

GENESIS OF GYPSUM IN SOILS OF EL OUTAYA PLAIN

GENESE DE GYPSE DANS LES SOLS DE LA PLAINE EL OUTAYA

HOURIA ROUAHNA ⁽¹⁾, RABAH BEN SAID ⁽²⁾

⁽¹⁾Université Mohamed kheidar. Biskra.

⁽²⁾Université de Skikda-route d'El-Haddaiek. Skikda

hrouahna@yahoo.fr, labagro21@hotmail.fr

RESUME

Le gypse est le minéral le plus abondant dans les sols des régions arides, il se forme lorsque la concentration de Ca⁺² et SO₄⁻² est élevée dans le sol. Trois profils représentatifs dans la plaine d'El outaya (nord-ouest de Biskra) ont été étudiés. Le climat de la région est aride avec des températures annuelles maximales de 41°C et des précipitations moyennes annuelles de 129.5mm. Les résultats obtenus par l'observation microscopique indiquent que la forme lenticulaire du gypse est la plus abondante dans les différents horizons des profils étudiés ; tandis qu'il y a d'autres formes rares surtout dans les horizons souterraines, tel que la forme aciculaire. La formation du gypse est fréquent dans les piedmonts (profil 23) et la partie basse de la plaine (Sebkha de Selga) (profil 102 et 103), elle est liée à la position topographique, à la formation géologique (Trias) et l'aridité du climat. L'étude de la diffraction par les rayons X a montré l'abondance du bassanite dans le cortège minéralogique des sols étudiés qui se traduit par la présence des processus de déshydratation.

MOTS CLES : Genèse, gypse, plaine d'El outaya, régions arides, profils.

ABSTRACT

Gypsum is a common mineral in soils of arid regions, it forms when Ca⁺² and SO₄⁻² concentrations in the soil are high. Three pedons representatives were studied in the plain of El outaya (North West of Biskra). the climate of the region is arid with maximum annual temperatures of 41°C and mean annual precipitation of 129.5mm. Microscopic observation indicates that lenticular crystals of gypsum were abundant in the different horizons of the studied pedons; whereas such forms are rare and they are frequently found in the subsurface horizons as acicular form. The formation of gypsum has been frequently found in piedmont plains (pedon 23) and the lower part of plain (Sebkha of Selga) (pedon 102 and 103), it is related to topographic location, geological formation and the arid climate. The study of the X-ray diffraction showed the abundant of bassanite in the mineralogical cortège of the studied soils with justified by the presence of dehydration process.

KEYWORDS: Genesis, gypsum, plain of El outaya, arid regions, pedons.

1 INTRODUCTION

Les zones arides sont caractérisées par la présence du gypse, calcaire et des sels solubles avec des formes très variables. Le gypse peut s'accumuler dans le sol quand l'évapotranspiration devient supérieure aux précipitations (Fedoroff et Courty, 1989).

La formation du gypse est généralement associé avec les roches gypsifères et les sédiments de différents origines (Hashemi et al, 2011). Lorsqu'il est présent en faible quantité, le gypse a un effet positif sur les propriétés du sol et peut jouer un rôle d'amendement et d'engrais car il apporte des ions Ca⁺⁺ et SO₄⁻⁻ nécessaires à la croissance

des plantes. Par contre, à des teneurs élevées, il affecte le comportement et le fonctionnement des sols et des plantes (Pouget, 1995).

Dans la région d'El Outaya, les risques de dégradation des sols résultent de la salinisation des sols et des eaux. D'une part sa solubilité, intermédiaire entre les sels solubles et la calcite, le gypse confère aux sols des comportements particuliers. Comparés aux autres sols des régions arides (notamment les sols calcaires et les sols salés) les sols gypseux restent très peu connus (Halitim et al, 2003).

