى رمل الكثبان:

فتحات الغربال ب(mm)	نوع الغربال	المتبقي المجمع ب Rc(g)	نسبة المتبقي المجمع Rc(%)	المار المجمع ب T (%)
5	38	0	0	100
4	35	0	0	100
2	32	0	0	100
1	29	0	0	100
0.5	26	0.33	0	100
0.25	23	1610.6	80.5	19.5
0.125	23	1980.4	99	1
0.08	20	1997.4	99.9	0.1
Fond	/	1999.1	100	0

الشكل (09) منحنى تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى رمل الكثبان

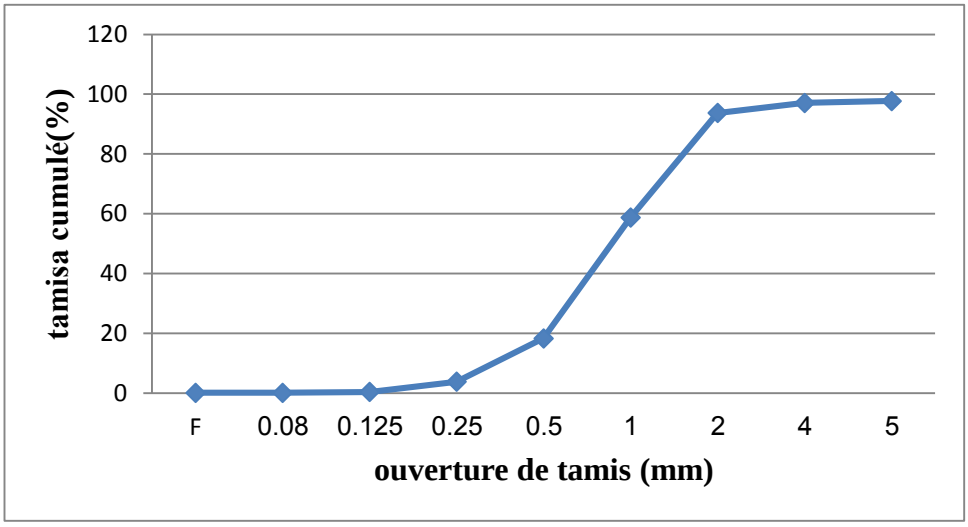


2- العينة الثانية : تربة جامعة .

الجدول (11) نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الثانية : تربة جامعة

فتحات الغربال ب(mm)	نوع الغربال	المتبقي المجمع ب Rc (g)	نسبة المتبقي المجمع Rc(%)	المار المجمع ب T (%)
5	38	46.29	2.3	97.7
4	35	57.23	2.9	97.1
2	32	126.7	6.3	93.7
1	29	825.7	41.3	58.7
0.5	26	1634.7	81.7	18.3
0.25	23	1924.7	96.2	3.8
0.125	23	1991.1	99.6	0.4
0.08	20	1998	99.9	0.1
Fond	/	1998.1	99.9	0.1

الشكل (10) منحنى تجربة التدرج الحبيبي للعينة الثانية تربة جامعة

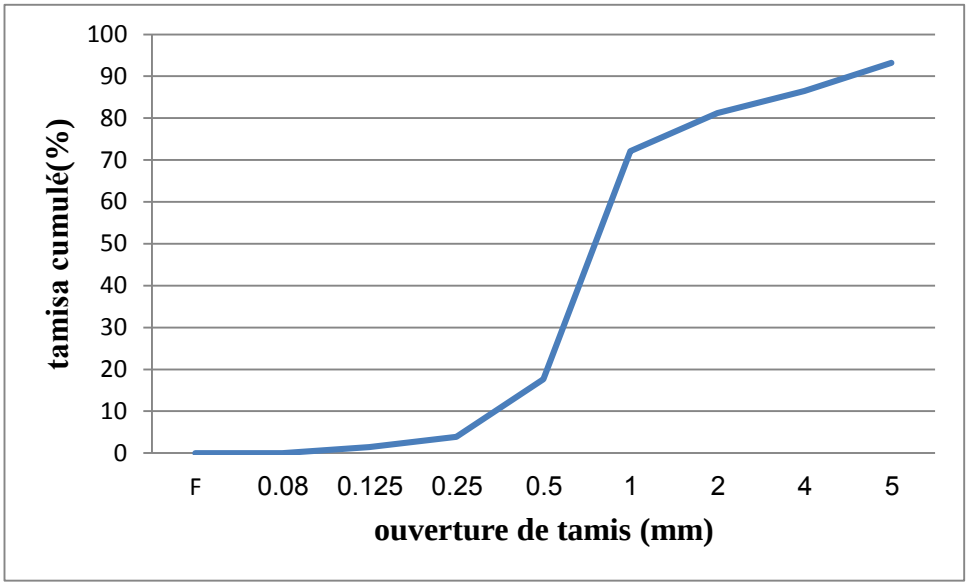


3- العينة الثالثة : تربة عسيلة.

