EKOLOŠKE DETERMINANTE PRIMARNIH METODA I NAČINA SPREČAVANJA EROZIJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U LIBIJI

By Khaled Almabrok A. Omar

WORD COUNT 35944 TIME SUBMITTED 13-APR-2018 02:16PM
PAPER ID 36462232

UNIVERZITET SINGIDUNUM
BEOGRAD

FAKULTET ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU FUTURA

Khaled Almabrok A. Omar

EKOLOŠKE DETERMINANTE PRIMARNIH METODA I NAČINA SPREČAVANJA EROZIJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U LIBIJI

doktorska disertacija

Beograd, 2018.

SINGIDUNUM UNIVERSITY
BEOGRAD

FACULTY OF APPLIED ECOLOGY FUTURA

Khaled Almabrok A. Omar

ECOLOGICAL DETERMINANTS OF PRIMARY METHODS AND WAYS TO PREVENT EROSION OF AGRICULTURAL SOIL IN LIBYA

Doctoral thesis

Belgrade, 2018

KOMISIJA ZA OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR:

- Dr Snežana Janković, vanredni profesor, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd i naučni savetnik, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd

ČLANOVI KOMISIJE:

- Dr Suzana Đorđević-Milošević, vanredni profesor, Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd

- Dr Radmila Pivić, naučni savetnik, Institut za zemljište, Beograd

DATUM JAVNE ODBRANE DOKTORSKE DISERTACIJE: _____

EKOLOŠKE DETERMINANTE PRIMARNIH METODA I NAČINA SPREČAVANJA EROZIJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U LIBIJI

I z v o d

Dosadašnja istraživanja uticaja erozije na poljoprivredne površine u Republici Libiji pokazala su da je zemljište značajno ugroženo uticajem vazdušnih strujanja tokom cele godine i vodne erozije, pretežno u zimskom i ranom prolećnom periodu. Dosadašnji metodi zaštite zemljišta od erozije, posebno u uslovima evidentnog globalnog zagrevanja planete i pogoršanja klimatskih osobina, ne daju zadovoljavajuće rezultate. Procesi eolske erozije zahvatili su sva područja severne Afrike, od Maroka, do Egipta i manifestuju se sve intenzivnijom dezertifikacijom poljoprivrednih površina koje vazdušna strujanja svake godine iz Sahare i Libijske pustinje zasipaju ogromnim količinama peska.

Na osnovu rezultata prethodnih istraživanja izvedenih na nekoliko lokaliteta u Srbiji i podudarnih istraživanja u četiri poljoprivredna područja Libije i to rejon Tripoli, rejon Bayza, rejon Benghazi i rejon Sabha, utvrđene su i predložene ekološke determinante primarnih metoda načina sprečavanja erozije poljoprivrednog zemljišta.

Na smanjenje ukupnih poljoprivrednih površina i prirodne plodnosti zemljišta i eroziju, u celini, u Republici Libiji utiču abiotički faktori i direktni i indirektni antropogeni faktor.

Za zaštitu od erozije vodom na mediteranskim rejonima, idući od istoka, ka zapadu države, najefikasnije metode pruža gajenje višegodišnjih zeljastih biljaka koje posle godine zasnivanja stvaraju čvrstu ledinu na površini, a u rizosfernoj zoni snažnim i razgranatim korenovim sistemom odlično vezuju zemljište i sprečavaju ispiranje finih čestica zemlje. Zbog značajnog pozitivnog uticaja na zemljište ove biljne vrste nazivaju se pokrovni usevi.

U vlažnijem istočnom području (Bayda i Bengazi), za zasnivanje pokrovnih useva na površinama pod intenzivnom biljnom proizvodnjom (ratarskom i voćarsko-vinogradarskom) treba koristiti jednogodišnje trave sudanska trava, jednogodišnji sirak i interspecijes hibrid ove dve vrste.Snažnim korenovim sistemom one mogu iskoristiti biljne asimilative i vodu iz dubljih slojeva zemljišta, a nadzemnom biomasom odlično prekrivaju površinu sprečavajući evaporaciju i ublažavaju sve vidove erozije zemljišta.

U aridnijim predelima i na lakšim peskovitim zemljištima trebalo bi se opredeliti za višegodišnje pokrovne useve. Najpodesnije vrste bile bi prerijsko proso ili višegodišnji

almum sirak. Ove vrste mogu se gajiti kao čisti usevi, ali je celishodnije formirati smeše sa višegodišnjim grahorom ili lupinama.

U povoljnijim zemljišnim uslovima i u predelima sa više padavina višegodišnji pokrovni usev može se formirati sadnjom miskantusa. U voćnjacima i vinogradima za zaštitu od erozije vodom trebalo bi na međurednom prostoru gajiti lupine (mediteranska, španska, marokanska ili peščana) koje su dobro adaptirane na aridnije uslove Mediterana. Kao pokrovni usevi u oaznim predelima mogu se gajiti grahori, prerijsko proso i slonova trava, kao i hibridi ove dve vrste. Ove biljne vrste vrlo dobro podnose sušu i vrlo visoke temperature vazduha.

U agroekološkim uslovima Srbije za sprečavanje erozije vetrom najbolje rezultate pokazali su vetrozaštitni pojasevi. Za zaštitu poljoprivrednih površina u proučavanim rejonima Republike Libije, za podizanje zaštitnih pojaseva trebalo bi gajiti zimzelene visokostablašice kao što su čempresi, borovi, eukaliptusi, kedrovi i tuje. Između ovih zasada usađuju se u međuredove niske grmolike biljke, na prime lovori i lovor višnje, zatim, planike, tamarisi, berberisi i mahonije. Navedene vrste brzo rastu, tolerantne su na sušu, soli i visoke temperature vazduha.

Pored živih zaštitnih pojaseva (pokrovni usevi i zaštitni vetropojasevi) u novije vreme za sprečavanje erozije koriste se i takozvani neživi pojasevi. Oni mogu predstavljati različite improvizovane zidove izgrađene od priručnih materijala. Na nepoljoprivrednim površinama (nagibi i kosine pored puteva, obale rečnih tokova) za sprečavanje erozije koriste se kombinovano višegodišnji travni usevi u koje se postavljaju plastične rešetke koje sprečavaju ispiranje površinskog sloja zemljišta posle bujičnih kiša ili od eolske erozije.

Ključne reči: erozija zemljišta, agroekološki uslovi, dezertifikacija,pokrovni usevi, metodi zaštite poljoprivrednog zemljišta.

ECOLOGICAL DETERMINANTS OF PRIMARY METHODS AND WAYS TO PREVENT EROSION OF AGRICULTURAL SOIL IN LIBYA

Abstract

Current researches on erosion effect on agricultural areas in the Republic of Libya have shown that soil is significantly endangered by the influence of air currents and water erosion throughout the whole year, predominantly in the winter and early spring period. The previous methods of the soil protection from erosion, especially in the conditions of global warming of the planet and deterioration of climatic conditions, have not yielded satisfactory results. Wind erosion processes have spread over all areas of North Africa, from Morocco to Egypt, and are manifested in the intensified desertification of agricultural areas, which air currents from the Sahara and the Libyan Desert fill in with enormous quantities of sand every year.

Based on the results of previous researches carried out on several locations in Serbia and matching investigations in four Libyan agricultural regions, namely the Tripoli district, the Bayza district, the Benghazi district and the Sabah district, the ecological determinants of primary methods for preventing agricultural soil erosion were identified and proposed.

The reduction of total agricultural areas, natural soil fertility and erosion on the whole in the Republic of Libya is affected by abiotic factors, as well as direct and indirect anthropogenic factors.

The most efficient method of protection against water erosion in the Mediterranean areas, from the East to the West of the country, is the growing of herbaceous perennial plants that after one year create a solid cover above ground, whereas in the region of rhizosphere their powerful and branched root system excellently anchor soil, thereby preventing the washing out of fine particles. Due to a significant positive influence of these plant species on the soil, they are called cover crops.

In the wetter eastern regions (Bayda and Benghazi), one should use annual grasses such as Sudan grass, sorghum and the interspecific hybrid of these two species as cover crops in areas with intensive plant production (field crops growing and fruit and vine growing). These plants have a powerful root system that help them use plant assimilates and water from deep layers of soil, and their aboveground biomass cover the surface well, preventing evaporation and alleviating all forms of soil erosion.

In more arid areas and on lighter sandy soil, perennial cover crops should be chosen. The most suitable species would be switchgrass or the perennial Sorghum almum. These species can be used as sole crops, but it is more appropriate to grow them with perennial vetch or lupines.

In more favorable soil conditions and in the areas with more precipitation, perennial cover crops may be formed by planting miscanthus. In orchards and vineyards, lupines (Mediterranean, Spanish, Moroccan or sandy) should be grown in the inter-row spacing for the protection from water erosion, as they are well adapted to the arid Mediterranean conditions. In oasis areas, vetch, switchgrassand elephant grass can be grown as cover crops, as well as hybrids of these two species. These plant species are very well tolerantto drought and very high temperatures of air.

Regarding the protection from wind erosion in agro-ecological conditions of Serbia, shelter-breakshave proven to give the best results. For the protection of agricultural areas in the investigated regions of the Republic of Libya, evergreen high plants, such as cypresses, pines, eucalyptus, cedar and thuja trees, should be grown to form protective belts. Between these trees in the inter-row spacing,one should plant shrubs, such as laurels and cherry laurels, strawberry trees, tamaris, barberries and mahonias. These species grow fast; they are tolerant to drought, salts and high temperatures of air.

In addition to live protective belts (cover crops and shelter-breaks), so-called non-living belts have been also used recently for preventing erosion. These can be different improvised walls made of handy materials. For preventing erosion on non-agricultural lands (slopes and slopes along the roads, riverbanks), combined perennial grasses are used, on which plastic gratings are placed to prevent the surface layer flushing after the torrent rains or wind erosion.

