

STUDIU PRIVIND POLUAREA FIZICA A SOLULUI DATORITA DESERTIFICARII SI EXCESULUI DE UMIDITATE

Roxana – Gabriela Popa, s.l. dr.,
*Universitatea „Constantin Brancusi”,
din Tg-Jiu*

Ion Călinoiu, dr. ing. Stațiunea de
*Cercetare și Dezvoltare Horticolă Tg-
Jiu*

STUDY ON PHYSICAL POLLUTION DUE TO DESERTIFICATION AND SOIL MOISTURE EXCESS

Roxana – Gabriela Popa, lecturer dr.,
*University „Constantin Brancusi”, of
Tg-Jiu*

Ion Călinoiu, PhD Eng. Horticulture
*Station of Research and Development
Tg-Jiu*

REZUMAT: Factorii care contribuie la poluarea fizica a solului sunt activitatea agricola, pasunatul excesiv, despadurirea, activitatea industrială și supraexploatarea covorului vegetal. Desertificarea și excesul de umiditate sunt forme de poluare fizica a solului, care se manifesta atât la nivel mondial, cât și în România. Lucrarea prezintă factorii care determină apariția excesului de umiditate și efectele produse de această formă de poluare. Sunt redată principalele zone afectate de desertificare și exces de umiditate, la nivel global, dar și în județul Gorj.

CUVINTE CHEIE: poluare fizică, sol, desertificare, umiditate

1. INTRODUCERE

Poluarea solului reprezintă orice acțiune care produce dereglarea funcționării normale a solului ca mediu de viață, în cadrul diferitelor ecosisteme naturale sau antropice, dereglare manifestată fizic, chimic și biologic, care afectează negativ fertilitatea și capacitatea bioproductivă din punct de vedere calitativ și cantitativ.

Poluarea fizica a solului este cauzată de următorii factori:

a. Activitatea agricolă

- contribuie la poluarea solului prin pierderea de elemente nutritive și energie prin intermediul recoltei (se produce sărăcirea solului în nutrienți și materie organică)
- aplicarea agrotehnicilor

ABSTRACT: Factors that contribute to pollution of soil physics are farming, overgrazing, deforestation, industrial activities and overexploitation of vegetation. Desertification and excess moisture are forms of physical pollution of the soil, which manifests both global as well as in Romania. This paper presents the factors that cause excess moisture and effects of this form of pollution produced. Are shown the main areas affected by desertification and excessive humidity, global, and Gorj county.

KEY WORDS: physical pollution, soil, desertification, moisture

1. INTRODUCTION

Soil pollution is any action that causes disruption of normal functioning of soil as living environment, natural ecosystems under different anthropogenic disturbance manifested physically, chemically and biologically adversely affecting fertility and bio-productive capacity in terms of quality and quantity.

Physical pollution of the soil is caused by the following factors:

a. Agricultural activity

- contribute to the pollution of soil nutrients and energy loss through harvest (soil depletion occurs in nutrients and organic matter)
- agrotechnical improper application leads to the onset of

necorespunzătoare conduce la declanșarea eroziunii și la distrugerea structurii solului

- favorizează apariția fenomenelor de compactare și formare de crustă
- aplicarea îngrășămintelor sau pesticidelor în doze prea mari, produce degradarea solului prin acidifiere

b. Pășunatul excesiv

- contribuie la degradarea solului prin dispariția speciilor sensibile și prin scăderea producției de fitomasă
- fiind redusă permeabilitatea și capacitatea de reținere a apei, se intensifică eroziunea și apare compactarea

c. Despădurirea

- contribuie la degradarea solului prin instalarea eroziunii accelerate, declanșarea alunecărilor de teren și apariția aridizării

d. Activitatea industrială

- contribuie la degradarea solului prin acidifierea și poluarea datorată emisiilor industriale, care ajung pe sol (SO_2 , NO_x , HC) și prin intermediul pulberilor, agenților patogeni, metalelor grele, apelor uzate;

e. Supraexploatarea covorului vegetal

- are efecte devastatoare asupra solului, producând fenomenul de deșertificare în regiunile semiaride.

