# زراعت غرقاب و نقش آن در تشکیل و طبقه‌بندی آنتروسولها(خاک‌های شالیزاری شهرستان تنکابن)

**علیرضا راهب[1*]، احمد حیدری[2]**

1 - دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

2- استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

*آدرس پست الکترونیکی مکاتبه‌کننده: علیرضا راهب araheb@ut.ac.ir

## چکیده

هدف از این مطالعه بررسی شرایط تشکیل و طبقه‌بندی آنتروسول‌ها در شرایط خاک‌های شالیزار و مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها اعم از درصد ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و ظرفیت تبادل کاتیونی تحت این شرایط می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در ایستگاه تحقیقات برنج کشور در غرب شهرستان تنکابن در وسعتی بیش از 10 هکتار واقع است. نتایج مطالعه گویای تاثیر خشک و مرطوب شدن متناوب، وجود لایه گلخراب، شرایط غرقاب و سخت لایه شخم در تشکیل افق‌های آنتراکوئیک و هیدراگریک می‌باشد. از طرفی میانگین مواد آلی و CEC در افق‌های آنتراکوئیک بیشتر از افق‌های هیدراگریک آنتروسول‌ها است.

**کلمات کلیدی : سخت لایه شخم، ظرفیت تبادل کاتیونی، لایه گلخراب، مواد آلی.**

## مقدمه

شناخت خصوصیات ژنتیکی، مورفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و طبقه‌بندی خاک به عنوان اساسی‌ترین منبع تولید موادغذایی و بهره‌برداری پایدار از آن بر کسی پوشیده نیست. آنتروسول‌ها شامل خاک‌هایی هستند که در اثر فعالیت‌های انسانی تشکیل می‌شوند و یکی از عوامل تشکیل آن تداوم درازمدت زراعت در شرایط خیس و گلخرابی است. نمونه‌ای از این خاک‌ها، خاک‌های شالیزار(Paddy Soils) می‌باشند(فائو، 2006). خاک‌های شالیزار، خصوصیات شیمیایی و مورفولوژیکی ویژه‌ای دارند و فرآیندهایی چون تشکیل سخت‌لایه، تجمع مواد آلی، تشکیل الگوی رنگی خاص و منقوطه‌های رنگی، احیاء آهن و فعالیت آهن از مهمترین و اصلی‌ترین فرایندهای ژنتیکی تشکیل آن‌هاست (ترابی گل‌سفیدی،1380و تان، 1968). از مشخصات ویژه آنتروسول‌ها وجود افق‌های آنتروپوژنیک از جمله افق‌های آنتراکوئیک و هیدراگریک می‌باشد. افق آنتراکوئیک(Anthraquic) نشان دهنده لایه گلخراب به همراه سخت‌لایه شخم متراکم است و دارای نفوذپذیری بسیار پایین می‌باشد. افق هیدراگریک(Hydragric) نیز افقی تحت الارضی با تجمعات اکسید و احیایی آهن و منگنز و ضخامت بیشتر از 10 سانتیمتر می‌باشد. مجموع لایه گلخراب و سخت‌لایه شخم افق هیدراگریک را به وجود می‌آورد(فائو، 2006). تغییرات متناوب در شرایط رطوبتی خاک‌های شالیزار تاثیر بسزایی بر روی بازگشت مواد آلی خاک، دینامیک عناصر غذایی، نگهداشت کربن و حاصلخیزی خاک دارد(ویت و هافل، 2005).

در برنج‌کاری، ساختمان خاک سطحی تا عمق مشخصی کاملا تخریب می‌شود و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرند. این تغییرات شرایط لازم برای تشکیل افق‌های آنتراکوئیک و هیدراگریک را فراهم آورده و موجب بروز تغییرات عدیده‌ای در کانی‌شناسی، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و قابلیت استفاده از عناصر غذایی می‌شود. لذا کسب اطلاعات کافی از نوع و نحوه انجام فرآیندهای حاکم بر این خاک‌ها می‌تواند در مدیریت بهینه و بهره‌برداری پایدار از این خاک‌ها راه‌گشا باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی شرایط تشکیل و طبقه‌بندی آنتروسول‌ها و چگونگی پیدایش افق‌های آنتراکوئیک و هیدراگریک در شرایط خاک‌های شالیزار و تاثیر این شرایط بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها است.