Key words: soil erosion, agro-ecological conditions, desertification, cover crops, methods of agricultural soil protection.

SADRŽAJ

1. UVOD 10

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA 14

2. 1. Značaj istraživanja 16

2. 2. Radna hipoteza 17

3. PREGLED LITERATURE 18

4. POJAM I VRSTE EROZIJE 22

4. 1. Erozija zemljišta u svetu 23

4. 2. Erozija zemljišta u Libiji 26

4. 3. Uzroci erozije 30

4. 3. 1. Uticaj nagiba zemljišta na eroziju 39

4. 3. 2. Uticaj kiše i vetra na eroziju 40

4. 3. 3. Uticaj vegetativnog pokrivača na eroziju 46

4. 3. 4. Uticaj erodibilnosti zemljiša na eroziju 48

4. 3. 5. Uticaj korišćenja zemljišta na eroziju 48

4. 3. 6. Uticaj stanovništva na eroziju 58

4. 4. Efekti erozije 58

4. 5. Tradicionalni načini zaštite zemljišta od erozije 59

4. 6. Načini zaštite zemljišta od erozije na severu Afrike 60

4. 7. Načini zaštite zemljišta od erozije u Libiji 61

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA 63

5. 1. Opšti opis područja istraživanja 63

5. 1. 1. Tipovi zemljišta područja istraživanja 65

5. 1. 2. Drenaža i vodni resursi područja istraživanja 68

5. 1. 3. Klima područja istraživanja 69

5. 1. 4. Vegetacija područja istraživanja 74

5. 1. 5. Načini korišćenja zemljišta područja istraživanja 75

5. 1. 6. Poljoprivreda područja istraživanja 75

5. 1. 6. 1. Proizvodnja useva 76

5. 1. 6. 2. Stočarska proizvodnja 77

5. 1. 7. Stanovništvo područja istraživanja 79

5. 2. Metodologija istraživanja 81

5. 2. 1. Izvori podataka 81
5. 2. 2. Instrumenti za prikupljanje podataka 82
5. 2. 3. Metode analiza podataka 83
5. 2. 4. Primarne metode i načini sprečavanja erozije u Libiji 84
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 85
6. 1. Socio-ekonomske informacije o korišćenju zemljišta 85
6. 2. Erozija zemljišta i prakse konzervacije u Libiji 85
6. 2. 1. Uočljive karakteristike erozije zemljišta 86
6. 2. 2. Tradicionalni načini očuvanja zemljišta 87
7. REZIME, ZAKLJUČCI I PREPORUKE 107
7. 1. Zaključci 107
7. 2. Preporuke 108
LITERATURA ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
PRILOG 1 111

1. UVOD

Zemljište je najvažniji deo celokupnog poljoprivrednog sistema, u okviru koga se razvija korenov sistem biljaka i iz koga one usvajaju vodu i mineralne soli. (*Tromp-Van Meerveld and McDonnell*, 2006). Ono je trofazni, polidisperzni sistem koji se sastoji iz čvrste, tečne i gasovite faze. Čvrstu fazu obrazuju mineralni i organski deo.Kako navode *Strudlei et al*. (2008) zemljište se obrazuje veoma sporo. Za obrazovanje zemljišta u prirodnim uslovima, dubine dva centimetra, potrebno je oko 500 godina. Na formiranje zemljišta utiče više faktora (*Stenberg*, 1999), a to su matični supstrat (hemijski sastav stena), topografija, klimatski uslovi, biljni pokrivač, životinjski svet, kao i antropogeni činioci. U zavisnosti od interakcije navedenih činilaca formiranje veliki broj tipova zemljišta, različitog potencijala rodnosti,koja se, između ostalog, razlikuju po veličini čestica, odnosu mineralnih i organskih jedinjenja, kapacitetu za upijanje i zadržavanje vode i vazduha, tolerantnosti na erozione procese (*Monger and Bestelmeier*, 2006).

Uporedo sa procesima formiranja zemljišta, kao najvažnijeg staništa za biljke, odvijaju se i procesi erozije. Najzastupljeniji vidovi erozije uslovljeni su delovanjem vetra i vode. Na intenzitet erozionih procesa, veliki uticaj imaju agroekološki uslovi, reljef, tip zemljišta (njegove hemijske i fizičke osobine), vegetacija, kao i antropogeni faktori. Interakcija navedenih činilaca određuje intenzitet erozionih procesa.Proučavanje posledica uzrokovanih svim oblicima erozije ima veliki značaj na stanje zemljišta i na kvalitet životne sredine, u celini.

Složenost pitanja koja utiču na eroziju zemljišta u poljoprivrednim oblastima Libije, zahteva sveobuhvatano sagledavanje svih činilaca koji deluju na ove procese što je i bio zadatak istraživanja obuhvaćenih radom. Prema dosadašnjim saznanjima poljoprivredne oblasti Libije izložene su vrlo nepovoljnim ekološkim uslovima specifičnim za područja koja su izložena istovremenom uticaju mediteranske i pustinjske klime. U interakciji nepovoljnog orografskog položaja površina sa blagim padinama prema Sredozemnom moru, na severu i prema dominantnim pustinjama Libijskoj i Sahari, prema jugu, ovo područje podložno je snažnoj eroziji vodom i vetrom. U takvim klimatskim uslovima i uz retku, slabo razvijenu vegetaciju, formirana su plitka, lako propusna peskovita zemljišta sa malo organske materije i humusa.

Tokom zimskih meseci, severne obasti su izložene čestim i obilnim padavinama koje stvaraju periodične bujične vodotokove. Sa vodom se ispira značajna količina finih čestica zemljišta koje se odnose u nizijsko priobalje i dalje u more. Intenzitet erozije vodom zavisi

od količine i intenziteta padavina. Evidentno je povećanje intenziteta ovog oblika erozije sa klimatskim promenama, kad padavine postaju sve neravnomernije raspoređene tokom zimskog perioda. Nepovoljan antropološki faktor na zemljištu zapaža se u neracionalnom korišćenju zemljišta u cilju dobijanja većih količina hrane i nepoštovanju principa savremene tehnologije biljne proizvodnje kojom se bolje čuva zemljište kao teško obnovljiv prirodni resurs.

Južne oblasti izložene su tokom cele godine jakom uticaju vetrova koji duvaju iz pravca pustinja, noseći fine čestice peska kojima zasipaju, kako južne, tako i severne poljoprivredne oblasti mediteranskog područja. Posledice eolske erozije su dezertifikacija zemljištakoja se sve više širi, ne samo u Libiji, već i na velikom geografskom prostoru što pokazuju *Karte prirodnih hazarda*.

Osetljivost poljoprivrednih zemljišta Libije velika je usled nedostatka vetrozaštitnih pojaseva. Drugi činilac koji utiče na eroziju poljoprivrednih zemljišta je uništavanje prirodne vegetacije travnjaka na račun povećanja površina koje se obrađuju radi gajenja jednogodišnjih biljnih vrsta. Vegetativni period većine jednogodišnjih vrsta je značajno kraći od vegetativne sezone, tako da obrađeno zemljište jednim delom godine ostaje bez biljnog pokrivača.

Kao polazni materijal u ovoj disertaciji poslužila su ranija istraživanja vezana za proučavanje erozionih procesa i predloga mera konzervacije zemljištakoja su sprovedena u Srbiji, na oglednom polju Instituta za zemljište u Božurnji kod Mladenovca, na zemljištu tipa Vertisol koje se odlikuje teškim mehaničkim sastavom obzirom da u mehaničkom sastavu navedenog tipa zemljišta dominira učešće glinovite frakcije. Sprovedena istraživanja*Dušića*, 1974, obuhvatila su detaljna istraživanja vodno-fizičkih osobina navedenog tipa zemljišta sa posebnim osvrtom na promene zapremine u funkciji stepena vlažnosti, a sa tim u vezi i promene koeficijenta poroznosti i stepena saturacije i potencijalnog preopterećenja zemljišta. Utvrđeno je da se bubrenje zemljišta dešava dodavanjem najmanje količine vode sve do blizu gornje granice plastičnosti. Pucanje koje je vezano za proces isušivanja počinje sa prvim ulaskom vazduha u zemljište, odnosno kada nastupi proces desaturizacije. Terasiranjem, koje je izvedeno na navedenom lokalitetu i gajenjem pre svegatravnih smeša i vinove loze, ostvareni su značajno veći prinosi gajenih kultura u odnosu na zemljište koje je bilo bez sprovedenih antierozionih mera. Isto tako, ublaženo je i sprečeno širenje erozionih procesa u vidu jaruga i vododerina.

Takođe, korišćene su i metode u proučavanju pluvijalne, fluvijalne i eolske erozije koje su raznovrsne i mnogobrojne, a sprovedene na poljoprivrednim zemljištima u brdsko planinskom području Republike Srbije u oblastima gde je registrovana potreba zaštite

zemljišta od erozije vodom i vetrom (*Spalević et. al.*, 1997). Osnovni cilj istraživanja bio je da se utvrdi stepen oštećenja zemljišta, registruje rasprostranjenost erozije i štete koje delovanjem ovog procesa nastaju i utvrde stepeni oštećenja zemljišta od pojedinih agenasa erozije radi preduzimanja odgovarajućih zaštinih mera. Od klimatskih podataka obrađeni su oni o ukupnim padavinamai njihovom intenzitetu. Posebna pažnjaposvećena je i vremenu, odnosno periodu godine u kom je došlo do pojave kiše, o načinu korišćenja zemljišta što je i predstavljalo osnovne uslove za primenu odgovarajućeg matematičkog modela kojim je definisan intenzitet procesa erozije. Ustanovljeno je da je intenzitet erozije vrlo različit u pojedinim slivovima jer izraženost ovog procesa zavisi od mnogo činilaca kao što su tip zemljišta, klima, reljef i slično. Konstatovano je da su prinosi gajenih biljaka na lokalitetima zahvaćenim erozijom niski. Da bi se zemljište zahvaćeno procesom erozije zaštitilo od negativnih delovanja vode i eolske erozije potrebno je primeniti kompleksne konzervacione mere u koje se ubrajaju promena načina obrade zemljišta, uvođenje protiverozionih plodoreda, primena terasiranja kao i podizanje protiverozionih zaštitnih pojaseva.