الجدول (12) نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الثالثة : تربة عسيلة

فتحات الغربال ب(mm)	نوع الغربال	المتبقي المجمع ب Rc (g)	نسبة المتبقي المجمع Rc(%)	المار المجمع ب T (%)
5	38	337.4	16.9	83.1
2.5	35	463	23.2	76.9
1.25	32	765.3	38.3	61.7
0.63	29	992.7	49.6	50.4
0.315	26	1436.7	71.8	28.2
0.16	23	1870.5	93.5	6.5
0.08	20	1973.2	98.7	1.3
Fond	/	1989.1	99.5	0.5

الشكل (11) منحنى تجربة التدرج الحبيبي للعينة الثالثة تربة عسيلة



4-معيار النعومة: (Module de finesse)

ويتم تقيمه بواسطة معيار يسمى المقياس، حيث يساوى مجموع النسب المئوية للمتبقي المجمع للمناخل القياسية الستة (0.125، 0.25، 0.50، 1، 2، 4) مقسوماً على 100[1]

ويستخدم معيار النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخراسانية. وقد تم حساب معيار النعومة بالعلاقة التالية: $$Mf = \frac{\sum Rc}{100} \quad \text{.....(3.6)}$$

Rc: المتبقي المجمع ب (%) للغرابيل

إذا معيار النعومة لكل عينة وبعد الحساب هو :

الجدول (13) معيار النعومة لكل عينة

نوع التربة	معامل النعومة Mf
رمل الكثبان	1.80
تربة جامعة	3.28
تربة عسيلة	2.13

[1] ماني محمد، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالألياف المعدنية، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير، جامعة ورقلة، الجزائر، 2010، ص94.

ملاحظات:

- بالنسبة للعينة الأولى التي تحتوي على رمل الكثبان ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 1.80 نستنتج أن هذا الرمل دقيق وذو تدرج حبيبي ضيق لغياب العناصر ما بين 1 إلى 5 مم ، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجده خارج كل المجالات وبالتالي لا يمكن استعماله في الخرسانة إلا بعد التصحيح.

- وأما بالنسبة للعينة الثانية التي تحتوي على رمل جامعة ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 3.28 نستنتج أن هذا الرمل خشن حيث أنه يدخل في المجال A للمنحنى المرجعي وبالتالي يمكن استعماله في بعض انواع الخرسانة التي نستعملها في البناء كالتكسية مثلا.

- وأما بالنسبة للعينة الثالثة التي تحتوي على رمل عسيلة ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 2.13 نستنتج أن هذا الرمل متوسط وذو تدرج حبيبي مقبول ويمكن استعماله في الخرسانة.

I-2 تجربة المكافئ الرملي :

في هذه التجربة قمنا بأخذ كمية من التربة لكل عينة قدرها 120 غ :

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي :

الجدول (14) النسب المئوية للمكافئ الرملي ES

نوع التربة	المكافئ الرملي ES (%)
رمل الكثبان	93 %
تربة جامعة	58 %
تربة عسيلة	73%
تربة الفولية	43%
تربة المرارة	1%

ملاحظات:

من الملاحظ أن ES لرمل الكثبان اكبر من 80% فهي تربة نظيفة جدا وخالية من الجزيئات الغضارية مما يجعلها غير متماسكة وقد تؤدي إلى خطر لدونة الخرسانة [2]واستعمال كمية كبيرة من الماء و بالتالي لا يمكن استعمالها في الخرسانة إلا بإضافة محسنات.

[2] Belferrag Allaoua, Contribution à l'amélioration des propriétés mécaniques et rhéologiques des bétons de sable de dunes, Thèse de doctorat, université de Biskra, Alger, 2016, P69.

اما بالنسبة لتربة عسيلة ES > 60% فهي تربة ذات نظافة مقبولة ويمكن استعمالها في الخرسانة.

تربة جامعة تتميز ب ES أقل من 60 % فهي تربة غضارية يتطلب استعمالها كمية كبيرة من الماء للخرسانة.

وبالنسبة لتربة الفولية والمرزارة لا يمكن استعمالهما في الخرسانة ، لدقة عناصرها .

I-3 تجربة الكتلة الحجمية :

في هذه التجربة قمنا بأخذ كمية من التربة لكل عينة:

تربة جامعة : 1214غ تربة الرباح : 1213غ تربة المرارة : 938غ

تربة الفولية : 831غ تربة عسيلة : 1202غ

و الجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها :

الجدول (15) الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة

نوع التربة	الكتلة الحجمية الظاهرية(Kg/m3)	الكتلة الحجمية المطلقة(Kg/m3)
رمل الكثبان	1516	2727
تربة جامعة	1517	2608
تربة عسيلة	1502	2500
تربة الفولية	1038	2142
تربة المرارة	1172	2000

ملاحظة:

نلاحظ ان الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل الكثبان وتربة جامعة وعسيلة تدخل في المجال المقبول للخرسانة[3].

[3] Dr.Cherait Yacine ; Nafa Zahredinne ; Elements de materiaux de construction et essais, Direction de la publication universitaire de GELMA, 2007, P36 .

I-4 تجربة بركتر :

في هذه التجربة استعملنا 2500غ من تربة الفولية و قالب وزنه 3400غ وحجمه 947 سم^3 وقمنا بتحضير العينة بإضافة نسبة محددة من الماء 8%، 9%، 10%و 12% .

و الجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها :

الجدول (16) جدول تغير الكتلة الحجمية الجافة

المحتوى المائي (%)	الكتلة الحجمية الجافة (غ/سم^3)
8	1.787
9	1.864
10	1.809
12	1.805

ملاحظة:

من خلال الجدول نلاحظ أن الكتلة الحجمية الجافة العظمى هي 1.864غ/سم^3 المقابلة للمحتوى المائي 9% .