**مواد و روش ها**

منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود 10 هکتار، در غرب شهرستان تنکابن و در ایستگاه تحقیقات برنج کشور واقع شده و بیش از 30 سال است که تحت کشت غرقاب می‌باشد. پس از تعیین محدوده و بررسی نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی منطقه، تعداد 6 پروفیل در اراضی شالیزاری انتخاب، حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد. نمونه‌های مورد نظر پس از هواخشک شدن، از الک 2 میلی‌متری عبور داده شده و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی لازم از جمله بافت به روش هیدرومتر(بایوکاس، 1936)، pHe ،ECe، وزن مخصوص ظاهری(روش استوانه)، کربن آلی(والکی- بلاک، 1934) و ظرفیت تبادل کاتیونی(باور، 1952) انجام گردید. رده‌بندی خاک‌ها نیز براساس رده‌بندی جهانی(2006) و رده‌بندی امریکایی(سویل سوروی استف، 2010) صورت گرفت.

**نتایج و بحث**

مطالعات متعددی در مورد زراعت در شرایط غرقاب و خاک‌های شالیزاری در جهان صورت گرفته است ولی این مطالعات عمدتا خاص منطقه بوده و با شرایط منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیمی، مواد مادری و سایر خصوصیات متفاوت می‌باشد. سطح آب زیرزمینی بالا و غرقاب نمودن خاک سطحی شرایط ویژه‌ای را برای تشکیل این خاک‌ها فراهم آورده است به طوری‌که شناسایی و تعیین خصوصیات ویژه این اراضی برای بهره‌برداری پایدار ضروری می‌باشد. جدول 1 برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول 1- برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی افق های آنتراکوئیک و هیدراگریک**

| CEC $cmol^+/kg$ | OC % | B.D $gr/cm^3$ | $EC_e$ $\mu S/m$ | $pH_e$ | بافت | رنگ خاک | عمق (cm) | افق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Typic Endoaqualfs = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 28.95 | 4.74 | 0.85 | 1261 | 7.79 | C | 2.5Y | 0-20 | Apg |
| 30.2 | 2.17 | 0.93 | 842 | 7.84 | C | 5Y 3/1 | 20-38 | Bg |
| 22.31 | 2.17 | 1.25 | 559 | 8.11 | C | 5Y 4/1 | 38-45 | Btg1 |
| Typic Endoaqualfs = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 21.56 | 3.75 | 0.81 | 1030 | 7.85 | C | 2.5Y3/2 | 0-12 | Apg |
| 25.15 | 3.75 | 1.05 | 1022 | 7.89 | C | 5Y 4/1 | 12-25 | Bg |
| 21.35 | 1.97 | 1.19 | 563 | 8.18 | Si.C | 5Y4/1 | 25-60 | Btg1 |
| Typic Endoaqepts = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 21.04 | 0.79 | 0.93 | 1095 | 7.79 | C | 10YR3/6 | 0-20 | Apg |
| 9.65 | 0.2 | 1.61 | 1119 | 7.92 | S.L | 5Y 3/1 | 20-40 | Bg1 |
| 12.33 | 0.6 | 1.53 | 866 | 7.93 | C.L | 5Y 4/1 | 40-75 | Bg2 |
| Typic Endoaqepts = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 24.83 | 4.54 | 0.71 | 1263 | 7.73 | C | 10YR 3/1 | 0-16 | Apg |
| 24.68 | 2.76 | 1.06 | 1163 | 7.71 | C.L | 2.5Y3/1 | 16-40 | Bg1 |
| 23.4 | 3.16 | 1.05 | 1113 | 7.68 | C.L | 2.5Y3/1 | 40-100 | Bg2 |
| Typic Endoaqualfs = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 24.83 | 2.57 | 0.92 | 1055 | 7.81 | C | 10YR3/1 | 0-14 | Apg |
| 24.05 | 1.38 | 1.18 | 716 | 8.09 | C | 10YR4/4 | 14-35 | Btg1 |
| 18.81 | 0.99 | 1.29 | 501 | 8.22 | C | 10YR5/4 | 35-50 | Btg2 |
| Typic Endoaqepts = Hydragric Anthrosols(Eutric) | | | | | | | | |
| 25.3 | 4.54 | 0.85 | 1109 | 7.77 | C | 2.5Y3/0 | 0-20 | Apg |
| 18.35 | 2.17 | 1.19 | 1156 | 7.7 | C.L | 2.5Y3/0 | 20-38 | Bg |