Istraživanja vezano za ublažavanje erozionih procesa institut za zemljište, (*Pivić i Bulajić*, 2006) sprovodio i na području okoline Vlasinskog jezera, gde su date preporuke vezane za primenu nekih od metoda konzervacije zemljišta za koje je konstatovano da su podložna vodnoj eroziji. Na području proučavanja koje se nalazi iznad 1000 m nadmorske visine, zastupljena su zemljišta tipa sirozem, ranker i koluvijum za koje je konstatovano da su podložna dejstvu vodne erozije. Predlog mera konzervacijebio je da je na padinama iznad 35% nagiba, neophodno sprovesti pošumljavanje zemljišta, a razređene šume treba obnoviti, sadnjom četinara i bukve. Već postojeće livade koje se koriste za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju zahtevaju mere podsejavanja i đubrenjaazotnim đubrivima. U formiranju travnjaka za biološku zaštitu zemljišta, od posebnog je značaja izbor odgovarajućih vrsta i mešavina trava. Livade treba zasnivati samo travnim vrstama (biljke iz porodice *Poaceae*), samo leptirnjačama (biljke iz porodice *Fabaceae*) ili mešavinom trava i leptirnjača. Zajedno sa ovim merama, neophodno je i zakonskim merama sprečiti nekontrolisano krčenje šume, kositi samo livade koje nisu ugrožene procesom erozije a ispašu stokekontrolisati (naprimer pregonskom ispašom).

Mogućnost korišćenjametode geomorfološkog kartiranja, metode daljinske detekcije i statističke metode sagledavanja pojave erozionih procesa, sagledana je kroz istraživanje na području sliva Nišave (*Mustafić*, 2012). Za prostorno sagledavanje stanja erozivnog procesa podaci su implementirani u odgovarajući Geografski informacioni sistem. Izbor programskog paketa *GeomediaIntergraf* omogućio je kompleksnu komparativnu analizu prostora, što je pružilo mogućnost višestrukog modelovanja u smislu davanja različitih vrsta prospekcija,

koje mogu da odslikavaju mehaniku samog procesa erozije, ali i svih pratećih faktora koji imaju veće ili manje dejstvo na isti. Primena predstavljenog obrasca obrade podataka, odnosno, modela, može se koristiti kao jedna od mogućnosti predviđanja erozionih procesa i na drugim lokacijama na kojima je potrebno sagledati navedeni problem degradacije zemljišta.

Kontinualna višegodišnja terenska istraživanja eolske erozije (*Savić et al*., 2002), koja su sprovedena na prostorima Vojvodine, na dva karakteristična lokaliteta, u okvirudva bliska eroziona polja pod obradivim zemljištem i to u Tavankutu na Subotičko-Horgoškoj peščari (na nezaštićenoj obradivoj površini - "A" i površini zaštićenoj šumskim pojasom od nepovoljnih uticaja vetra - "B"; zemljištu tipa arenosol, lakog mehaničkog sastava i najizraženije erodibilnosti) i Rimskim Šančevima kod Novog Sada (na zemljištu tipa černozem, koje je sa njemu sličnim zemljištima daleko najzastupljenije - na oko 83% svih oraničnih površina Vojvodine, a sa aspekta poljoprivrede i najznačajnije) takođe su poslužila za poređenje i iznalaženje predloga mera. Na lokalitetu proučavanja bili su zastupljeni približno isti klimatski, pedološki i drugi uslovi,pri čemu je jedno polje bilo bez zaštite od vetra, a drugo zaštićeno šumskim pojasom. Dobijeni rezultati ukazuju na znatno veću ugroženost nezaštićenih površina, ali isto tako i da eolska erozija retko dobija akcidentne razmere, odnosno da se odvija lagano, gotovo neprimetno, a na obradivim površinama se manifestuje tek slabijim i neujednačenim prinosima, koji se često mogu pripisati i nekim drugim faktorima (naprimer lošiji kvalitet semena, mineralnih đubriva i agrotehničke obrade, nepovoljne klimatske prilike, pojavaštetočina i bolesti itd.).

Rezultati pokazuju da je delovanje eolske erozije kontinualno i sistematsko, sa kumulativnim efektima koji se u drastičnoj meri manifestuju tek posle dužeg niza godina. Treba imati u vidu i da su stalno prisutne i međusobne interaktivne veze između poljoprivrede i intenziteta eolske erozije. Erozioni procesi degradiraju obradivo zemljište, a sa druge strane neadekvatna poljoprivreda u najvećoj meri čini zemljište erodibilnim i inicira snažne procese eolske erozije. Nastanak i transport eolskog nanosa sa udaljenih područja nije moguće predupreditи, no njihov uticaj na degradacione procese se ispoljava znatno ređe i u manjoj meri. Zbog toga je poželjno da se takvi procesi svedu na što je moguće manju meru optimalnim upravljanjem zemljišnim i vodnim resursima (BMPs-"Best Management Practices"), uspostavljanjem odgovarajuće zaštite od vetra i erozije, primenom adekvatnih meliorativnih i agrotehničkih mera koje će popraviti i očuvati povoljnu strukturu zemljišta i povećati njegovu otpornost na delovanje eolske erozije.

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja ove disertacije obuhvata sledeće osnovne oblasti:

- definisanje intenziteta erozije zemljišta vetrom i vodom u poljoprivrednimpodručjima Libije, i to na četiri oblasti sa najrazvijenijom biljnom proizvodnjom;
- prostorna i vremenska distribucija intenziteta erozije zemljišta;
- utvrđivanje odnosa erozije i geografskih i klimatskih činilaca koji utiču na oveprocese, posebno u uslovima evidentnih globalnih klimatskih promena;
- utvrđivanje antropogenih činilaca na intenzitet erozije poljoprivrednih površinaproučavanih oblasti (Tripoli, Bayda, Benghazi i Sabha);
- primarne metode sprečavanja erozije poljoprivrednih zemljišta zasnivanjem živihzaštitnih pojaseva zeljastih i drvenastih višegodišnjih biljnih vrsta;
- formiranje baze podataka i njene imlementacije u područja ugrožena erozijomzemljišta.

Za obrazovanje baze podataka, neophodno je sve raspoložive podatke prikupiti, sistematizovati i analizirati. Oni će između ostalog omogućiti i formiranje kartografskog prikaza ispitivanih parametara. Osim toga, biće omogućeno i stvaranje jedinstvenog informacionog sistema za zasnivanje zaštitnih pojaseva koji će omogućiti najadekvatniju zaštitu od erozije za svaki pojedinačni rejon, budući da intenzitet i tip erozije zavisi od velikog broja lokalnih činilaca.

Okosnica istraživanja bio je predlog postavljanja različitih tipova, živih zaštitnih pojaseva, odgovarajućih bioloških osobina na lokalitetima proučavanja, a svena osnovu proučenih ekoloških činilaca, reljefa i preporučenih biljnih vrsta za zaštitu zemljišta od erozije. Primeniće se iskustveni podaci eksperimenata sprovedenih kako u Republici Srbiji, tako i u mnogim zemljama u kojima je erozija zemljišta postala značajan problem.

Dobijeni rezultati istraživanja, poređeni sa agroekološkim i zemljišnim uslovima najvažnijih poljoprivrednih područja Libije, pružiće mogućnost da se na osnovu stepena podudarnosti odrede najpodesnije vrste i kombinacije pokrovnih i zaštitnih useva i zasada u ugroženim poljoprivrednim područjima Libije i predloži najpodesniji sistem sprečavanja erozije zemljišta.

U poljoprivrednim područjima, koja su predmet ovih istraživanja, faktori koji određuju tip zemljišta mogu se okarakterisati na sledeći način:

1. Klimatski uslovi celog poljoprivrednog regiona Libije odlikuju se malomkoličinom padavina sa vrlo neravnomernim godišnjim rasporedom i visokimletnjim i blagim zimskim temperaturama vazduha.
2. Slabim biljnim pokrivačem uključujući mali godišnji porast biljaka koje tokomletnjih suša i visokih temperatura životne funkcije svode na stepen anabioze.
3. Matični supstrat na kome su nastala zemljišta sastoji se pretežno od kvartarnihsedimenata.
4. Topografija ovog područja je veoma ravna, sa uobičajenim naslagama (dinama)koje se formiraju radom vetra.