I-5 تجربة حدود اتربارغ :

تجرى هذه التجربة على التربة الطينية والمتمثلة في تربة المرارة لتحديد حد السيولة وحد اللدونة

1- حد السيولة:

يمكن حساب حد السيولة بالعلاقة التالية :

$$W_L=w_N*(N/25)^{0.121}$$

W_L: حد السيولة

w_N : المحتوى المائي المقابل لعدد الضربات N

و الجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها لتحديد حد السيولة :

الجدول (17) جدول تحديد حد السيولة

العينة	تربة المرارة
وزن الوعاء + التربة الرطبة (غ)	20.30
وزن الوعاء + التربة الجافة (غ)	19.50
وزن الوعاء (غ)	15.10
وزن التربة الرطبة (غ)	5.2
وزن التربة الجافة (غ)	4.4
المحتوى المائي عند الضربة N (%)	30
عدد الضربات N	26
حد السيولة (%)	30.14

2- حد اللدونة:

و الجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها لتحديد حد السيولة :

الجدول (18) جدول تحديد حد اللدونة

العينة	تربة المرارة
وزن الوعاء + التربة الرطبة (غ)	15
وزن الوعاء + التربة الجافة (غ)	14.90
وزن الوعاء (غ)	14.20
وزن التربة الرطبة (غ)	5.2
وزن التربة الجافة (غ)	4.4
حد اللدونة (%)	14.28
مؤشر اللدونة	15.86
مؤشر السيولة	1.30

ملاحظات:

من خلال تحديد مؤشر اللدونة والسيولة يمكن ان نستنتج بأن تربة المرارة متماسكة وغير قابلة للانهيار.

I-6 تجربة الانتفاش :

في هذه التجربة قمن بأخذ كمية من التربة لكل عينة:

تربة جامعة : 1255غ تربة الرباح : 1168غ

تربة الفولية : 933غ تربة عسيلة : 1286غ

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي :

الجدول (19) معامل الانتفاش

نوع التربة	معامل الانتفاش
رمل الكثبان	% 86
تربة جامعة	% 65
تربة عسيلة	% 37
تربة الفولية	% 55

II-نتائج التحاليل الكيميائية:

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي :

الجدول (20) نتائج التحاليل الكيميائية

النسب المئوية للمكونات	رمل الكثبان	تربة جامعة	تربة عسيلة	تربة الفولية	تربة المرارة
Fe 2O3 - AL2 O3%	0.25		0.67		
SO4 Ca%	2.05		1.03		
Insoluble(SIO)	95.36	95.96	95.98	31	58
Nacl%	trace		trace		
Perte au Feu%	1.16		0.67		
Eau de constitution%	1.16		0.67		
sulfate%	1.232	2		62	92
carbonate%				7	

ملاحظات:

- من خلال التحاليل الكيميائية نستنتج بأن رمل الكثبان وتربة عسيلة وجامعة هي تربة سيليكونية siliceux لأنها تحتوي على نسبة كبيرة من السيليس silice (SIO_2)[4] مما يجعلها تعطي مقاومة مقبولة (التربة السيليكونية تعطي في الغالب نتائج حسنة للخرسانة)[5].
- تربة المرارة والفولية تحتوي على كمية كبيرة من السلفات مما يجعلها غير صالحة للخرسانة

[4] Belmecheri Oum Habiba, Etude d'un composite à base de sable de dune, ciment et granulats en billes de polysturène expansé, Thèse de magister, université de Laghouat, Alger, 2012, P62.
[5] Azzouz Hocine, Etude des bétons à base des sables de dune, Thèse de magister, université de Biskra, Alger, 2009, P51.

الخلاصة:

نستخلص من هذا الفصل مايلي:

1-من خلال التجارب المنجزة على تربة رمل الكثبان نستنتج أنه رمل دقيق معامل نعومته ضعيف لا يرقى لاستعماله في الخرسانة لوحده إلا إذا استعملنا معه بعض المحسنات.

2-رمل عسيلة أعطى معامل نعومة جيد وبالتالي يوصى باستعماله في الخرسانة.

3-رمل جامعة معامل النعومة نوعا ما ضعيف ويمكن استعماله في الخرسانة الخاصة بالتكسية.

4-رمل المرارة هو رمل طيني لا يمكن استعماله في الخرسانة.

5-رمل الفولية هو رمل جبسي يستعمل كطبقة قاعدية لخرسانة البنايات الكبرى أو في الطرقات .

الفصل الرابع:
لمحة على البرنامج الذي يرسم الخرائط

مقدمة:

البرامج في نظم المعلومات الجغرافية تعد عنصرا أساسيا ومكونا رئيسيا من المكونات التقنية لنظم المعلومات الجغرافية. وتعتبر طريقة أو مدخلا للتعامل مع البيانات المكانية حاسوبيا. وقد بدأت هذه البرامج في ثمانينات القرن الماضي كمحولات جيدة للتعامل مع المعلومات الجغرافية إلى أن اصبحت على ما هي عليه الآن.

I- فوائد برامج نظم المعلومات الجغرافية:

لبرامج نظم المعلومات الجغرافية عدة فوائد من أهمها :[1]

1- تسهيل عملية رسم الخرائط مهما كبر حجمها وبدقة عالية.
2- تسهيل عملية حفظ البيانات مع الخرائط بحيث يمكن الوصول إليها بسهولة وإجراء التعديلات.
3- سهولة إظهار البيانات على الخرائط دون الحاجة إلى اسقاطها يدويا.
4- سهولة عمل نسخ احتياطية من البيانات والخرائط واستخدامها عند الحاجة.
5- اجراء عمليات البحث داخل جداول البيانات فمثلا إذا أردنا إيجاد قطعة أرض بمواصفات خاصة فيمكننا تحديد هذه المواصفات ليقوم الحاسوب بالبحث وعرض النتائج في مدة وجيزة.
6- إجراء العمليات الحسابة على جداول البيانات.
7- إمكانية صنع الخرائط ثلاثية الأبعاد.

II- أنواع برامج نظم المعلومات الجغرافية:

توجد العديد من البرامج التي تقدمها شركات مختلفة تتعامل مع خصائص نظم المعلومات الجغرافية بشكل كامل أو تختص بجزء معين ويمكن تصنيفها كالتالي:

1- البرامج ذات التوجه المكتبي Desktop GIS Software.
2- الخادم Server GIS .
3- برامج موجهة للمطورين Developer GIS .
4- البرامج اليدوية خاصة بالجوال Hand-held GIS .
5- برامج أخرى موجهة حسب التطبيق مثل تطبيقات البيانات الشبكية Raster والرسومية CAD.