نتایج جدول 1 نشان می‌دهد که وزن مخصوص ظاهری در افق‌های سطحی نسبت به افق‌های پایین‌تر کمتر می‌باشد که بیانگر وجود لایه تخریب شده یا لایه گلخراب می‌باشد، که در تشکیل شرایط هیدرومورفیک نقش مهمی دارد. یکی از مهمترین شروط تشکیل افق آنتراکوئیک این است که وزن مخصوص ظاهری سخت لایه حداقل 20 درصد بالاتر از لایه گلخراب باشد(فائو، 2006) که نتایج به دست آمده موید وجود این شرایط در پروفیل‌های مورد مطالعه است. غرقاب کردن خاک و بر هم زدن خاک در شرایط غرقاب یا گلخرابی که در تهیه زمین برای کشت برنج معمول است باعث آبگیری و اختلاط مواد آلی با خاک شده و در نتیجه وزن مخصوص ظاهری خاک در افق‌های سطحی کاهش می‌یابد(نئو، 1985). یوسفی مقدم و همکاران (1387) به نقل از شارما و داتا گزارش نمودند که در نتیجه گلخرابی، جرم حجمی لایه‌های سطحی در خاک رسی از 83/. به 53/. تن در مترمکعب و در خاک لوم رسی از 1/16 به 81/. تن در مترمکعب کاهش یافت. گلخرابی در لایه های سطحی(20-0 سانتیمتر) پروفیل‌های مورد مطالعه باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری شده ولی در اعماق پایین‌تر به علت تشکیل سخت لایه وزن مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد.

از مهمترین مشخصات افق هیدراگریک وجود عوارض اکسید و احیایی در حفرات و خاکدانه‌ها و رنگ خاک با هیو 2/5Y و یا زردتر و کرومای مرطوب 2 یا کمتر است(فائو، 2006). نتایج جدول 1 نشان دهنده صادق بودن شرایط فوق و موید وجود افق هیدراگریک در این خاک‌هاست. عوارض اکسید و احیایی آهن و منگنز در زیر لایه شخم یکی دیگر از شرایط لازم برای افق هیدراگریک می‌باشد که در پروفیل‌های مورد مطالعه مشاهده شدند.

میزان کربن آلی در افق‌های آنتراکوئیک سطحی بیشتر از افق‌های هیدراگریک می‌باشد. کای (1996) و پان (2003) دلیل تجمع بیشتر کربن آلی در افق‌های سطحی خاک‌های شالیزار را شرایط غرقاب و رژیم رطوبتی مصنوعی بیان

نمودند. لعل (2004) کشت برنج تحت شرایط غرقاب را عامل مهمی در نگهداشت کربن آلی و دلیل آن را تجزیه کمتر مواد آلی در شرایط غرقاب نسبت به شرایط هوازی و تشکیل کمپلکس‌های اکسیدهای آهن با مواد آلی ذکر نموده است. دامنه تغییرات pH از 7/56 تا 8/28 می‌باشد که مقدار بارندگی و تغییرات فصل خشکی و بارانی باعث تفاوت‌هایی در میانگین pH می‌گردد. به طور کلی غرقاب شدن باعث افزایش pH خاک‌های اسیدی و کاهش pH خاک‌های قلیایی می‌گردد(پونامپروما، 1978). تغییرات EC نیز از حداکثر 1263 تا 347 µS/m می‌باشد که به عدم زهکشی مناسب در این خاک‌ها برمی‌گردد. پونامپروما(1978) نیز علت افزایش هدایت الکتریکی در خاک‌های شالیزار با زهکشی ضعیف را به تبدیل شدن اکسیدهای آهن و منگنز به $Fe^{2+}$ و $Mn^{2+}$ در شرایط احیایی نسبت داده است.

دامنه تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی در اراضی شالیزاری از 9/65 تا 30/2 $cmol^{+}/kg$ متغیر می‌باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی در افق‌های سطحی یا افق‌های آنتراکوئیک بیشتر از افق‌های زیرین یا هیدراگریک است که از مهمترین علل آن می توان به وجود درصد ماده آلی بالا از یک طرف و درصد رس بالا از طرف دیگر اشاره نمود. دلیل بالا بودن CEC در خاک‌های شالیزاری نیز احتمالا به علت وجود رس‌های 2:1 در این خاک‌هاست. کیوما 1985 نیز در مطالعات خود میانگین CEC خاک‌های شالیزار را حدود 18/6 $cmol^{+}/kg$ بیان نموده است هرچند مقادیر بالاتری هم گزارش شده است.