L'objectif de ce travail, est d'étudier la genèse du gypse, ses caractéristiques, et ses formes dans le sol pour les connaître mieux, et trouver des solutions adéquates pour les

rendre plus fertiles.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

La plaine d'El Outaya est située dans le Nord-Ouest de la région de Biskra, son territoire s'étend sur une superficie de 406,10km² (DPAT, 2007), Elle est limitée au Nord par El Kantara, au Sud par Biskra et El Hadjeb, à l'Est par Branis et Djemorah et à l'Ouest par Tolga.

Selon Chebbah (2007), la plaine d'El Outaya est située entre deux anticlinaux et qui a fonctionné comme un bassin de sédimentation pendant tout le Néogène, Elle est le résultat d'un remplissage Mio-pliocène-quaternaire caractérisé par :

- Des dépôts quaternaires très hétérogènes (alluvions, sable, dunes et poudingues) sont développés dans les lits des oueds et les zones basses.
- Des dépôts mio-pliocènes caractérisés par des graviers, des grès conglomératiques à grains fins à moyens, avec des passages d'argiles et de marnes gypseuses.

Les dépôts alluvionnaires du quaternaire dont se sont formés les sols de la plaine proviennent des formations géologiques de nature gypso-calcaire et salifère

La région d'El-Outaya se situent dans un étage bioclimatique aride avec des précipitations moyennes annuelles qui atteignent 129.5mm (1995-2008) répartis d'une façon irrégulière durant l'année. Les températures maximales et minimales annuelles sont de l'ordre de 41°C enregistrés en Juillet et 6.84 C° en mois de Janvier où la moyenne annuelle est de 22.4 C°. L'évapotranspiration est très importante, la moyenne est évaluée à 250.25mm.

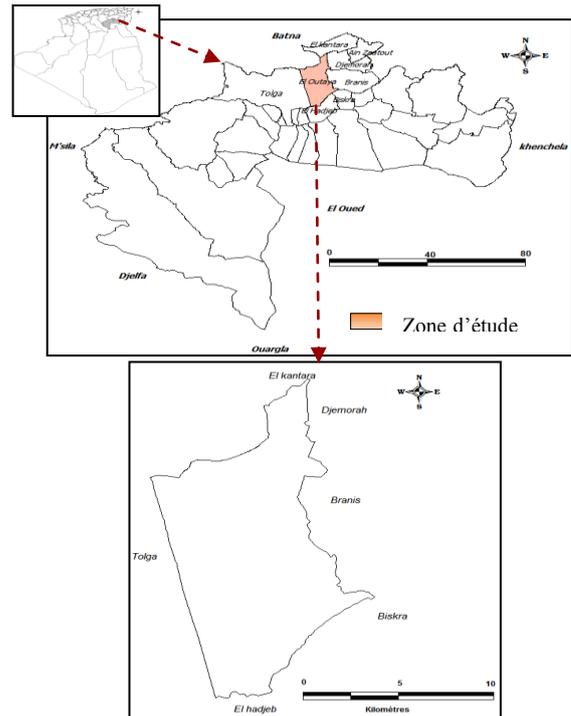


Figure 01: Situation géographique de la région d'El Outaya

2.2 Le choix des profils

A partir des données de l'étude agro pédologique effectuée par l'ANRH (1980, 1984), sur la plaine d'El Outaya, des profils types ont été choisis selon leurs teneurs en gypse ensuite, une prospection sur le terrain vers chaque profil à été réalisée pour la caractérisation des différentes zones quelles sont représentées sur la carte (Fig 2), des échantillons du sol ont été prélevés pour chaque profil pour les faire des analyses.

La réalisation des profils à été effectuée manuellement, ses profondeurs sont de 1m, répartis sur la superficie de la plaine. Pour mieux connaître la genèse du gypse, leurs formes dans la plaine, des analyses, ont été réalisé sur 26 horizons distingués par les formes de gypse. Trois profils représentatifs ont été choisis ; le profil 23(N35°1'50.5", E 5°34' 24.8"), le profil 102 (N 34°55' 15", E 5°30' 58") et le profil 103(N 34°54' 15", E 5°31' 7").