[1] أحمد صالح الشمري، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، الجزء الأول، الطبعة الأولى، 2006، العراق، ص66.

II-1 Desktop GIS :ESRI ArcGIS [2]

من أشهر برامج نظم المعلومات الجغرافية برنامج ARCGIS وهو من انتاج شركة ESRI حيث يعتبر هذا البرنامج أداة قوية وسهلة الاستخدام والتي تحضر المعلومات الجغرافية إلى سطح الكمبيوتر، وهو يقدم ميزة تمثيل وإجراء عمليات الاستفهام والاستكشاف وتحليل البيانات مكانيا.

II-1-1 مكونات البرنامج:

برنامج ArcGIS يتكون من عدة حزم أو تطبيقات وتشمل :

أ- ArcMap وهو يمكن المستخدم من العرض والاستعلام عن البيانات المكانية والعمليات عليها وتحريرها وطباعتها.

ب- ArcCatalog وهو يستخدم لإدارة البيانات، حيث يمكن التنقل بين مجلدات وملفات البيانات والمعاينة المبدئية لها وكذلك النسخ واللصق والنقل والحذف إلى غير ذللك.

ج- ArcToolbox ويحتوي على أدوات المعالجة والتحويلات والتحليلات لمختلف البيانات المكانية وهو مضمن في ArcMap و ArcCatalog.

II-1-2 خصائص البرنامج:

الملفات:

يتعامل ArcGIS مع نوعين رئيسيين من الملفات، ملفات المشروع وملفات البيانات

1- ملفات المشروع:

وهي أساسا عبارة عن ملفات نصية تصف مجموعة البيانات المستخدمة في كل عرض وكذلك طريقة ترميز البيانات وأيضا الجداول والتصاميم المحتوي عليها المشروع وكذلك العمليات المجرات على البيانات، ويحمل هذا النوع امتداد (mxd).

2- ملفات البيانات:

وهي تخزن منفصلة عن ملفات المشروع، وبهذه الطريقة تستطيع المشاريع المختلفة الوصول لنفس البيانات، وكذلك عملية توفير في السعات التخزينية.

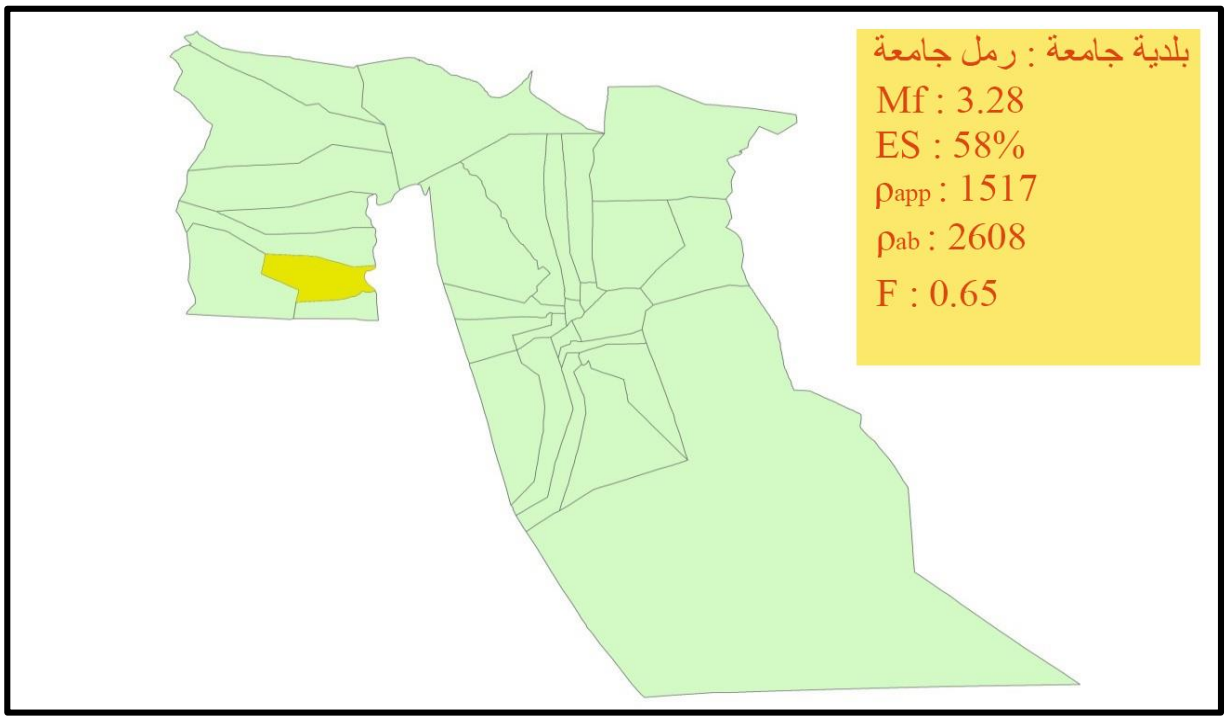
III- رسم خريطة المنطقة المدروسة:

بتطبيق برنامج نظم المعلومات الجغرافية يمكن رسم خريطة المنطقة المدروسة وتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المكونة للمنطقة إلا أنه يجب تحديد العديد من النقاط والعينات لتربة المنطقة المدروسة حتى يتم تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل المنطقة.