به طور کلی خشک و مرطوب شدن متناوب در خاک‌های شالیزاری و انجام شخم سطحی در یک عمق مشخص جهت آماده سازی زمین برای کشت برنج، موجب تورم غیریکنواخت در خاکدانه‌ها و خروج هوای محبوس شده از داخل خلل و فرج خاک می‌شود که ممکن است قسمتی و یا کل خاکدانه‌ها بسته به پایداریشان تخریب شوند که نتیجه آن تشکیل یک لایه گلخراب سطحی و یک سخت‌لایه شخم زیرین می‌باشد که از مهمترین دلایل تشکیل افق‌های آنتراکوئیک و هیدراگریک در شرایط خاک‌های شالیزار می‌باشد.

با توجه به این نکته که در خاک‌های مورد مطالعه وجود شرایط احیایی، متاثر از دو پدیده آب سطحی از بالا و آب زیرزمینی از پایین است، طبق رده‌بندی فائو(2006) غالب خاک‌های مورد مطالعه در رده آنتروسول قرار گرفتند(جدول 1) که در مقایسه با شرایط احیایی که فقط ناشی از آب سطحی باشد، متفاوت بوده و به احتمال زیاد با بروز خصوصیات Stagnic در رده‌های دیگر از جمله گلی‌سول و لووی‌سول قرار خواهد گرفت. مقایسه دو سیستم طبقه‌بندی در خاک‌های شالیزار نشان می‌دهد که سیستم طبقه‌بندی فائو قادر به تشخیص آنتروسول‌هایی که در سیستم تاکسونومی در رده انتی‌سول و آلفی‌سول قرار می‌گیرند، نیست و هیچ تفاوتی از نظر سیستم فائو برای آنتروسول‌های فاقد تکامل پروفیلی با تکامل پروفیلی و دارای یک افق تحت الارضی آرجیلیک وجود ندارد.

**منابع مورد استفاده**

1-ترابی گل سفیدی، ح، م، کریمیان اقبال، ج، گیوی و ح، خادمی، 1380 ، مطالعه کانی های رسی در اراضی شالیکاری روی لندفرم های مختلف شرق گیلان.

2- یوسفی مقدم، س، ف، موسوی، ب، مطلفی زاده فرد، م، ر، یزدانی و ع، همت، 1387، تاثیر سطوح مختلف گلخرابی بر تغییرات رطوبت و چگالی حجمی سه بافت خاک غالب در اراضی شالیزاری استان گیلان، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد22، شماره 2.

3. Cai, Z, 1996, Effect of land use on organic carbon storage in soils in eastern China, Water Air Soil Pollut. 91 (1996), pp. 383–393. Full Text via CrossRef View Record in Scopus Cited By in Scopus (18)

4. IUSS Working Group WRB, 2007, World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007, World Soil Resources Reports No. 103, FAO, Rome.
5. Kyuma, K., 1985, Fundamental Characteristics of Wetland Soil, in Wetland soil, IRRI, pp:191-206.
6. Lal, R, 2004, Offsetting China's $CO_2$ emission by soil carbon sequestration, Clim. Change 65 (2004), pp. 263–275. Full Text via CrossRef View Record in Scopus Cited By in Scopus (13).
7. Neue, H. U, 1985, Organic matter dynamics in wetland soil, IRRI, Losbanos, Philippines.
8. Pan, G.X, L.Q. Li, L.S. Wu and X.H. Zhang, 2003a, Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils, Glob. Chang. Biol. 10 (2003), pp. 79–92.
9. Ponnamperuma, F. N., 1978, Electrochemical change in submerged soil and the growth of rice, IRRI, Losbanos, Philippines.pp:421-441.
10. Soil Survey Staff, Keys to Soil Taxonomy, 2010, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Eleventh Edition, 2010
11. Tan, K. H, 1968, The Genesis and Characteristics of Paddy soils in Indonesia, Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, Vol.14, No.3: 117-121.
12.Witt, C and S. M. Haefele, 2005, Paddy soil, 141-150, D. Hillel, C. Rosensweig, D. Powlson, K. Scow, M. Singer, D. Sparks, In: Encyclopedia of Soils in the Environment, 2004, Volum three.