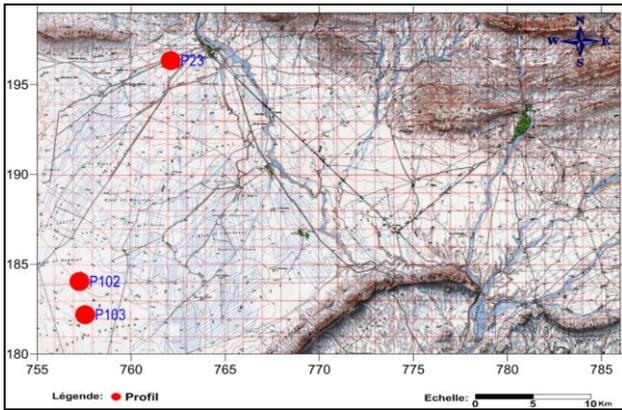


Figure 02: Carte de répartition des profils

2.3 Méthodes d’analyse

Les échantillons du sol sont séchés à l’air libre, broyés et tamisés à 2 mm. Les analyses réalisées sont : le pH est mesuré par le pH mètre avec un rapport sol /eau1/2.5. La conductivité électrique mesurée avec Conductimètre sur un rapport sol/eau 1/5. Le dosage du gypse est effectué par la méthode à l’acétone de Richard qui consiste à centrifuger la solution du sol en présence d’acétone, le taux de gypse est déterminé par l’utilisation de la courbe standard qui relie la concentration avec la conductivité électrique de la solution étudiée. Le calcaire total est dosé par le Calcimètre de Bernard. l’analyse granulométrique a été faite par la méthode internationale dite méthode de la pipette de ROBINSON. L’étude minéralogique est réalisée par diffraction aux rayons X, sur la fraction totale du sol broyé sous forme de poudre. L’examen microscopique est effectué par un microscope optique de précision, chargé avec un appareil photo.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Propriétés générales du sol

L’analyse granulométrique montre une texture argileuse dans le profil 23 et les horizons inférieurs de profil 103 et, une texture limoneuse dans tout le profil 102. Poch (1992), sur fond d’étude réalisée en Espagne dans la région d’Ebro, a montré que la texture des sols gypseux est étroitement liée à la teneur en gypse et qu’elle est conditionnée par le matériau parental. Le pH est faiblement alcalin varie entre 7.33 et 8.54 pour tous les profils étudiés (Tab 1) ; selon Boyadgiev et Verheye, (1996), les sols gypseux présentent un pH modérément à légèrement alcalin (pH=7,4 – 9,4). Les profils 102 et 103 sont extrêmement salés avec des valeurs de la CE oscillent entre 9.75 et 20.75dS/m, tandis que le profil 23 enregistré des valeurs de la CE entre 3.89 et 5.11 dS/m dans l’horizon inférieur c’est un profil très salé.

Tableau 01 : les propriétés chimiques des profils étudiés

Profil	Gypse%	CE dS/m	pH (1/2.5)	Calcaire%
p103H1	7,9	15,86	8,13	39,44
p103H2	1,47	20,75	8,35	40,27
p103H3	1,47	19,52	8,54	43
p103H4	12,51	9,75	8,3	49,51
p23H1	7,21	3,89	7,93	40,27
p23H2	4,34	5,6	7,81	41,53
p23H3	4,34	5,11	8,04	44,47
P102H1	4,34	16,57	7,33	36,08
P102H2	5,04	12,30	7,88	37,13
P102H3	5,04	16,26	7,72	35,87

Les résultats obtenus pour le taux de calcaire total montrent que les sols des profils étudiés sont excessivement calcaires (Baize, 1988), avec des taux varient entre 35, 87% et 49,51%. les taux du gypse obtenus dans les différents profils montrent que ces sols sont légèrement gypseux, ses valeurs varient entre 1.47 et 7.21% pour la plupart des horizons (Tab1). Pour l’horizon inférieur du profil 103 le sol est fortement gypseux avec une valeur de 12.51% et pour le même profil ces résultats sont semblables à ceux trouvés par Barzanji (1973) sur un matériel comparable.