Na osnovu klasifikacije,koju navodi *Suliman Farag Koja*, 2012, (prema izvoru: Selkho Zprom Ekport, SSSR,1980)najzastupljeniji tipovi zemljišta na području ovih proučavanja su:

- Crvenkasto-smeđa aridna zemljišta, pH vrednosti 8-8,6, koja su bogata karbonatima, solima i gipsom, ponekad sa prisutnom korom od soli i gipsa (pretežno u površinskom delu zemljišta). Pored toga, obezbeđena su određenim procentom kalijuma, ali malom količinom fosfora, azota i gvožđa, (*Ben Mahmoud*, 1995);

- Peskovita zemljišta, poreklom od kvartarnih depozita krečnjaka, kvarca, granita ili škriljaca. Ova zemljišta sa većim procentom organske materije lako se obrađuju. Međutim, onaimaju visok procenat peska(veličine čestica 0,4-2 mm) i malu zastupljenost čestica gline (oko 10%).Posle kiše ili zalivanja brzo se ispiraju i gube biljne asimilative usled velike poroznosti (*Al-Enezi*, 2008). S druge strane, ona su podesnija za obradu i pre se zagrevaju nego glinovita zemljišta. Peskovita zemljišta većinom su veoma kisela. Široko su rasprostranjena u proučavanim poljoprivrednim oblastima;

- Krečnjačka zemljišta surasprostranjena u većem broju regiona, posebno u brdskim predelima južno od područja istraživanja. To su alkalna i kamenita zemljišta sa visokim procentom krede ili gline (oko 15%) (*Al Jadedie*, 1992, str. 265). Po mehaničkom sastavu, navedeno zemljište može biti lako ili teško, ali često je vrlo plitko što smanjuje broj biljnih vrsta koje se mogu gajiti. Velika poroznost utiče na njihovo isušivanje tokom leta, tako da je gajenje biljaka bez navodnjavanja veoma rizično. Istovremeno, dopunska ishrana biljaka je specifična (u više navrata i sa manjom količinom NPK hraniva);

- Peščane dine. U Libiji se javljaju dva osnovna tipa peščanih dina, i to:

a) Pustinjske dine, koje su raspoređene na znatnoj poršini Libije, od severnih ravnica (ravnica Alajafarh), kao i u predelu Libijske pustinje. One predstavljaju područje najveće akumulacije peska (*Al Emsalati*, 1995). Pustinjske dine su posledica eolske erozije vetrom, kad vetrovi iz planinskih područja pustinje nose velike količine peska i deponuju ga u navedenim područjima. Ove dine su velikih dimenzija, prosečne visine 10 metara (*Al Harram*, 1995). Rezultat su brzog i snažnog duvanja vetra. Većinakontinentalnih dina sastoji se od kvarca koji zajedno sa feldspatom i velikim procentom karbonatnih soli, ima za posledicu da im je bojaizmeđu između crvene i smeđe. Male količine humusa, koje se nalaze u pesku, podložne su oksidaciji pod uticajem visoke temperature. Zemljište, rezultat tog procesa je homogeno i ne-koherentno i ne može dugo da zadrži vodu (*Aljadedie*, 1992, str. 124).

b) Priobalne (morske) peščane dine se šire skoro celom severnom obalom Libije, osim istočnih oblasti u blizini Zelenih planina. Međutim, to je malo područje. Morske dine se sastoje od krupnih grubih zrna sa prisustvom fragmenata morskih školjki. Boja ovih dina je bela ili siva, a ako sadrže i druge supstance, mogu biti narandžaste ili crne. U sastav peska morskih dina ulaze karbonatne soli, hloridi i sulfati. Imaju malu količinu organske materije i gline (*Bagnold*, 1973, str. 168).Stoga nisu homogene i posle isušivanja vrlo brzo se pokreću pod uticajem vetrova.

2. 1. Značaj istraživanja

Urađena doktorska disertacija ima naučni, stručno-aplikativni i društveni značaj. Naučni značaj se ogleda u činjenici da rezultati istraživanja daju odgovor na pitanje koje su primarne metode sprečavanja širenja erozije poljoprivrednih zemljišta Libije najadekvatnije u zavisnosti od lokalnih uslova spoljne sredine.

Stručno-aplikativni značaj ovog rada je u činjenici da su u disertaciji proučeni svi činioci koji utiču na erozione procese, opisan njihov uticaj na obradive površine u četiri najvažnije oblasti Libije i prikazan naučni princip suzbijanja erozije koji bi se mogao primeniti na celokupnom poljoprivrednom području Republike.

Društveni značaj istraživanja ogleda se u mogućnosti projektovanja i razvoja efikasnije zaštite poljoprivrednih zemljišta od svih vidova erozije, posebno eolske. Ovaj vid erozije u specifičnim klimatskim uslovima Libije snažno utiče na širenje pustinje u najvažnija poljoprivredna područja, uslovljavajući dezertifikaciju zemljišta. Zaključci do kojih se došlo, mogu se iskoristiti kao osnova za buduća istraživanja iz oblasti zaštite zemljišta od erozije primarnim metodama, a to su gajenje višegodišnjih pokrovnih useva i podizanje drvenastih zasada koji posredno utiču na promene mikroklime u poljoprivrednim predelima i u životnoj sredini.

2. 2. Radna hipoteza

Osnovna hipoteza, na kojoj su istraživanja zasnovana, jeste da lise u agroekološkim i zemljišnim uslovima definisanih poljoprivrednih područja Libije mogu primeniti predložene metode za sprečavanje erozije zemljišta vazdušnim strujanjima i vodom koja je sve izraženija pod uticajem globalnih klimatskih promena.

Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja i saznanja dobijenih u eksperimentalnim ogledima izvedenim u Republici Srbiji formulisane su misaone pretpostavke o uticaju ova dva abiotička faktora na erozione procese poljoprivrednih zemljišta Libije. U proučavanju izbora najcelishodnije zaštite zemljišta od erozije polazi se od činjenice da ovu ulogu mogu obaviti živi zaštitni pojasevi, i to pokrovni višegodišnji usevi i zaštitni šumski pojasevi čija bi uloga bila višestruka, kako sa stanovišta obezbeđenja većih količina hrane i sirovina za razne industrijske grane, tako i sa stanovišta poboljšanja ekoloških uslova ovih područja i poboljšanja životne sredine u celini. Ukoliko se i u kom stepenunepovoljne posledice erozije ublaže predloženim metodama zaštite, ovi modeli bi se mogli primeniti na širem prostoru potencijalnih poljoprivrednih područja Libije.

Glavni cilj istraživanja ove doktorske disertacije proistekao je iz osnovne i pomoćnih hipoteza zasnovanih na već izvedenim naučnim istraživanjima u Republici Srbiji i poređenja rezultata dosadašnjih istraživanja u svetu, kao i u Libiji. Rezultati istraživanja mogu da posluže kao naučni pristup uvođenja zaštitnih pojaseva u cilju zaustavljanja sve evidentnije dezertifikacije zemljišta, kako u svetu, tako i u Libiji.

3. PREGLED LITERATURE

Erozija poljoprivrednih zemljišta u svetu u proteklim decenijama postaje jedan od najvećih problema u primarnoj proizvodnji hrane. Danas u svetu postoji veliki broj istraživanja vezanih za rešavanje ovog složenog pitanja. Prva naučna istraživanja bila su pretežno vezana za proučavanje uzroka i posledica erozije na fizičke i hemijske osobine poljoprivrednih zemljišta. U proteklim decenijama radovi iz ove oblasti bili su više zasnovani na predlozima kako da se reši pitanje erozije zemljišta i izradi najpodesnijih metoda za rešavanje ovog složenog pitanja.

Literaturni izvori, koji su korišćeni u ovoj disertaciji, mogu se podeliti na sledeće naučne oblasti:

1. Radovi vezani za definiciju i obim erozije zemljišta u svetu i u Libiji

U Republici Libiji proučavanje erozije i dezertifikacije zemljišta veoma je aktuelno što pokazuje i značajan broj istraživanja vezanih za ovo pitanje. Značajnija naučna istraživanja, citirana u ovoj disertaciji, izveli su sledeći autori *Metz, H. C. ed.* (1987); *Emgaili* (1993), *Рясов*(2001); *Ben-Mahmoud et al*. (2000, 2003) i *Abu Luqmah* (1995).*El-Tanawi* (2005) ističe da klimatske promene značajno utiču na intenzitet dezertifikacije i erozije zemljišta u celini potvrđujući rezultate prethodnih istraživanja, koja je dobio *Emgaili* (1995). U kasnijim istraživanjima *Emgaili* (2003) ukazuje na veliki rizik od dezertifikacije poljoprivrednih površina Libije, kao posledice sve učestalijih suša izazvanim klimatskim promenama pod uticajem globalnog zagrevanja.

O posledicama erozije i dezertifikacije poljoprivrednih zemljišta pisali su 1995. godine *Faivre i Toskić* ističući da ona postaje svetski problem u biljnoj proizvodnji. Dezertifikacija, kao posledica eolske erozije podjednako je raširena u celom svetu, ali u Africi predstavlja značajan problem zbog velikih pustinjskih oblasti na jugu i severu kontinenta, kako ističu *Joly* (1990); *Vovk Korže* (1998); *Abahussainet al.* (2002); *Al-Balooshi* (2003); *Kepner et al.* (2006); *Kicošev i Golubović* (2002); *Monger and Bestelmeier* (2006); *Zhang et al*. (2008); *Vujadinović* (2009); *Zayad* (2010); *Yang et al.* (2011) i drugi autori. Povećanje površina u sistemu ekološke (organske) poljoprivredne proizvodnje na posredan način smanjuje eroziju zemljišta usled specifičnih metoda koje se u ovom sistemu primenjuju. Gajenjem biljaka po principima ekološke proizvodnje smanjuju se ili potpuno

isključuju upotreba hemijskih preparata (između ostalog i mineralnih hraniva), ali se uvodi višegodišnji plodored sa većim brojem biljnih vrsta (*Filipović i Ugrenović*, 2010; *Ugrenović et al*., 2015). Promenom strukture setve, koja podrazumeva i gajenje pokrovnih useva, povećava se intenzitet korišćenja zemljišta, ali i njegova prirodna plodnost jer se nadzemna biomasa većine ovih biljnih vrsta zaorava u momentu maksimalne organske produkcije (*Mišković i Stolz*, 2013; *Glamočlija i sar*. 2015).

2. Radovi vezani za snabdevenost vodom Libije i posledice vodne erozije

Libija, u celini ima male količine godišnjih padavina, koje sa mediteranskog područja dospevaju samo u uski priobalni pojas. Pored malih količina i raspored padavina je dosta neujednačen kako naglašavaju *Abdudayem and Scott* (2014). Snabdevenost vodom predstavlja značajan problem i pored nekoliko velikih kanala kojima se ona sa južnih izvorišta doprema do velikih primorskih mesta (*Fadel and Abu Luqma*, 1995; *Tromp-van Meerveld and McDonnell*, 2006; *Wheida Verhoeven*, 2007; *Aqueil et al*., 2012; *Nasar*, 2017).