2. DESERTIFICAREA ȘI EXCESUL DE UMIDITATE – FORME DE POLUARE FIZICĂ A SOLURILOR

2.1. Desertificarea

- este procesul de degradare a solurilor, provocat de variațiile de climă și de impactul antropic

erosion and the destruction of soil structure

- favors the appearance of phenomena of compaction and crusting
- application of fertilizers or pesticides in large doses, cause degradation of soil acidification

f. Overgrazing

- contribute to soil degradation through loss of susceptible species and by decreasing the permeability is reduced and fitomasă
- water retention capacity, intensifies erosion and compaction is

g. Deforestation

- contribute to accelerated degradation by installing erosion, triggering landslides and appearance aridizării

d. Industrial activity

- contribute to the acidification of soil degradation and pollution due to industrial emissions, reaching the ground (SO_2 , NO_x , HC) and through the dust, pathogens, heavy metals, sewage;

h. vegetation

- Overexploitation has devastating effects on soil, producing the phenomenon of desertification in semi-arid regions
Supraexploatarea covorului vegetal

2. DESERTIFICATION AND EXCESS MOISTURE - SOIL PHYSICAL FORMS OF POLLUTION

2.1. Desertification

- is the process of soil degradation, caused by climate variations and human impact
- soils affect dry and ecologically

- afectează solurile uscate și fragile din punct de vedere ecologic.
- se produce în zonele de uscat, unde căderile de ploaie sunt rare și climatul este aspru
- rezultatul este distrugerea stratului fertil, pierderea capacității solului de a susține plantele sau alte activități umane; cele mai evidente efecte ale deșertificării sunt degradarea pădurilor și scăderea producției

2.2. Excesul de umiditate

- reprezintă momentul în care solul nu mai are capacitate de reținere a apei, deoarece în profilul solurilor apar cu intensitate diferită, caracterele de hidromorfism datorate proceselor de reducere sau oxido-reducere, gleizare, pseudogleizare și amfigleizare.
- reprezintă conținutul de apă care depășește capacitatea de câmp a solului pentru apă, la volumul minim de aer necesar pentru asigurarea condițiilor normale de respirație a rădăcinilor plantelor și a microorganismelor aerobe.
- în sol trebuie să existe un volum de aer de minimum 10-15% din volumul total al solului; cantitatea de apă care reduce volumul de aer sub limita minimă, reprezintă excesul de umiditate

Factorii care determină apariția excesului de umiditate în sol sunt:

- *clima*: influențează prin intermediul precipitațiilor atmosferice, temperatură și evapotranspirație; precipitațiile atmosferice constituie în mod direct sau indirect, principala sursă a excesului de umiditate din sol, prin cantitatea anuală totală și prin repartizarea lor sezonieră, lunară sau diurnă și prin caracterul de torențialitate.
- *factorul hidrogeologic*: prezența unor

fragile.

- occurs in dry areas, where rain falls are rare and the climate is harsh
- the result is destruction of topsoil, loss of capacity of soil to support plants and other human activities; the most obvious effects of forest degradation and desertification are decreasing production

2.2. Excess humidity

- when soil is no longer water retention capacity, because the soil profile occurs with different intensity, hidromorfism characters due to the reduction or oxidation-reduction gleizare, pseudogleizare and amfigleizare.
- is the water content exceeds field capacity soil water, the minimum amount of air necessary to ensure normal conditions of respiration of plant roots and aerobic microorganisms.
- the soil must be a minimum air volume 10-15% of the total volume of soil, amount of water that reduces the volume of air below the minimum, excess moisture is

2.3. Excess moisture

• is no longer when the soil water retention capacity is because the soil profile occurs with different intensity, hidromorfism characters due to the reduction or oxidation-reduction gleizare, pseudogleizare and amfigleizare.

• is the water content exceeds field capacity soil water, the minimum amount of air necessary to ensure normal conditions of respiration of plant roots and micro-aerobic

Factors that cause excess moisture in the soil are:

- *climate*: influences through

pânze freatice la niveluri ridicate, determină instalarea excesului de umiditate; hidrogeologia unei regiuni poate constitui o sursă permanentă de exces de apă, acesta accentuându-se în perioadele cu precipitații abundente, când nivelul freatic urcă spre suprafața solului; apa freatică cu nivel ridicat, alimentată de precipitații, creează exces de umiditate în zonele de luncă, pe terase și în câmpiile joase.