Le profil 103 montre que les quantités de carbonate de calcium, augmentent avec la profondeur de 39.44% à 49.51%.

3.2 Morphologie de gypse dans les sols de la plaine d’El outaya

Les caractéristiques morphologiques des profils étudiés indiquent la présence de gypse sous différentes formes : une forme de plaque dans le profil 23 (fig3), une forme de rose de sable présente dans le profil 103 (fig4) et une forme de pseudo mycélium constatée dans le profil 102 (fig 5). Selon Djilli (2000), le gypse peut présenter sous différentes formes dans le sol en fonction des conditions dans lesquelles il se précipite.



Figure 03: Plaque de gypse de profil 23



Figure 04. Rose de sable de profil 103



Figure 05: Gypse sous forme de pseudo mycélium Profil 102

Les analyses de l'horizon inférieur du profil 103 montre un taux élevé de gypse, le sol est humide avec des taches d'oxydoréduction et l'agglomération de gypse sous forme de rose de sable ceci est remarqué par Halitim et Robert, (1992) sur un matériel similaire. Et expliqué par Bellair (1954), par l'activité de la nappe d'eau.

3.3 Les propriétés micro morphologiques et minéralogiques des sols

Le gypse lenticulaire représente la morphologie la plus abondante dans les sols des régions arides cette forme est décrite par plusieurs auteurs (Barzanji et Stoops, 1974 ; Chen, 1997 ; Artieda, 2004). En raison de la grande

solubilité du gypse par rapport au carbonate de calcium, l'accumulation de ce minéral dépend des changements hydrogéochimiques. Par conséquent les formes d'accumulation de gypse peuvent être utilisées comme indicateur de ses conditions de formation (Poch et al. 2010).

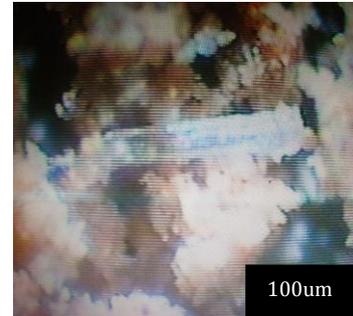


Figure 06: forme aciculaire du gypse du Profil 102H3

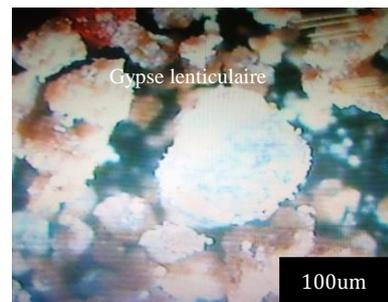


Figure 07: forme lenticulaire du gypse du Profil 102 H1



Figure 08: Gypse lenticulaire du profil 23H1

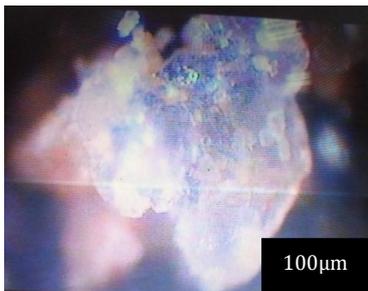


Figure 09: Gros cristaux du gypse du profil 103H1



Figure 10: Rose de sable dissociée avec des taches d'oxydoréduction du profil 103H4

La forme, la taille et la position des cristaux de gypse sont utilisées pour déterminer leurs sources (Buck et Van Hoesen, 2002). Notre étude confirme que les cristaux de gypse lenticulaires sont les plus abondants dans les profils étudiés (figure 6, 8 et 10), des observations similaires ont été rapporté par (Jafarzadeh and Burnham, 1992; Farpoor et al. 2003). L'horizon inférieur du profil 102 montre une autre forme des cristaux de gypse, qui est aciculaire (figure 7), elle est relativement rare.