Analizirajući uticaj klimatskih parametara na procenu odnosa vode u zemljištu *Pivić et al*. ukazuju da godišnje promene vodnog režima imaju veliki značaj na snabdevenost zemljišta vodom.

3. Radovi vezani za posledice erozije zemljišta uslovljene antropogenim faktorom

Sve većim brojem stanovništva, kao posledice prirodnog priraštaja, ali i migracija iz južnih oblasti Afrike, značajno se smanjuju poljoprivredne površine usled proširenja dosadašnjih i izgradnje novih naselja. Istovremeno, okolno poljoprivredno zemljište izloženo je eroziji negativnim delovanjem povećanog broja stanovnika, kako navode *Abughlelesha and Lateh*(2013) i *Brown et al*. (2014).

U svojim istraživanjima *Buckle* (1978); *Bin Khayal* (1995); *El-Hassan* (2004);*El-Said andSaleem*(2008) zaključuju da način korišćenja poljoprivrednog zemljišta značajno utiče na procese erozije. Navedeni autori slažu se da neracionalno korišćenje obradivih površina i neadekvatno navodnjavanje useva umanjuju prirodnu plodnost zemljišta jer im se, neadekvatnom agrotehnikom narušavaju hemijske i fizičke osobine i smanjuje biološka aktivnost u orničnom sloju.

4. Radovi vezani za sisteme borbe protiv erozije zemljišta

Sagledavajući stanje poljoprivredne proizvodnje pre više od dve decenije *O'Reilly*(1996) je istakao značaj održive poljoprivrede u specifičnim agroekološkim uslovima Libije. U direktne mere za sprečavanje erozije *Dražić, D.* (1999) navodi pravilno

postavljen plodored u kome bi trebalo gajiti biljne vrste koje će svojom biomasom tokom cele godine pokrivati površinu zemljišta. Brojni su rezultati vezani za sistem gajenja useva kojima bi se najvećim delom godine površina zemljišta zaštitila, kako od erozije, tako i od gubitaka vode evaporacijom. U istraživanjima koja su izveli *Youssef* (1974); *Kruidhof et al.* (2008); *Tosti et al.* (2012); *Castro et al.* (2014); *Ugrenović et al.* (2015.) ovi autori ističu brojne prednosti gajenja pokrovnih useva koje se ogledaju u popravci prirodne plodnosti zemljišta, ali i povećanju količina stočne hrane.

Danas u svetu postoji veliki broj jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta koje se mogu gajiti kao pokrovni usevi (*Göhl*, 1982; *Duke*, 1983; *Glamočlija i Dželetović*, 2006; *Filipović i Ugrenović*, 2010; *Glamočlija i sar.* 2015). Izbor vrste zavisi od osobina zemljišta naglašavaju *Stojicevic andStojanovic* (1981.) i*Stenberg* (1999).

Za zaštitu zemljišta od erozije u subtropskim i tropskim predelima, kao pokrovni usevi, mogu se gajiti višegodišnje i jednogodišnje vrste iz porodica trava (*fam. Poaceae*) i leptirnjača (*fam. Fabaceae*) kako navode *Cook et al.* (2005).

Iz porodice višegodišnjih trava na zemljištima povoljnijeg mehaničkog sastava za zaštitu od erozije podesne su sledeće vrste:

- interspecijes jednogodišnjeg i samoniklog sirka, almum sirak (*Olifson et al.*, 1978; *Gohl*, 1981; *Duke*, 1983; *Hacker*, 1992; *Heuzé et al.*, 2015);

- prerijsko proso (*Nielson*, 1944; *Anderson*, 1961; *Jung and Vogel*, 1992; *Wolf and Fiske*, 1995; *Cassida et al.*, 2004; *Missaoui et al.*, 2005;*Boe*, 2007;*Lee et al.*,2009; *Wolf*, 2009; *Yuan Liu et al.*,2014);

- slonova trava (*Francis*, 2004; *Khan et al.* 2007; *Timbo et al.* 2010);

- miskantus (*Lewandowski et al.* 2000; *Dželetović i sar.* 2006; *Dražić, G. i sar.* 2010; *Clifton-Brown et al.* 2014).

Iz porodice jednogodišnjih trava na zemljištima povoljnijeg mehaničkog sastava za zaštitu od erozije podesnisu vrsta sudanska trava i njeni interspecijes hibridi sa različitim formama sirkova (*Dranenko*, 1968; *Mask and Morris*, 1991; *Smith and Frederiksen*, 2000; *Ikanović i sar.*, 2010; *Janković i sar.*, *Đurić i sar.*, 2015; *Janković i sar.*, 2017).

Iz porodice leptirnjača kao pokrovni usevi mogu se gajiti kao čisti usevi ili u smešama sa travama sledeće vrste:

- lupine (*Maligin*, 1969; *Nagorskaja*, 1969; *Kurlovich*, 2002;*Savić et al.*, 2009; *David et al.*, 2014; *Mateos et al.*, 2015). Gajenjem španske lupine na međurednom prostoru u voćnjacima i vinogradima smanjuju se erozija i gubitak vode evaporacijom uz istovremeno povećanje biološki vrednog azota kao posledice azotofiksacije bakterija koje žive u simbiozi

sa biljkama. Španska lupina sintetiše i znatne količine alkaloida lupinina koji uništava štetočine u zemljištu (*Múzquiz*, 1989);

- grahori, sastrice (*Смекалова*, 1991; *Hammett et al*., 1994; *Mahdavi and Sanavy*, 2007; *Akter et al*., 2015) i

- lucerke (žuta, hibridna, dunjica)imaju veliki značaj u smešama sa višegodišnjim travama radi potpunijeg korišćenja vode i biljnih asimilativa, ali i za stvaranje kompaktnije ledine tako da povećavaju stepen otpornosti zemljišta na eroziju kako navode*Riday et al*. (2003); *Афонин и др*. (2008); *Olszewska et al*. (2016). Za gajenje u zaseni voćnjaka i vetrozaštitnih pojaseva *Knight* (1980) je zaključio da je dunjica *Medicago lupulina* L. odličan pokrovni usev jer vrlo dobro podnosi sušu i sama se rasejava semenom i podzemnim rizomima, tako da jednom posejana na istom zemljištu ostaje dugi niz godina.

Pored navedenih zeljastih vrsta u zaštiti zemljišta od erozije u sistemu primarnih metoda sprečavanja erozije mogu se gajiti i autohtone višegodišnje vrste i populacije žbunolikih biljaka koje su adaptirane na letnje suše i dobro uspevaju na zaslanjenim zemljištima.

Kako naglašavaju (*Watson et al*., 1992; *Galicia-Herbada*, 2006; *Rogers,* 2009.) na platoima brdsko-planinskih vrhova na zemljištima male prirodne plodnosti, kao i u semiaridnim stepama južnih strana planinskog venca mogu da rastu žbunovi kovilja, tamarinda, arapske akacije, koje svojom biomasom ublažavaju efekte eolske erozije i čuvaju rezerve vode u višegodišnjim podzemnim organima. Zahvaljujući ovim biološkim osobinama navedene biljne vrste mogu preživeti i u dugim periodima bez padavina.

4. POJAM I VRSTE EROZIJE

Erozija zemljišta podrazumeva gubitak zemljišta pod uticajem raznih faktora (vode, vetra, mraza, antropogenih faktora i ostalog).Ona predstavlja ispiranje i odnošenje čestica iz rastresite podloge. Prema izveštajima FAO iz 2010. godine u proteklih tridesetak godina zbog erozije u svetu je uništeno 430 miliona hektara, ili 30% od ukupnih obradivih površina. Ukoliko se u narednom periodu ne preduzmu značajne mere zaštite, biće ugroženo oko 149 miliona hektara obradivih površina u Africi i Aziji.

Poslednjih godina u svetu, a naročito na evropskom kontinentu, učinjeni su veliki napori u zaštiti životne sredine i postavljeni su opšti principi održivog razvoja koji podrazumevaju očuvanje prirodnih ekosistema i racionalno korišćenje prirodnih bogatstava, a samim tim i poboljšanje kvaliteta životne sredine i kvaliteta života.

Pod pojmom erozije u elementarnom smislu treba podrazumevati promene na površinskom sloju zemljišnog reljefa, koje nastaju kao posledica delovanja kiše, snega, mraza, temperaturnih razlika, vetra i tekućih voda ili kao posledica delovanja antropogenog faktora (*Gavrilović*, 1972).

Mnoga arheološka iskopavanja pokazuju da je problem erozije zemljišta star koliko i ljudska civilizacija. Negativne posledice erozije vodom ogledaju se u rapidnom smanjivanju produktivne sposobnosti zemljišta zbog odnošenja hranljivih supstanci i remećenja vodnog režima.

Jake kiše i slivanje vode zbog dezintegracionog uticaja na čestice površinskog sloja i naknadnog odnošenja zemljišnog materijala, predstavljaju osnovne faktore erozije poljoprivrednog zemljišta umerene klimatske zone.

Ostali faktori erozije vezani za određena područja mogu biti vetar, lednici, talasi velikih vodenih bazena (okeani, mora, jezera) koji prouzrokuju abrazionu eroziju obala.

Poplave koje se javljaju kao posledica delovanja olujnih kiša uz istovremeno erodiranje zemljišta nanose štete ne samo naseljima i energetskim postrojenjima već su i uzrok zagađenja vodotoka i akumulacije nanosa. Povećano prisustvo nanosa i određenih hemijskih elemenata pogotovu azota a isto tako i pesticida i herbicida u vodotocima, jezerima i morima veoma negativno utiče na njihovu biološku ravnotežu i ozbiljnije ugrožavaju čoveka i njegovu okolinu.

U starozavetnim legendama (*Gavrilović*, 1968) reka Jordan opisana je kao „smaragdno-zelena i bistra“ dok je danas jedna od najmutnijih reka Bliskog Istoka. Slično je i sa ostalim velikim rekama Evrope, Azije, Afrike i drugih kontinenata.