وفي ما يلي عرض لخريطة المنطقة المدروسة :

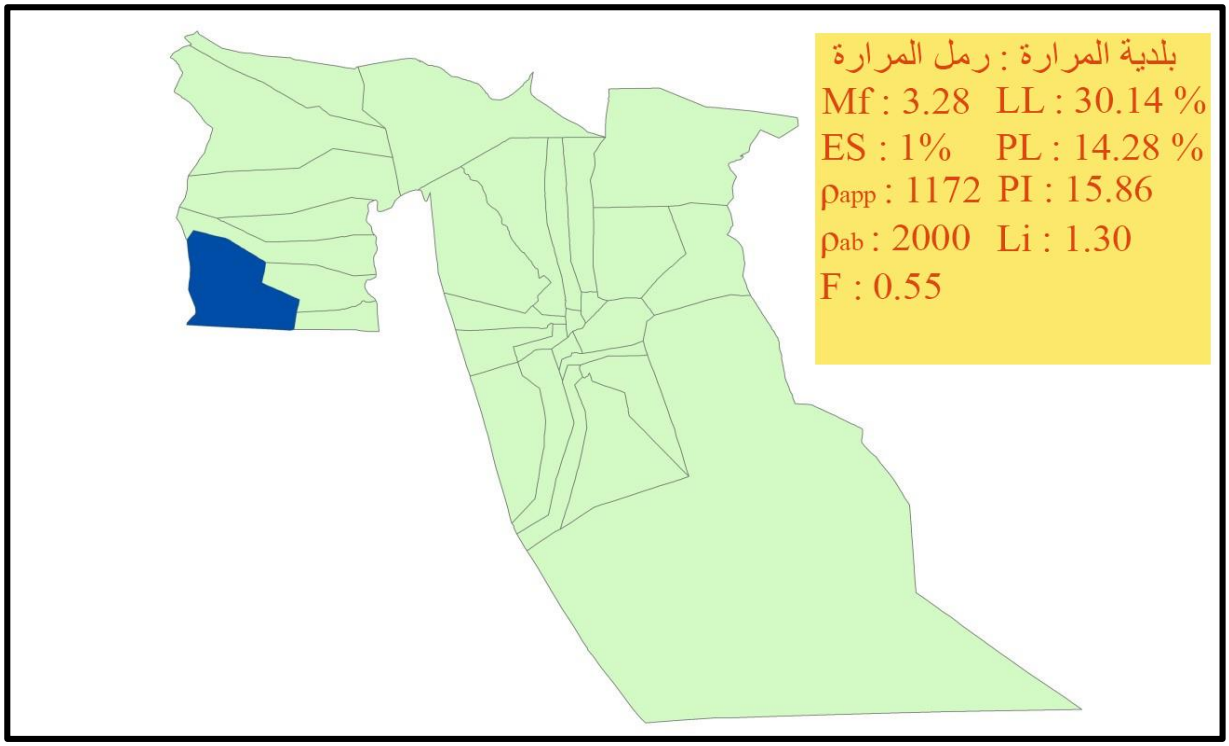
[2] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، نظم المعلومات الجغرافية 213 مسح، المملكة العربية السعودية، ص03.

الخريطة (02) : منطقة جامعة



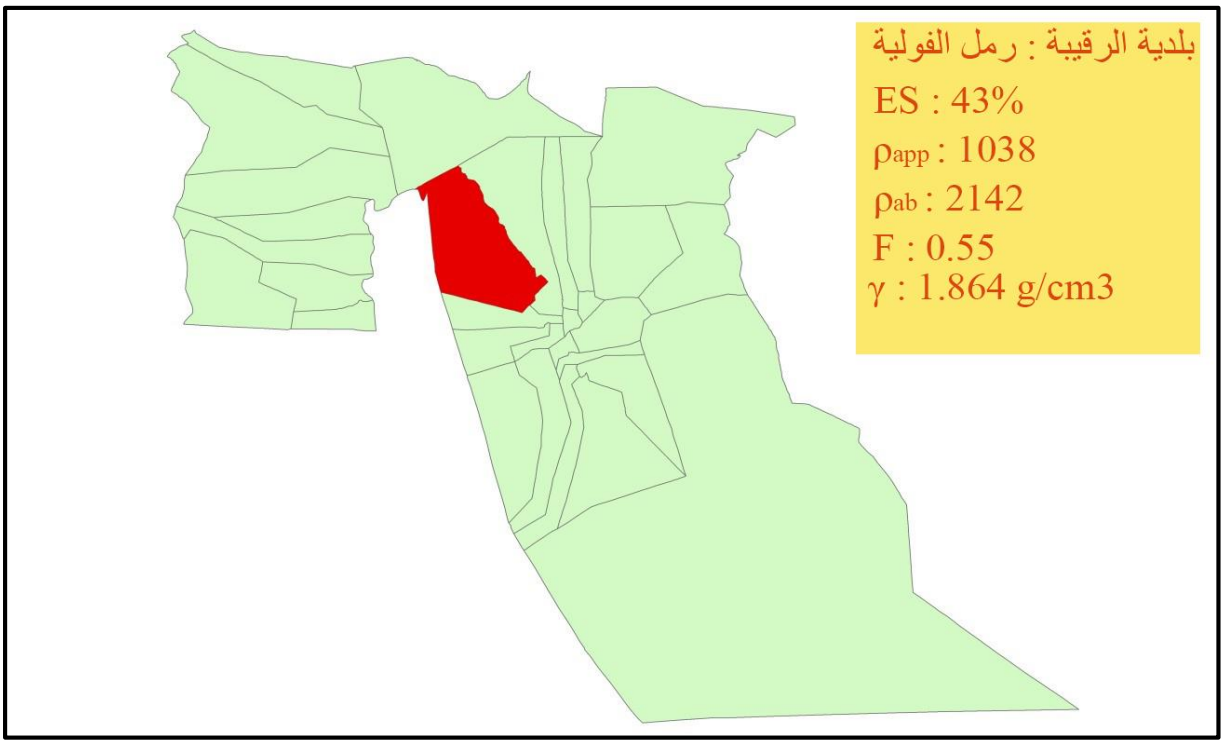
هذه العينة من الرمل موجودة بمنطقة جامعة بالجهة الشرقية منها وتمتد حتى ولاية ورقلة وتستعمل تربتها في البناء ماعدا الخرسانة .