Le gypse est déposé dans les sols de la plaine par deux processus, par mouvement descendant où il ya un déplacement vers le bas après mouillage ou dissolution de ce sel transporté par les eaux des oueds ou les eaux de ruissellement et se précipite. Soit par mouvement ascendant, où le gypse est formé par la précipitation de Ca²⁺ et SO₄ (pendant la salinisation) quand il, ya la remonté de l'eau vers le haut par capillarité pour remplacer l'eau perdue par évaporation. Pour les profils 102 et 103 le taux maximum du sable est enregistré dans les horizons de surface qui est un caractère de désert formés par les dépôts éoliens. Ceci est remarqué aussi par (Fadden et al 1987) dans des conditions comparables à nous conditions.

Le gypse a été transporté en amont par les eaux des oueds (transport hydrique) et se dépose dans la partie basse de la plaine où il s'accumule, comme il peut se transporter par le vent à la surface des sols, ces deux processus sont réalisés dans le profil 103 où le gypse se trouve à des quantités élevées dans l'horizon de surface et l'horizon inférieur où se forme les roses de sable. Dans les milieux de Sebkhass, le gypse se cristallise sous forme lenticulaire pour donner les

roses du sable.

Les profils 102 et 103 représentent la partie basse de la plaine, ces deux profils marquent les quantités les plus importantes du gypse et de la salinité tandis que le profil 23 représente la partie amont de la plaine, il se trouve contre bas de la coline de Maghraoua. Les résultats des analyses minéralogiques réalisés par diffractométrie aux rayons x (DRX)

Montrent que le bassanite (CaSO₄, ½ H₂O) est le minéral dominant dans les trois profils, ces analyses confirment la présence du gypse, du quartz et de la calcite, et la présence de l'anhydrite en faible quantité dans le profil 23 H1 et dans le profil 102 H3 (figures 11, 12, 13). L'existence de ces minéraux est confirmé par Dekkiche, 1976 ; Watson, 1980 ; Boyadjieva et Sayegh, 1992) dans des conditions comparables à notre étude.

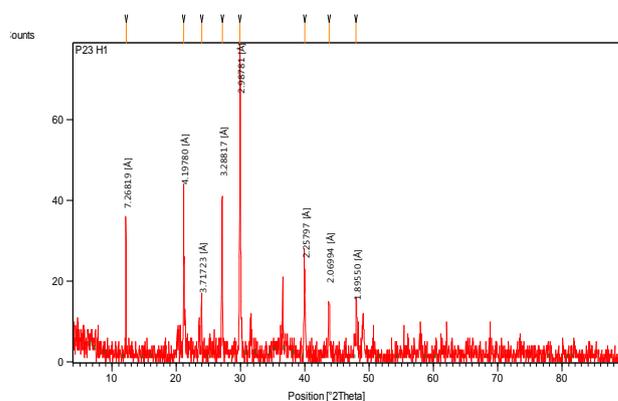


Figure 11: Résultats diffractométriques de P23H1

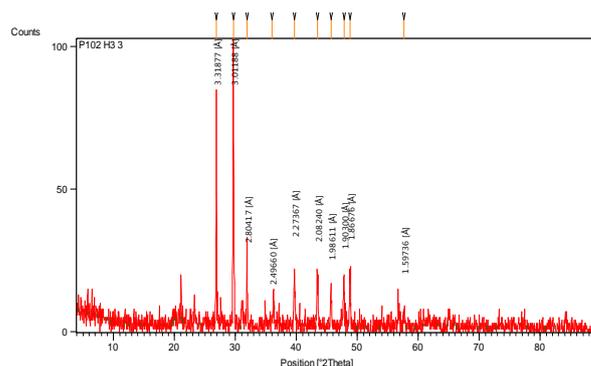


Figure 12: Résultats diffractométriques de P102 H3

Le gypse existe rarement à l'état pur, il peut présenter des inclusions de quartz, de sable et d'argile (Barriand et al. 1978), ou bien des inclusions d'oxyde de fer (Benmati, 1993).