Sve veća nestašica hrane, potreba za vodom za piće kao i zaštita energetskih postrojenja, nagoveštavaju da su problemi erozije zemljišta i bujičnih tokova veoma aktuelni u svetu. Štete prouzrokovane nadolaskom vode posle jakih olujnih kiša veoma su uočljive jer nastaju u kratkom vremenskom intervalu. Mnogo veće štete koje se teže uočavaju javljaju se kao posledica delovanja erozionih procesa na obradivim površinama. Razmere erozionih procesa i društvena opasnost od njih još uvek su nedovoljno proučeni. Zato, postoje samo proizvoljne procene razmera i šteta koje se međusobno dosta razlikuju usled čega ne predstavljaju neku sigurnu podlogu za ostvarenje dugoročnih zahvata za rešenje tih problema.

4.1. Erozija zemljišta u svetu

Erozioni procesi nisu jednako prosutni u svim delovima sveta. U nekim krajevima, čitave civilizacije propadale su zbog posledica erozionih procesa, dok u drugim ovaj proces nije imao veliki uticaj na život i razvoj društva. U svetu je moguće izdvojiti nekoliko područja koja po izraženosti erozionih procesa vodom čine celinu. Jedno od njih je i područje oko Sredozemnog mora, drugo Bliski istok i deo oko njega, treće deo Kavkaza, četvrto deo Kine, Sri Lanke, Indije, peto delovi južne Afrike i šesto delovi SAD.

Pored erozije vodom, prisutna je i erozija vetrom ali ne podjednako. Najveće područje u okviru koga je ovaj vid erozije prisutan je Sahara, južni deo Ruske Federacije, Arabijsko poluostrvo, severozapadni delovi Kine, delovi Australije i delovi Kalifornije. Jedan od kriterijuma na osnovu koga se može odrediti da li je na nekom području izraženija erozija vodom ili vetrom su padavine. Pretpostavka je da je na područjima gde godišnje ima više od 450 mm padavina preovladava erozija vodom. U krajevima sa manje od 250 mm padavina dominira eolska erozija. U predelima sa količinom padavina u rasponu 250-450 mm dominiraće onaj agens kome bolje pogoduju lokalni uslovi.

Prema podacima Organizacije ujedinjenih nacija, površina obradivog zemljišta u svetu iznosi oko 93,2 miliona hektara i mogla bi da se poveća na 140 miliona hektara. Zemlje, kao što su Rusija, Kanada, Argentina i Brazil imaju velike mogućnosti povećanja obradivih površina, za razliku od Indije, Japana, Nemačke i Holandije koje takve mogućnosti nemaju. Projekcije Ujedinjenih nacija vezano za broj stanovnika,predviđaju da će 2050. godine na svetu živeti 9,15 milijardi stanovnika. Prema tome, može se očekivati prirast

dodatnih 2,25 milijarde stanovnika u narednih 30 godina, što je niže od ostvarenog prirasta stanovnika od 3,2 milijarde u periodu od 1970. do 2010. Pomenuto usporavanje prirasta stanovništva uticaće i na svetsku poljoprivredu, snižavajući stopu rasta poljoprivredne proizvodnje.

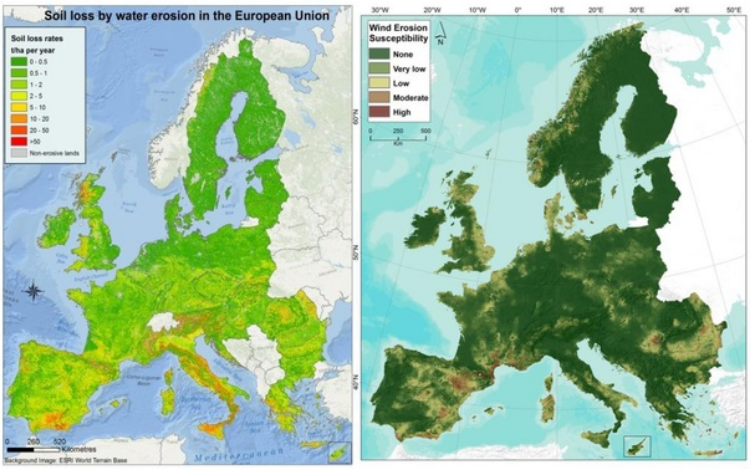
Treba imati u vidu i da na marginalnim područjima u zemljama u razvoju, oko 1,3 milijarde ljudi živi na ekološki osetljivim prostorima koja su posložna degradaciji i opadanju produktivnosti zemljišta (*World Bank*, 2003; *Nellemann et al.*, 2009), što svakako upućuje na potrebu da se pitanju preduzimanja mera za zaštitu i održanje ovih resursa treba posvetiti posebna pažnja.

Pretpostavlja se da je oko 1,6 milijardi hektara obradivog zemljišta ugroženo od erozionih procesa na globalnom nivou (63% od vodne erozije i 37% od erozije vetra). Područja ugroženih vodnom erozijom se procenjuje na 16% (105 miliona hektara), erozijom vetra na 4% (42 miliona hektara) na teritoriji Evrope (*EEA*, 2012). Kao rezultat erozije zemljišta, tokom poslednjih 40 godina oko 30 % obradivog zemljišta u svetu je postala neproduktivno (*Kendall and Pimentel, 1994; WRI*, 1994). Prema *Majersu* (1993), oko 75 milijardi tona plodnog zemljišta se godišnje izgubi na svetskom nivou.*Lal and Stevart* (1990) i *Ven* (1997) su izračunali da se 6,6 milijardi tona zemljišta godišnje degradira u Indiji i 5,5 milijardi tona u Kini. S obzirom da navedene zemlje zajedno zauzimaju 13% planete, procenjeni gubitak od 75 milijardi tona se smatra irelevantnim.

U prošlosti je bio veliki broj pokušaja da se kartira intenzitet erozije zemljišta na evropskom nivou. *Pimentel et al*. (1995) su ustanovili prosečni intenzitet erozije zemljišta od 17 t ha^{-1} god^{-1} na obradivim površinama u Evropi. *Yang et al*. (2003) su, primenjujući RUSLE model, izračunali 11,1 t ha^{-1} god^{-1}, kao prosečni intenzitet erozije zemljišta na evropskom nivou. *Cerdan* (2006) je prikupio bazu podataka sa 57 eksperimentalnih stanica koje se nalaze u trinaest država Evrope. Srednji intenzitet erozije, koji je proračunat, bio je 8,8 t ha^{-1} god^{-1}. U Bugarskoj je primenom USLE modela utvrđeno da se rizik od erozije zemljišta javlja na 61,6 % teritorije zemlje, dok na 29,9 % teritorije intenzitet erozije prelazi 40 t ha^{-1} god^{-1} (*Rousseva et al*., 2006). Na teritoriji severnog dela Bosne i Hercegovine, primenom RUSLE modela, proračunat je prosečni intenzitet erozije od 9,88 t ha^{-1} god^{-1} (*Tošić et al*., 2013).

Međutim, prema novim procenama *Joint Research Centre* (JRC) iz 2015. godine, prosečni gubitak zemljišta u EU iznosi 2,46 tona po hektaru. Takođe, procenjeno je da se godišnje gubi 970 miliona tona zemljišta u EU. To bi značilo da jedan metar dubine ukupnog gubitka zemljišta odgovara veličini grada Berlina, ili gubitak jednog centimetra predstavlja područje dvostruko veće od Belgije. Najveći prosečni godišnji gubitak zemljišta je zabeležen

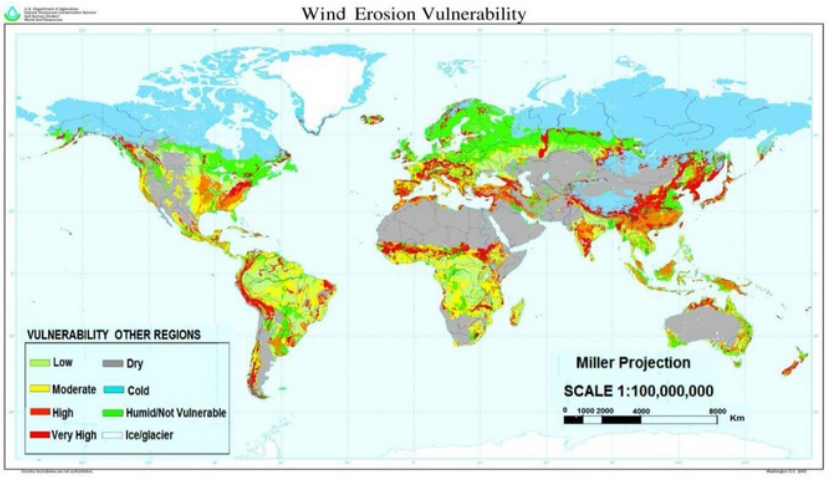
u Italiji (8,46 tona po hektaru), Sloveniji (7,43 tona po hektaru) i Austriji (7,19 tona po hektaru), a najmanji u Holandiji (0,27 tona po hektaru), Estoniji (0,21 tona po hektaru) i Finskoj (0,06 tona po hektaru). Prosečan gubitak zemljišta na obradivim površinama zemalja EU iznosi 2,67 tona po hektaru. Slika 1 prikazuje stanje erozije vodom i vetrom u Evropi.



Slika 1. Zastupljenost erozije vodom i vetrom na području EU, izvor: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-erosion-water-rusle2015

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/Soil_erosion_by_wind

Na slici 2. prikazana je zastupljenost erozionih procesa vetrom u svetu.



Slika 2. Zastupljenost erozije vetrom u svetu

Stalni poljoprivredni usevi imaju visok intenzitet erozije zemljišta od 9,47 tona po hektaru zemljišta, kao i većina zasada vinograda i maslina koji se nalazi u brdsko-mediteranskim područjima Evrope. Prosečan godišnji gubitak zemljišta na pašnjacima iznosi 2,02 tona po hektaru, dok heterogene poljoprivredne površine (prema CLC bazi podataka) imaju prosečan gubitak zemljišta od 4,21 tona po hektaru zemljišta godišnje (*Panagos et al*., 2015; *JRC*, 2015).