الخريطة (03) : منطقة المرارة



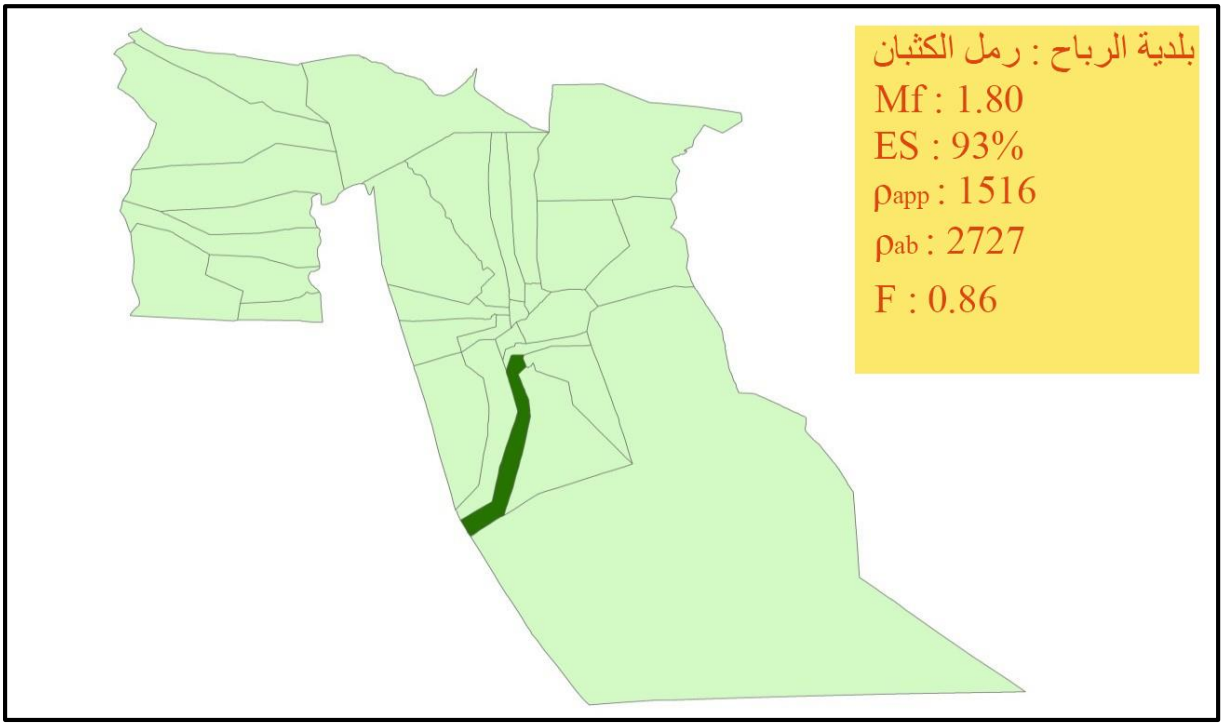
هذه العينة من الرمل موجودة ببلدية المرارة غرب مدينة الوادي وتمتد حتى ولاية الجلفة وتستعمل تربتها في الزراعة .

الخريطة (04) : منطقة الرقيبة



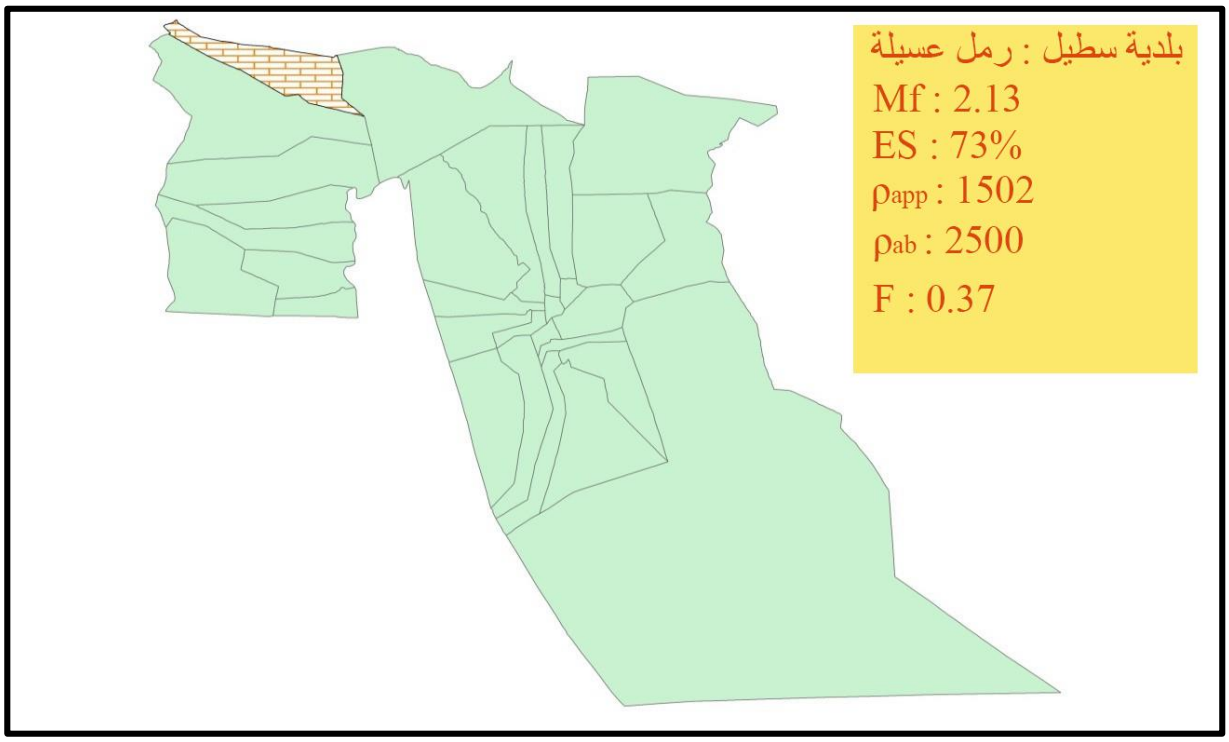
هذه العينة من الرمل موجودة منطقة الفولية ببلدية الرقيبة بالنقطة الكيلومترية 40 شمال مدينة الوادي وتستعمل تربتها في الطرقات.