D'après Shahid et al. (2007) l'anhydrite est formé sous un été chaud à des températures du sol dépasse 40°C dans la surface du sol et dépasse 30°C dans des profondeurs atteint

50 cm, avec une salinité élevée. La présence d'une fraction, même mineure d'anhydrite indique une source allogène d'origine géologique (Murray, 1964) ce qui est confirmé par la présence de minéraux lourds trop arrondis (Job, 1992).

La déshydratation commence à (40 ° C) et atteint un niveau correspondant à la forme semi-hydratée (c'est-à-dire la bassanite) à 70 à 90 ° C (FAO, 1990).

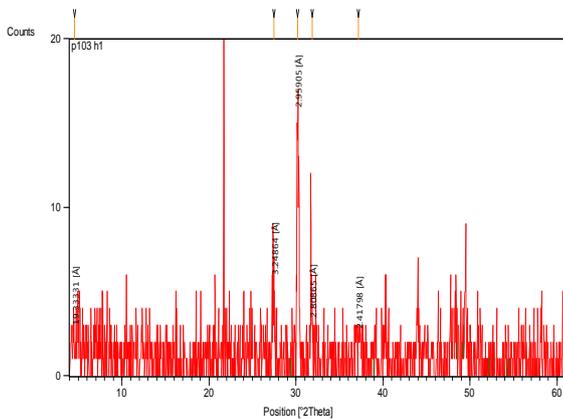


Figure 13: Résultats diffractométriques de P103 H1

Les hautes températures de la région d'El outaya jouent un rôle dans la formation de la bassanite (déshydratation de gypse) ceci est prouvé par Eswaran et Zi-tong (1991) où ils rapportent que la déshydratation peut commencer à des basses températures (environ 40°C).

Différentes formes de minéraux sulfatés peuvent être trouvés dans les sols, le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) étant le type dominant qui se produit dans le centre de l'Irak. Les conditions climatiques chaudes et sèches sont plus adaptées à la formation de gypse puis d'autres formes de calcium ; des minéraux sulfatés tels que la bassanite et l'anhydrite. Le gypse peut être transformé en ces formes anhydres par le chauffage (Muhaimed et al 2013).

4 CONCLUSION

En général, les résultats obtenus indiquent la présence du gypse dans la plaine El Outaya à des quantités variables d'où les taux élevés sont enregistrés dans la partie basse de la zone d'étude où les eaux de ruissellement et le vent contribuent à cette action. L'étude morphologique, analytique, minéralogique et microscopique de quelques profils réalisés au niveau de la plaine d'El outaya montre que les quantités du gypse accumulé dans les sols de la zone d'étude sont liées à la topographie, à la géologie de la région, et à l'aridité du climat contenant le vent comme agent essentiel dans le transport des matériaux.

REFERENCES

[1] Artieda, O., 2004. Materials parentales y geomorfologia en la genesis de aridisoles en sectradel centro denaled elEbro. PhD. Dissertation. Universidad de

Zaragoza. 576p.