Kadović et al. (2016), su naveli podatke o proceni površina antropogeno izazvane degradacije zemljišta u svetu, preračunate prema *Oldemanu* (1994), za eroziju vodom i eroziju vetrom (tabela 1).

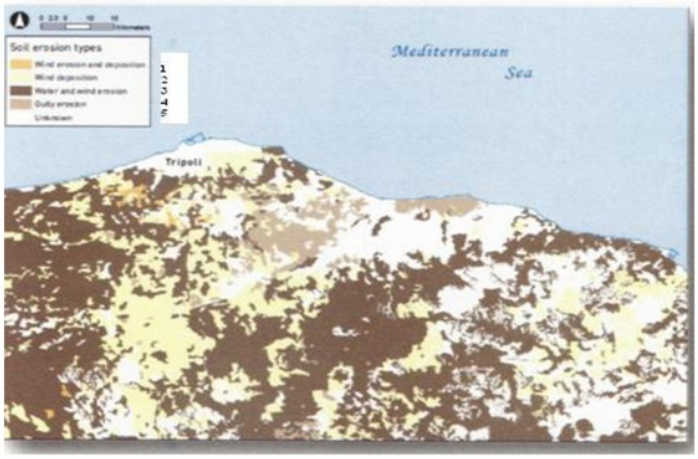
Tabela 1. Procena antropogeno izazvane degradacije zemljišta u svetu

Tip degradacije	Površina (10^6 ha)				
	Afrika	Azija	Amerika	Evropa	Okeanija
Vodna erozija	227	441	229	114	83
Eolska erozija	186	222	82	42	16

Što se tiče buduće zastupljenosti erozionih procesa u svetu, naučnici daju pregled različitih scenarija. Prema nekim modelima, gubitak zemljišta bi se mogao smanjiti do 2050. godine, uglavnom zbog proširenja šumskih područja. Ostali scenariji, prvenstveno klimatski, predviđaju povećanje gubitaka raspoloživog zemljišta za 10-15% do 2050. godine, zbog povećanja količine padavina.

4.2. Erozija zemljišta u Libiji

Gubitak zemljišta izazvan procesom erozije je ozbiljan problem i u Republici Libiji, a procena gubitaka zemljišta kao i sistem zaštite od erozije predstavljaju neophodni uslov za održivi razvoj privrede i društva (*Ben-Mahmoud et al*. 2003). Erozioni procesi, različitih kategorija razornosti, determinisani su praktično na celoj teritoriji Libije kako ističe *Bin Khayal* (1995).



Slika 3. Tipovi erozije zemljišta (Izvor: Ministarstvo poljoprivrede Libije, 2012)
Legenda: 1-Erozija vetrom i taloženje; 2-Taloženje vetrom; 3-Erozija vodom i vetrom; 4-Jaružasta erozija; 5-Nepoznato

Napori Libije u oblasti razvoja poljoprivrede, pre svega ratarske i stočarske proizvodnje, tokom proteklih decenija mogu se posmatrati kroz intenzivne aktivnosti u borbi protiv dezertifikacije. Iznos od preko 15 milijardi dolara bio je izdvojen devedesetih godina prošlog veka za navedene mere, uglavnom za unapređenje poljoprivredne proizvodnje, ruralnog razvoja i aktivnosti koje obuhvataju primenu kompleksnihmera rekultivacije na oko dva miliona hektara zemlje koja je izvedena kroz realizaciju 117 poljoprivrednih projekata (Nacionalni odbor za borbu protiv derertifikacije, 1999).

Visoki intenzitet erozije zemljišta,koji je uglavnom posledica uklanjanja plodnog površinskog dela zemljišta, zastupljen je u semiaridnim i subhumidnim oblastima Libije (*Reich et al.*, 2001).

Erozija vodom je široko rasprostranjen proces na padinama Jebel Naffusah. Stepen erozije vodom uslovljen je intenzitetom padavina i njihovom sezonskom pojavom, gustinom biljnog pokrivača, nagibom padine i sadržajem vlage u zemljištu.

Prekomerna ispaša, usled povećanog broja grla stoke zbog naseljavanja pastoralnih nomada kao i intenziviranje poljoprivredne proizvodnje, koje podrazumeva češću i intenzivniju obradu-kultivaciju, kao i krčenje šuma(*Thomas and Middleton*, 1994) najvažniji su faktori koji doprinose intenziviranju erozionih procesa.

Erozija zemljišta u Libiji je u izvesnoj meri prirodni proces koji je oduvek igrao ulogu u oblikovanju zemljišta. Međutim, ljudske aktivnosti koje utiču da vetar kao jedan od

uzročnika erozije zemljištaubrzava ove procese je između ostalog i prekomerna ispaša prirodnih travnjaka.

Kada se govori o uticaju strujanja vazduha na eroziju poljoprivrednih zemljišta Libije značajno je naglasiti da smer vetrova različito utiče na ove procese degradacije. Vetrovi, koji duvaju iz pravca Mediterana donose čestice soli koje se talože na severnim padinama najvažnijih poljoprivrednih površina. Južni vetrovi koji duvaju iz pravca preovlađujućih pustinja, podižu velike količine prašine koja se taloži na poljoprivrednim površinama prouzrokujući pojavu dezertifikacije zemljišta.

Dezertifikacija je, prema definiciji Konvencije UN za suzbijanje širenja pustinja (UNCCD), degradacija zemljišta u semiaridnim i aridnim predelima. Osim na zamljište ona negativno utiče i na vodne resurse i smanjuje vrednost biološke vrednosti ekosistema. Problem dezertifikacije postao je predmet zanimanja svetskih stručnjaka u periodu 1968-1973. godine posle velike suše u Sahelu kada je stradalo preko 200.000 ljudi i nekoliko miliona grla domaćih životinja (*Joly*, 1990).

Prema intenzitetu degradacije, ona može biti lokalna koja predstavlja širenje peščanih pustinja preko njihovih rubnih pojaseva na okolna poljoprivredna područja u neposrednoj blizini ili globalna, koja velika područja poljoprivrednog zemljišta pretvara u zemljišta smanjene plodnosti i siromašne biološke aktivnosti do pretvaranja u sasvim beživotni pejzaž.

Dezertifikacija najviše preti područjima koja se odlikuju klimom sa izrazito suvim periodima, kao što su pustinjski, stepski i savanski predeli. Prema navodima stručnjaka UN u proteklim decenijama sve veće površine ugrožene su procesom dezertifikacije. Procenjuje se da je danas ovim procesom zahvaćeno oko 25% svetskog kopna. Dezertifikacija je problem koji direktno ugrožava živote preko milijarde ljudi u više od 100 država (*Al-Balooshi*, 2003). Najugroženiji kontinent je Afrika, i to južni predeli oko pustinja Kalahari i Namib i severni oko Libijske pustinje i Sahare (*Faivrei Toskić*, 1995; *Ben-Mahmoud*, 2000). Oko 2/3 teritorije kontinentaje usled toga slabije naseljeno. Preostala područja izložena su velikom pritisku izazvanom brzim porastom broja stanovnika koji ugrožavaju ekosistem i posredno utiču na širenje dezertifikacije preostalih obradivih površina.

Procesi dezertifikacije veoma su izraženi i u poljoprivrednim područjima Libije, a prema mišljenju velikog broja stručnjaka (*O'Reilly*, 1996; *Ben-Mahmoud et al*., 2000; *Abahussain et al*., 2002; *ACSAD*, 2004; *Kepner*, 2006) na ovaj proces antropogeni faktori imaju veliki uticaj.

Neumerenim načinom korišćenja zemljišta, poljoprivredni proizvođači štetno deluju na fizičko-geografske činioce ekosistema koji je već ugrožen eolskom erozijom. Ovi uticaji su različiti i zavise od privrednih uslova pojedinih poljoprivrednih i šumskih područja

države, kao i povećanih potreba stanovništva za hranom i sirovinama različitih industrijskih grana.

Pojačane privredne aktivnosti,delujućina osetljivi ekosistem, mogu ugrožavati prirodnu vegetaciju, kao i stabilnost i plodnost zemljišta, menjajući njegov kapacitet za vodu. U cilju obezbeđenja sve većih količina hrane usled brzog uvećanja broja stanovnika farmeri ne vode računa o održivom korišćenju zemljišta, pa površine prirodne vegetacije koriste kao ratarsko-povrtarske oranice i voćnjake. Istovremeno, neadekvatnom obradom postojeće obradive površine brzo se „troše" - gube proizvodnu sposobnost. U orničnom horizontu smanjuje se sadržaj humusa što utiče na pojačanu eroziju vetrom. Posledica ovih aktivnosti je smanjenje vlažnosti i izumiranje biljnih vrsta koje su svojim biološkim osobinama ublažavale posledice eolske erozije (*El Hassan*, 2004; *El-Tantawi*, 2005).

Jedan od uzroka pojačane dezertifikacije su klimatske promene, koje su izazavane prirodnim procesima, ali i antropogenim faktorom-zagađenjem atmosfere gasovima koji utiču na povećani efekat staklenika.