- factorul hidrologic: rețeaua hidrografică cu alimentare pluvială și regim torențial, constituie o sursă a excesului de umiditate, prin revărsările pe care le produce la viituri; excesul de umiditate este mai pronunțat dacă frecvența și durata revărsărilor sunt mai mari; rețeaua hidrografică determină prin densitate și adâncime, drenajul natural al zonelor învecinate și intensitatea excesului de umiditate.
- factorul geomorfologic: relieful, prin intermediul pantei și al microformelor sale, constituie unul din principalii factori favorizanți ai instalării excesului de umiditate, deoarece influențează drenajul natural al solului și gradul de umezire; excesul de umiditate apare frecvent în zonele de luncă, câmpii joase și terase și în zonele depresionare.
- factorul pedolitologic: influențează instalarea excesului de umiditate, prin existența unor roci parentale impermeabile sau a unor orizonturi de sol argiloase sau tasate pe adâncime mare; aceste caractere ale solului determină o permeabilitate redusă și un drenaj slab al solului; cu cât solul este mai argilos, cu atât excesul de umiditate este mai frecvent și de durată mai mare; lucrările agricole, prin distrugerea structurii solului în stratul arabil, compactizarea excesivă și reducerea conținutului de humus,

atmosferic precipitation, temperature and evapotranspiration, rainfall is directly or indirectly, the main source of excess moisture from the soil, the total annual quantity and distribution their seasonal, monthly or per diem and torrential character.

- hydrogeological factors: the presence of underground water at high levels, excess moisture causes installation; hydrogeology of a region may be a permanent source of excess water, emphasizing that in periods of heavy rainfall, the groundwater level rises to the surface soil; with high groundwater, fed by precipitation, creating excess moisture in floodplain areas, on plains and low terraces.
- hydrological factors: the river and under torrential pluvial power, a source of excess moisture, the overflows that occur from floods, excess moisture is more pronounced if the frequency and duration of overflows are higher, the river determined by density and deep natural drainage of surrounding areas and the intensity of excess moisture
- geomorphological factors: topography, slope and through its microforms, is one of the main factors favoring the installation of excess moisture as natural drainage of the soil affects the degree of wetting, excess moisture occurs frequently in areas of meadow, low plains and terraces and depression areas.
- pedolitologic factor: influence installing excess moisture, the existence of parental impermeable rock or soil horizons of clay or click on the deep sea, these characters results in a low permeability soil and poor drainage of the soil, The soil is clays, the excess moisture is more common and longer, agricultural works by destroying soil structure in

reduc infiltrația, favorizând instalarea excesului de umiditate.

- factorul antropic: intervenția nerațională a omului asupra mediului poate provoca excesul de umiditate sau extinderea și intensificarea manifestării lui, prin:
 - aplicarea unor agrotehnici necorespunzătoare, care conduc la tasarea solului și la apariția orizontului hardpan;
 - aplicarea nerațională a irigației și ridicarea nivelului freatic;
 - realizarea unor acumulări de apă în zonele de șes;
 - bararea scurgerii de suprafață prin amplasarea unor ramblee de drumuri;
 - lipsa întreținerii albiilor cursurilor de apă și a canalelor.

Efectele excesului de umiditate sunt următoarele:

- determină în sol multiple și complexe procese fizice, chimice și biologice, care au efecte negative asupra acestuia și asupra plantelor.
- umezirea excesivă provoacă în sol procese de pseudogleizare, gleizare și amfigleizare, iar când apar în exces, există un conținut ridicat de săruri solubile, determinând procese de salinizare și alcalinizare; procesul de gleizare se datorează pânzei de apă freatică, atunci când aceasta se află la suprafață; procesul de pseudogleizare este datorat prezenței în sol a unui exces de umiditate provenit din precipitațiile atmosferice; procesul de amfigleizare implică existența în sol a unui exces de umiditate și se manifestă la baza versanților din regiunea de deal-podiș sau la racordul dintre depresiuni și unitățile înconjurătoare mai înalte.
- aceste procese determină un regim aerohidric nefavorabil în sol, lipsa aerisirii împiedicând activitatea microorganismelor aerobe care asigură descompunerea materiei organice în compuși simpli, solubili în apă și asimilabili de către plante.

arable layer, excessive compaction and reduction of content

- anthropogenic factors: irrational human intervention on the environment can cause excess moisture and expand and intensify its manifestation by:
 - applying agrotechnical improper soil compaction that causes the hardpan horizon and the emergence
 - application of irrigation and raising irrational phreatic
 - implementation of water accumulation in lowland areas
 - blocking surface drainage by placing embankments of roads
 - lack of maintenance beds of watercourses and channels

The effects of excess moisture are:

- multiple and complex causes soil physical, chemical and biological processes, which have negative effects on it and on plants.
- cause excessive soil wetting processes pseudogleization, gleization and amfigleization, and they are used in excess, there is a high content of soluble salts, leading to salinization and alkalization processes; gleization the groundwater due to groundwater when it is surface; pseudogleization process is due to the presence of excess soil moisture derived from rainfall; amfigleization process implies an excess soil moisture and is manifested in the slope of the hill-plateau region or the connection between depression and higher surrounding units.
- these processes determine an unfavorable soil regime, lack of ventilation preventing the activity of aerobic microorganisms to ensure decomposition of organic matter in simple compounds, soluble in water and assimilable by plants
- there is a partial loss of iron enrichment in groundwater and clay, resulting in decreased permeability; reactions exert a negative impact on the reduction of phosphorus and

- are loc o pierdere parțială a fierului în pânza freatică și îmbogățirea în argilă, determinând scăderea permeabilității; reacțiile de reducere exercită o influență nefavorabilă asupra compușilor de fosfor și sulf, care sunt trecuți în compuși neasimilabili (în aceste condiții, elementele nutritive rămân imobilizate sub formă de compuși organici insolubili în apă, apărând compuși toxici)
- influențează regimul termic al solurilor, acestea fiind mai reci și încălzindu-se mai greu: predispune solurile la îngheț pe adâncimi mari; în iernile fără zăpadă și în cazul înghețurilor târzii de primăvară, schimbul de gaze între sol și atmosferă realizându-se greu, deoarece apa în exces nu permite înlocuirea CO₂ eliminat de organisme, cu O₂ atmosferic; structura solului este afectată, deoarece sunt dizolvanți lianții care unesc particulele de sol în agregate structurale, solul devenind masiv.
- solurile cu exces de umiditate sunt mai grele, plastice, adezive și au o coeziune ridicată, fiind mai greu de lucrat
- excesul de umiditate determină un regim aerohidric, termic, biologic și nutritiv nefavorabil, cu consecințe negative asupra fertilității solurilor.

3. STUDIU PRIVIND POLUAREA SOLURILOR DATORITA DESERTIFICARII SI EXCESULUI DE UMIDITATE

3.1. Poluarea solurilor datorita desertificarii

- la nivel mondial , situația suprafețelor de sol deșertificate este redată în tabelul 1.
- din totalul de 5,2 miliarde ha de uscat arabil din lume, 3,6 miliarde ha sunt degradate; în peste 100 de țări, un miliard de oameni sunt afectați de deșertificare

sulfur compounds, which are passed in sompuși unassimilated (in these conditions, nutrients remain fixed form water-insoluble organic compounds, toxic appearing)

- influence the thermal regime of soils, which are cooler and heat is more difficult: soils prone to frost on large depths, in winters without snow for late frosts of spring, gas exchange between soil and atmosphere is accomplished difficult, because excess water does not allow replacement bodies eliminat CO₂, O₂ atmospheric; soil structure is affected, as are dissolved binders that bind soil particles into aggregates structural, soil becomes massive
- umiditate excess soils are heavier, plastics, adhesives and high cohesion, making it difficult to work
- excess moisture causes aerohidric regime, thermal, biological and nutritional negative, with negative consequences for soil fertility

3. STUDY ON DESERTIFICATION AND SOIL POLLUTION DUE TO EXCESS HUMIDITY

3.1. Soil pollution due to desertification

- global situation desertified soil surface is shown in table 1.
- the total 5.2 billion hectares of arable land in the world, 3.6 billion hectares are degraded, in over 100 countries, one billion people are affected by desertification

Tabelul 1. Suprafețele de sol afectate de deșertificare la nivel mondial

Continențele	Suprafața de sol afectată (mii Km ²)	%
Africa	14,2	36
Asia	10,4	25,4
America Centrală și de Nord	4,65	11,8
Europa și Australia	-	26,7

Table 1. Soil surfaces in the world affected by desertification

Continents	Affected soil surface (thousands km2)	%
Africa	14,2	36
Asia	10,4	25,4
Central and North America	4,65	11,8
Europe and Australia	-	26,7

• in Romania, 1/3 din teritoriul țării și 40% din suprafața agricolă, sunt situate în zone cu risc de deșertificare; regiunile cele mai expuse sunt: Dobrogea, sudul Moldovei și sudul Câmpiei Române, având un raport precipitații și evapotranspirație de 0,65 (fig.1)