- [2] Baize, D., 1988. Guide d'analyses courantes en pédologie, 2ème édition. I.N.R.A. Paris, 257p.
- [3] Barzanji, A.F., 1973. Gypsiferous soils in Iraq. PH.D. Thesis. state university of Ghent, Belgium.
- [4] Barzanji A.F., Stoops G., 1974. Fabric and mineralogy of gypsum accumulations in some soils of Iraq. Gypsic features, in Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths, Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F., Eds., Amsterdam: Elsevier, pp195-216.
- [5] Bellair, P., 1954. Sur l'origine des dépôts de sulfates de calcium actuels et anciens. C.R. Ac. sc. Paris : 1059-1061.
- [6] Boyadgiev T.G., Sayegh A.H., 1992. Forms of evolution of gypsum in arid and soil parent materials. Pédologie, XLII-2, pp: 171-182.
- [7] Boyadgiev T.G., Verheye W.H., 1996. Contribution to a utilitarian classification of gypsiferous soil Géoderma 74, pp: 321-338.
- [8] Buck, B.J., Van Hoesen, J.G., 2002. Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum, southern New Mexico, U.S.A. J. Arid Environ. 51, 469-487.
- [9] Chebbah M, 2007. Caractérisation sédimentologique et géochimique du Néogène, de part et d'autre de l'accident sud atlasique, région de Biskra. Thèse de doctorat d'état de l'Université mentouri, 417p
- [10] Chen, X. Y., 1997. Pedogenic gypcrete formation in arid central Australia. Geoderma 77, pp: 39-61.
- [11] Dekkiche, B. 1976. Notes sur quelques sols à accumulation de gypse dans Hodna. Annales INA (EL Harrach) Vol n1. PP/139-148.
- [12] Djilli, K., 2000. Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Création d'une banque des données informatisées et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et valorisation des données pédologiques. Thèse Doct d'état. INA (EL Harrach), 243p.
- [13] DPAT., 2007. Monographie de la wilaya de Biskra. 155p
- [14] Eswaran, H., Zi-Tong, G., 1991. Properties, genesis, classification, and distribution of soils with gypsum. In: Nettleton, W.D. (Ed.), Occurrence, Characteristics, and Genesis of Carbonate, Gypsum, and Silica Accumulations in Soils, SSSA Special Publication, vol. 26, pp. 89-119.
- [15] Fadden LD., Wells SG., Jercinovich., MJ., 1987. Influences of éolian and pedogenic
- [16] Micromorphology of soils, pp: 271-277.
- [17] Fao., 1990. Management of gypsiferous soils. FAO. BULL. 62. Rome, 81p.
- [18] Farpoor, M.H., Eghbal, M.K., Khademi, H., 2003. Genesis and micromorphology of saline and gypsiferous Aridisols on different geomorphic surfaces in Nough area, Rafsanjan. J. Sci. and Technol. Agric.

- and Natur. Resour. Isfahan, vol. 7, pp. 71– 93 (in Persian with an abstract in English).
- [19] Halitim, A., Ben Said, R., BEN SAAD, A., Sellami, L et Fenghour, O., 2003. Sols gypseux, genèse, caractérisation et fonctionnement .Rapport annuelle d'un projet.27p
- [20] Halitim, A., et Robert, M., 1992. Genesis of gypseous and calcareous formations in arid zone (Algeria). Dynamics and effects in soil properties. Workshop on gypseous soils, Aleppo, ICARDA-FAO, 11 p.
- [21] Hashemi S.S., Baghernejad M., and Khademi H., 2011. Micromorphology of gypsum crystals in Southern Iranian soils under different moistures Regimes. Journal of Agriculture Science Technology,13:273-288.
- [22] Jafarzadeh, A., Burnham, C.P., 1992. Gypsum crystals in soils. J. Soil Sci. 43, 409– 420.
- [23] Job,J.O.1992. les sols salés de l'oasis D'El Guettar (sud tunisien).edit.ORSTOM. 151P.
- [24] Muhaimed, A.S., al-Jeboory, S.R., Saliem, K.A., Burt, R.and Chiaretti,J.V., 2013. Genesis and Classification of Selected Soils in an Arid Region of Central Iraq.Soil Horizon p.1-13.
- [25] Murray, R.C., 1964. Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite. J., of Sedimentary Petrology, Vol. 34, n03, p: 512-523.
- [26] Poch R.M., 1992. Fabric and Physical Properties of gypsic and hypergypsic horizons in the Ebro Valley.Ph.D. Thesis. Universities of Gent.
- [27] Poch, R.M., Artieda, O., Herrero, J., and Lebedeva-Verba, M., 2010. processes on the origin and evolution of desert pavements. Geology, 15: 504-508.
- [28] Pouget, M., 1995. Les Gypsosols.Ed. I.N.R.A., Référentiel pédologique francais, 6ème version, 332p.
- [29] Shahid, S.A., Abdelfattah, M.A. and Wilson, M.A., 2007. A unique anhydrite soil in the Coastal Sabkha of Abu Dhabi Emirate. Soil Surv. Horiz. 48:75–79.
- [30] Watson, A., 1980. Vegetation polygon in the Central Namib desert.Moadoga series, 11-12.