الخريطة (05) : منطقة الرباح



هذه العينة من الرمل موجودة بمنطقة الرباح بالجهة الجنوبية لمدينة الوادي وتمتد حتى للبلديات المجاورة وتأخذ مساحة شاسعة حتى حدود ولاية ورقلة ولا تستعمل تربتها في البناء.

الخريطة (06) : منطقة سطيل



هذه العينة من الرمل موجودة ببلدية سطيل شمال غرب مدينة الوادي وتستعمل تربتها في البناء .

الخلاصة:

بتطبيق نظم المعلومات الجغرافية نستطيع رسم خريطة المنطقة المدروسة وتحديد نوعية التربة وخصائصها واستعمالاتها ووضع بنك للمعلومات عن كل منطقة يسهل الوصول للمعلومة وتحيينها وتعديلها.

الخلاصة العامة والتوصيات

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض أنواع التربة لمناطق مختلفة من ولاية الوادي، ومدى إمكانية استغلالها في مجالات الإنشاء المختلفة.

- وكنقطة انطلاق قمنا بتحديد بعض المناطق المختلفة لدراسة تربتها.
- أجرينا بعض التجارب على كل نوع من التربة لمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع، الأتربة المستعملة في هذه الدراسة مختلفة رملية وطينية وجبسية.
- وحسب الملاحظات المستوحاة من التجارب فإن التربة الرملية باختلاف أنواعها يمكن استعمالها في الخرسانة مباشرة أو بعد إدخال تصحيحات عليها بإضافة مواد معدلة للتدرج الحبيبي حسب المعايير والمقاييس اللازمة لذلك.
- بالنسبة للتربة الطينية والجبسية تم تحديد خصائصها لاستعمالها في مجالات الانشاء المختلفة.
- وفي المرحلة الاخيرة من هذا البحث قمنا برسم خريطة المناطق المدروسة وإمكانية تطبيق برنامج نضم المعلومات الجغرافية.

قصد تطوير وتحسين هذه الدراسة ومن أجل معرفة خصائص كل تربة واستعمالاتها نقترح :

- ✓ توسيع منطقة الدراسة حتى يتم معرفة خصائص التربة المتواجدة في الولاية
- ✓ القيام بتجارب أخرى مختلفة حسب نوعية التربة واستعمالها في المجالات المختلفة (الزراعة، المنشآت، الصناعة ...الخ) واستغلال هذه الثروة الطبيعية.
- ✓ توسيع تطبيق برنامج نظم المعلومات الجغرافية لرسم خريطة الولاية وتحديد خصائص التربة عليها.

وفي الأخير أملنا أن نكون وفقنا في عملنا هذا الى حد ما ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والإهتمام به أكثر.

الخلاصة العامة والتوصيات

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض أنواع التربة لمناطق مختلفة من ولاية الوادي، ومدى إمكانية استغلالها في مجالات الإنشاء المختلفة.

- وكنقطة انطلاق قمنا بتحديد بعض المناطق المختلفة لدراسة تربتها.
- أجرينا بعض التجارب على كل نوع من التربة لمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع، الأتربة المستعملة في هذه الدراسة مختلفة رملية وطينية وجبسية.
- وحسب الملاحظات المستوحاة من التجارب فإن التربة الرملية باختلاف أنواعها يمكن استعمالها في الخرسانة مباشرة أو بعد إدخال تصحيحات عليها بإضافة مواد معدلة للتدرج الحبيبي حسب المعايير والمقاييس اللازمة لذلك.
- بالنسبة للتربة الطينية والجبسية تم تحديد خصائصها لاستعمالها في مجالات الانشاء المختلفة.
- وفي المرحلة الاخيرة من هذا البحث قمنا برسم خريطة المناطق المدروسة وإمكانية تطبيق برنامج نضم المعلومات الجغرافية.

قصد تطوير وتحسين هذه الدراسة ومن أجل معرفة خصائص كل تربة واستعمالاتها نقترح:

- ✓ توسيع منطقة الدراسة حتى يتم معرفة خصائص التربة المتواجدة في الولاية
- ✓ القيام بتجارب أخرى مختلفة حسب نوعية التربة واستعمالها في المجالات المختلفة (الزراعة، المنشآت، الصناعة ...الخ) واستغلال هذه الثروة الطبيعية.
- ✓ توسيع تطبيق برنامج نظم المعلومات الجغرافية لرسم خريطة الولاية وتحديد خصائص التربة عليها.

وفي الأخير أملنا أن نكون وفقنا في عملنا هذا الى حد ما ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والاهتمام به أكثر.