• in Romania, one third of the country and 40% of agricultural land are located in areas at risk of desertification, the regions most exposed are: Dobrogea, southern Moldova and southern Romanian Plain, precipitation and evapotranspiration with a ratio of 0,65 (fig. 1)



Fig. 1. Zonele cu sol afectat de deșertificare din Romania

Fig. 1. Areas affected by soil deșertificare din Romania

• efectele se vor vedea în anul 2015, în Dobrogea, Oltenia și Banat, când in aceste zone vor intra într-un proces de uscarea, soluri din cel puțin 10 județe; de asemenea, deșertificarea este resimțită în partea de vest a Olteniei și în sud-vestul Banatului;

• unul din cele mai afectate județe este Doljul, unde fenomenul de deșertificare a fost semnalat de mulți ani și este alimentat de

• the effects will be seen in 2015, in Dobrogea, Oltenia and Banat, when in these areas will enter into a process of drying the soil at least 10 counties, also, desertification is felt in the western part of Oltenia and southwestern Banat;

• one of the most affected counties are Dolj, where the phenomenon of desertification has been reported for many years and is powered

secetă, de solul nisipos, fenomenul de deflație eoliană și defrișările masive;

- în zona Calafat-Poiana Mare-Sadova-Bechet-Dăbuleni și fluviul Dunărea, peste 100 de ha de teren au devenit aride, manifestând tendința de deșertificare; din cauza fenomenului, zona a fost numită „*Sahara Olteniei*”;

- în județul Prahova, datorită lipsei precipitațiilor și a secetei, fenomenul de deșertificare afectează numeroase localități;

- județul Brăila este considerat o zonă cu risc maxim, deoarece din cauza secetelor, solul își pierde umiditatea, terenurile degradate reprezentând 33% din suprafața județului;

- în județul Gorj nu este semnalată degradarea intensă a solurilor datorită deșertificării

- analizând efectele produse de deșerticarea solurilor din Romania (fig.2), s-a observat următoarele manifestări:

- reducerea suprafețelor acoperite cu vegetație;
- intensificarea eroziunii solului prin apă și vânt și a salinizării;
- crustificarea și compactarea solului;
- sărăcirea solului în materie organică și elemente nutritive;
- creșterea frecvenței, duratei și intensității perioadelor de secetă;
- creșterea progresivă a intensității radiației solare.

by drought and sandy soil, the phenomenon of wind deflation and massive deforestation;

- in the Poiana Mare-Calafat, Bechet-Dăbuleni Sadova, and the Danube River, over 100 ha of land became arid, showing the trend of desertification, because the phenomenon was called the „*Oltenia Sahara*,,

- in Prahova County, due to rainfall and drought, desertification affects numerous localities;

- Braila County is considered a high risk area, as due to drought, soil loses moisture, degraded land accounting for 33% of the county;

- is not reported in Gorj soil degradation due to intense desertification

- analyzing the effects of soil desertification in Romania (fig. 2), note the following events:

- reduction of areas covered with vegetation
- increased water and wind erosion and salinization
- crustification and soil compaction
- soil impoverishment organic matter and nutrients
- increased frequency, duration and intensity of droughts
- a gradual increase in the intensity of solar radiation



Fig. 2. Poluarea fizica a solului prin deșertificare, in diferite zone ale Romaniei



Fig. 2. Physical pollution of soil by different parts of Romania desertification

3.2. Poluarea solurilor datorita excesului de umiditate

- la nivel mondial, tarile care dețin cele mai mari suprafețe de sol afectate de excesul de umiditate sunt: Brazilia, Uruguay, Kansas, Argentina, Oklahoma, Pakistan, Australia, Republica Moldova
- in România, județele cele mai afectate de excesul de umiditate sunt: Alba, Arges, Bacau, Botosani, Calarasi, Caras –Severin, Dolj, Giurgiu, Galati, Harghita, Iasi, Ialomita, Ilfov, Neamt, Prahova, Suceava, Tulcea, Vaslui
- in județul Gorj, situația solurilor afectate de excesul de umiditate este redată în tabelul 2; din totalul de 27 orase si comune, se remarca doar 10 localitati, cu cite una sau doua zone cu sol afectat de excesul de umiditate (fig.3)

3.2. Soil pollution due to excess moisture

- worldwide, countries that have the largest areas affected by excess soil moisture are: Brazil, Uruguay, Kansas, Argentina, Oklahoma, Pakistan, Australia, Republic of Moldova
- in Romania, the counties most affected by excess moisture are: Alba, Arges, Bacau, Botosani, Calarasi Caras-Severin, Dolj, Giurgiu Galati, Harghita, Iasi, Ialomita, Ilfov, Neamt, Prahova, Suceava Tulcea Vaslui
- Gorj county, state affected by excess soil moisture is shown in Table 2, the total of 27 towns and villages, stands just 10 locations, each with one or two areas affected by excess soil moisture (fig. 3)

Tabelul 2. Situația solurilor afectate de excesul de umiditate din județul Gorj

Table 2. The situation affected by excess soil moisture Gorj

Oras/Comuna	Localitatea/număr zone
Targu - Jiu	Targu-jiu / 2
Tismana	Tismana /1 (amonte coada lac Tismana aval) Celei /1
Albeni	Albeni /1
Alimpesti	Alimpesti / 2
Berlesti	Boieresti / 1 Lihulesti / 1
Borascu	Baniu / 1
Ciuperceni	Virtop / 1
Glogova	Glogova / 1
Matasari	Bradetel / 1
Slivilesti	Slivilesti / 2
	15

- efectele produse de excesul de umiditate sunt:
 - numeroase regiuni afecate;

- effects of excess moisture are:
 - many regions affected
 - tens of thousands of hectares of farmland

- zeci de mii de ha de teren agricol distruse;
 - suprafețe însemnate cultivate afectate;
- destroyed
- large cultivated areas affected



Fig. 3. Zone afectate de excesul de umiditate in judetul Gorj



Fig.3. Areas affected by excess moisture in the county of Gorj

CONCLUZII

- Factorii care contribuie la poluarea fizica a solului sunt activitatea agricola, pasunatul excesiv, despadurirea, activitatea industrială și supraexploatarea covorului vegetal.
- Desertificarea și excesul de umiditate sunt forme de poluare fizica a solului, care se manifesta atât la nivel mondial, cât și în România.
- La nivel mondial, din totalul de 5,2 miliarde ha de uscat arabil din lume, 3,6 miliarde ha sunt degradate.
- În România, 1/3 din teritoriul țării și 40% din suprafața agricolă, sunt situate în zone cu risc de deșertificare (Dobrogea, sudul Moldovei și sudul Câmpiei Române).
- În județul Gorj, sunt necesare măsuri de protecție și combatere a poluării solurilor, atât datorită exploatarilor miniere la zi, care reprezintă principala sursă de degradare fizică a solurilor, cât și datorită desertificării și excesului de umiditate.

BIBLIOGRAFIE

1. Călinoiu M., *Știința solului*, Editura Sitech, Craiova, 2006

CONCLUSIONS

- Factors that contribute to pollution of soil physics are farming, overgrazing, deforestation, industrial activities and overexploitation of vegetation.
- Desertification and excess moisture are forms of physical pollution of the soil, which manifests both global as well as in Romania
- Worldwide, 5.2 billion ha of total arable land in the world, 3.6 billion hectares are degraded
- In Romania, one third of the country and 40% of agricultural land are located in areas at risk of desertification (Dobrogea, southern Moldova and southern Romanian Plain).
- Gorj county, are necessary measures of protection and soil pollution, both due to the mining industry, which is the main source of natural degraded soil, as well as due to desertification and excess moisture.

BIBLIOGRAPHY

1. Călinoiu M., *Soil Science*, Publisher Sitech, Craiova, 2006
2. Bacov A., *Hydrotechnical facilities hillslopes to control soil erosion*, Publisher

2. Bacov A., *Amenajărilor hidrotehnice de hillslopes pentru controlul eroziunii solului*, Editura Mirton, Timisoara, 1996
3. Grecu F., *Hazarde și riscuri naturale*, Editura Universitară, București, 2006
4. Popa R. G., *Știința solului*, Universitatea „Constantin Brâncuși” din Tg.jiu, Facultatea de Inginerie, note de curs, 2010
5. http://www.teaching-soil.eu/ro/toolbox_abcsoil.php
- Mirton, Timisoara, 1996
3. Grecu F., *Hazards and natural hazards*, University Publishing House, Bucharest, 2006
4. Popa R. G., *Soil Science*, University "Constantin Brancusi" of Tg.Jiu, Faculty of Engineering, lecture notes, 2010
5. http://www.teaching-soil.eu/ro/toolbox_abcsoil.php