قائمة المراجع والمصادر

01- أحمد صالح الشمري، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، الجزء الأول، الطبعة الأولى، 2006، العراق، ص66.

02- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، خواص واختبارات التربة 204 مدن، المملكة العربية السعودية.

03- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، نظم المعلومات الجغرافية 213 مسح، المملكة العربية السعودية.

04-الوصيف بشير، حني أيوب، دراسة الطبقات المائية ومجرى وادي سوف القديم، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2015 .

05-بضياق سميحة، دراسة التركيب الجزيئي لرمل كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الاشعة السينية، مذكرة ماستر ، جامعة ورقلة ،الجزائر، 2012.

06- حوبه أحمد، داهم محمد البشير، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشآت الري المنجزة بخرسانة رمل الكثبان، مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2016 .

07- ساكر عبد الرزاق، زيدي يحي، تحليل كيفية تأثير المياه الصاعدة على منشاة الري الخرساني مذكرة ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2016 .

08-سامي أحمد حجاوي، فحوصات التربة للأغراض الانشائية، نابلس، فلسطين، 2003.

09-عبد الفتاح القصبي، ميكانيك التربة، دار الكتاب العلمي، مصر، 2006.

10- عبداوي جهان ريم، مشكلة صعود المياه وآثارها على البيئة بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2006.

10- ماني محمد، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالألياف المعدنية، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير، جامعة ورقلة، الجزائر، 2010.

12- محمود نصر الدين، الأشعة الصينية وبعض تطبيقاتها، الهيأة العربية للطاقة الذرية، تونس، 2008.

13- م.سماح الجعبري ، دليل ارشادي لبعض تجارب ميكانيك التربة، جامعة بوليتكنك فلسطين، 2006.

14- مصطفاوي عمار، القطاع الفلاحي بين القديم والجديد بإقليم وادي سوف، مذكرة ماجستير ، جامعة قسنطينة، الجزائر، 2002.

15-Azzouz Hocine, Etude des bétons à base des sables de dune, Thèse de magister, université de Biskra, Alger, 2009.

16-Belmecheri Oum Habiba, Etude d'un composite à base de sable de dune, ciment et granulats en billes de polysturène expansé, Thèse de magister, université de Laghouat, Alger, 2012.

17-Belferrag Allaoua, Contribution à l'amélioration des propriétés mécaniques et rhéologiques des bétons de sable de dunes, Thèse de doctorat, université de Biskra, Alger, 2016.

18-Dr.Cherait Yacine ; Nafa Zahredinne ; Elements de materiaux de construction et essais, Direction de la publication universitaire de GELMA, 2007.

19-La wilaya d'El Oued par les chiffres 2003 : présentation de la wilaya- Données générales sur la wilaya- limites de la wilaya .

20- Normalisation française, Afnor, 1990

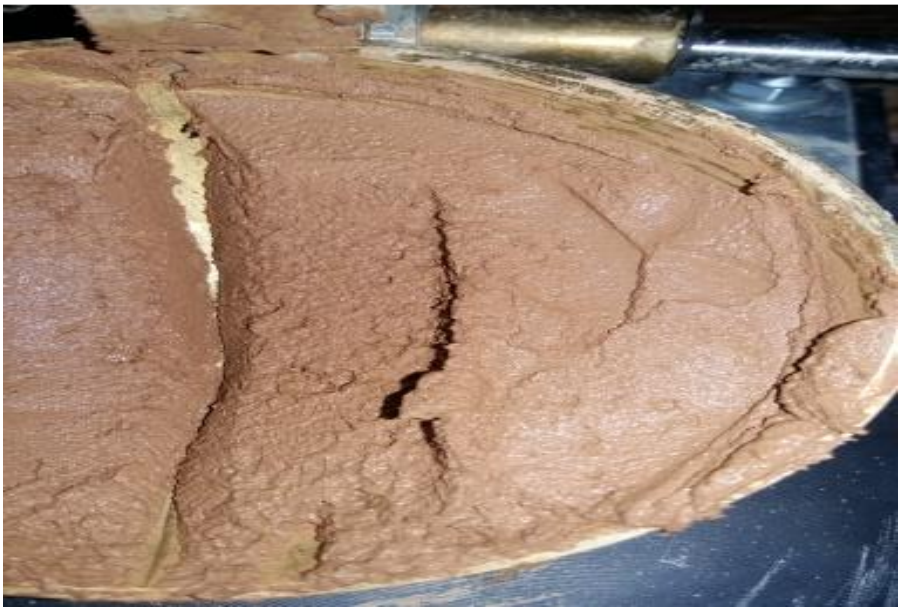
21-O.N.M El oued Guemar, 2016.

22-S.Benhamida ; R.Medjber, A.Maameri, Agence nationale des ressources hydrauliques, Direction régionale sud / Ouargla , Rapport de synthèse sur la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de Oued Souf- Octobre 1999 .

الصورة (01): جهاز الغربلة

الصورة (02): توضح وزن العينة لتجربة الغربلة

الصورة (03): جهاز كازاكراند



الصورة (04): العينة بجهاز كازكراند لتجربة حدود اترباك حد السيولة

الصورة (05): توضح العينة لتجربة حدود اترباك حد اللدونة

الصورة (06): توضح عملية دحرجة العينة لتجربة حدود اترباك حد اللدونة

الصورة (07): توضح تجربة الكتلة الحجمية

الصورة (08): توضح جهاز الرج تجربة المكافئ الرملي

الصورة (09): توضح العينة بعد الرج تجربة المكافئ الرملي

الصورة (10): توضح عملية دمك العينة لتجربة بركتر

الصورة (11): توضح عملية خلط العينة لتجربة بركتر