U celini, dezertifikacija poljoprivrednih zemljišta u Libiji ima teške posledice čije je popravljanje dugotrajno i potrebna su velika novčana ulaganja za njihovo sprovođenje. Najčešće posledice su smanjenje biološke raznolikosti, pojačana erozija i smanjenje plodnosti zemljišta. Uz procese dezertifikacije menja se i lokalna klima, što se manifestuje u pojačanoj evapotranspiraciji i menjanju lokalnih vazdušnih strujanja što dodatno pojačava aridnost ugroženog područja (*Emgaili*, 1995). U takvim uslovima, česti su olujni naleti sa ogromnim količinama prašine i peska koji prete, kako poljoprivrednim površinama, tako i urbanim područjima i saobraćajnicama (*Emgaili*, 1993). Pojačano isparavanje vode sa ogoljenog zemljišta pod uticajem vetrova, snižava nivo podzemnih voda što dodatno ugrožava sisteme za navodnjavanje. Smanjenjem kapaciteta zemljišta za vodu i pojavom češćih olujnih nepogoda, bujice i poplave su redovna pojava (*Fadel and Abu Luqma*, 1995; *Emgaili*, 2003). Bujične vode dodatno erodiraju velike količine zemljišta i nanosima zasipaju niža područja,akumulacije i kanale za navodnjavanje.

Uticaj dezertifikacije ogleda se i u pojačanom stepenu siromaštva ljudi usledneishranjenosti, uopšte gladi stanovništva koje je prisiljeno da napušta opustošena područja stvarajući dodatne socijalne i političke pritiske u predelima u koje odlaze.

Na kraju, treba istaći da je dezertifikacija postala svetski problem koji ugrožava milione ljudi. Da bi se skrenula pažnja svetskoj javnosti na ovaj rastući problem 17. jun je proglašen Svetskim danom borbe protiv dezertifikacije.

***

Rizik od erozije zemljišta može se proceniti na osnovu tri najvažnija faktora koji dovode do ove negativne pojave i gubitka poljoprivrednih površina, a to su:

1) Klima - posebno brzina vetra i faktori koji povećavaju vlažnost u površinskom sloju zemljišta (ukoliko je vlažnost veća smanjuje se rizik od erozije).

2) Tip zemljišta - procenat zemljišta koji je erodibilan, prvenstveno zavisi od sadržaja glinovite frakcije.

3) Korišćenje zemljišta – ukoliko je veći procenat zemljišta pokriven nekom vegetacijom, veća je njegova "rapavost", što znači da biljni pokrivač, kao i grubi tereni (na primer pokriveni šumskom prostirkom), smanjuju rizik od erozije.

Navedeni faktori su uglavnom kombinovani, i na osnovu njih može se odrediti indeks osetljivosti zemljišta, koji se u prvom redu odnosi na eroziju vetrom, koja je u poljoprivrednim područjima Libije izraženija od drugih vidova degradacije obradivih površina.

4. 3. Uzroci erozije

Stepen erozije zavisi od topografije terena, klimatskih uslova, zemljišta, ljudskih aktivnosti i biljnog pokrivača, a prema dosadašnjim naučnim saznanjima glavni oblici erozionih procesa su:

- Erozija pomeranja mase koja nastaje pri velikom izlivanju usled kiše ili dejstvom zemljotresa, pri čemu dolazi do odronjavanja zemljišta. Područja pod nagibom većim od 15° podložna su ovoj vrsti erozije i ona je karakteristična za brdovite terene.

- Fluvijalna erozija, koja je posledica rada vode koja prodire duboko u zemljište i tada dolazi do potkopavanja slojeva zemlje. Usled navedenog, spiraju se sedimentni slojevi u vodene tokove. Ovaj vid erozije nema veliki uticaj na useve i zasade, ali može uticati na stabilnost zemljišta, kao i na otežano kretanje u određenim regionima.

- Površinska erozija može biti posledica delovanja vetra pri čemu dolazi do odvajanja čestica zemljišta od površine i njenog prenošenja vazdušnim strujanjima. Usitnjavane česticamože biti posledica mraza i uz kombinovan uticaj sa dejstvom vetra može se konstatovati prenošenje čestica zemljišta.

- Erozija obale, koja predstavlja specifičan vid fluvijalne erozije i uglavnom je posledica nekontrolisane seče šuma na obalama iznad vodenih površina pri čemu zemljište postaje nestabilno.

Erozija zemljišta vodom uslovljena je delovanjem vode koja može biti u različitom agregatnom stanju (kiša, sneg, led i slično) i može imati različite pravce kretanja. Osnovu procesa čini oticanje vode po površini zemljišta.

Radi sagledavanjaprocesa erozije vodom potrebno je proučiti više činilaca ovog procesa od kojih su najznačajniji:

-hidrološki ciklus,

-padavine,

-oticanje vode po površini (padini),

-oticanje vode vodenim tokovima,

-filtracija i infiltracija sa gledišta procesa erozije.

Hidrološki ciklus

Voda neprestano kruži sa površine okeana, mora i ostalih vodenih površina kroz vazduh u vidu oblaka do zemljišta i zemljištem ponovo do vodenih akumulacija. Navedeni procesi predstavljaju hidrološki ciklus. Prema pojedinim proračunima, ukupna količina vode koja godišnje ispari sa vodenih površina iznosi oko 351.000 km^3, od čega se jedan deo vraća u okeane, mora i ostale vodne površine i to direktno, a manji deo dolazi, „pada" na kopno.

Prosečne padavine koje se registruju na kopnu iznose 750 mm, a to znači da do površine zemljišta, godišnje padne oko 99.000 km^3 vode. Ta količina vode predstavlja ogromnu masu sa velikom kinetičkom energijom i razornim dejstvom na zemljište. Ona na zemljište deluje dvojako:

-udarom kišnih kapi prilikom padavina,

-tekućom snagom koja se sreće u većim i manjim tokovima.

Iz atmosfere voda dospeva na površinu zemljišta i različito se koristi, tako da u zavisnosti od toga na koji način se primenjuje, različito je i dejstvo erozionih procesa koje ona može da izazove.

Najizraženiji vidovi erozionih procesa izazvanih vodom sreću se na njivama, napuštenim pašnjacima i drugim površinama bez vegetacije.

Zemljišni materijal pokrenut sa neke parcele predstavlja erodovani materijal i gledano u odnosu na sliv on ne predstavlja uvek gubitak zemljišta za sliv. Odnošenju zemljišta iz sliva najlakše podležu njivska zemljišta.

Koliki će biti efekti tog odnošenja zavisi od količine vode, pa je u okviru sliva značajno odrediti vodni bilans. Za erozioni proces nisu podjednako važni svi parametri vodnog sliva već samo pojedini.

Pripadanju na površinu zemljišta voda se razdvaja na više delova i to:

-deo koji isparava sa vegetacije i sa površine zemljišta (Y),

-deo koji se vraća u atmosferu transpiracijom (T),

-deo koji se infiltrira (upija) u zemljite (U),

-deo koji se zadržava na površini zemljišta-bare (Z),

-deo koji otiče vodotocima doglavnog recipijenta-okeana (Q).

Na osnovu navedenog, ukupne padavine predstavljaju zbir svih navedenih komponenti:

$$X=Y+T+U+Z+Q$$

Kada se posmatra odnos hidrološkog ciklusa i erozije zemljišta, onda se isparavanje, transpiracija i kondenzacija mogu zanemariti. Pojedini autori zanemarujuinfiltraciju i filtraciju što svakako treba osporiti.

Na gubitak zemljišta uticaj ima i voda koja ponire, koja teče podpovršinski ili otiče u dublje delove. Na taj način se vrši ispiranje hranljivih materija, soli, čestica gline i sa tim u vezi ovaj proces nikako ne bi trebalo zanemariti.

Padavine

Padavine, odnosno tekuća voda su glavni agensi erozionog procesa i od njenog intenziteta zavisi i intenzitet erozije. One se javljajuu različitim oblicima i različito su raspoređene na zemljinoj površini.

Sa stanovišta sagledavanja njihovog uticaja na proces erozije, bitna je vrsta i količina padavina, intenzitet padavina (kiše), trajanje padavina (kiše), vremenski interval između dve kiše, prečnik kišnih kapi, krajnja brzina padanja kišnih kapi i sezona u kojoj se kiša javlja.

Padavine obuhvataju različite oblike vode. Za pojavu erozionih procesa veoma je značajna vrsta padavina.

Na primer, kod pustinjskih i polupustinjskih zemljišta, padavine su veoma retke ali kada se jave one uglavnom ispoljavaju veliko eroziono dejstvo. Kišne kapi u mnogim slučajevima direktno udaraju u zemljište i razbijaju strukturne agregate ili razdvajaju mehaničke elemente ako su u pitanju nevezana zemljišta, čime se omogućava intenzivan erozioni proces.

Ukoliko je zemljište obrazovano na nagibu, ono je podložnije odnošenju od onog obrazovanog u ravnici, kod koga može doći do stvaranja pokorice čime se smanjuje infiltracija i povećava oticanje posle formiranja odgovarajućeg sloja vode.

Sve vrste padavina ne uslovljavaju isti intenzitet erozije. Najjače je dejstvo kiše, grada, snega u momentu otapanja, dok se ostali oblici padavina mogu zanemariti.

Količina padavina, isto tako je jedan od važnih činilaca erozionih procesa, ali ona uvek ne mora uslovljavati njegovu pojavu. Postoje oblasti u kojima je godišnja količina padavina i 1000 mm, a ta količina vodenog taloga ne izaziva značajniju pojavu erozije, za razliku od polupustinja i stepa gde su količine padavina znatno manje a erozioni procesu znatno prisutniji.

Razlike u ovoj pojavi pre svega su uslovljene u karakteristikama prisutne vegetacije i vremenu godine kada se padavine - kiše javljaju. Erozioni procesi su izraženi u svim predelima gde padaju intenzivne kiše pa makar se one registrovale i jednom godišnje, pogotovu na nezaštićenim, ogoljenim zemljištima.

Po pravilu, tihe kiše bez obzira koliko dugo trajale ne izazivaju značajne erozione procese.

Intenzitet padavina predstavlja odnos količine padavina i vremena u kojem su te padavine nastale, izražava se u mm ili l vode u jedinici vremena po 1 m^2 površine.U pogledu intenziteta razlikuje se četiri tipa kiša-padavina:

-one čiji je intetnzitet tokom vremena konstantan, obično tihe kiše koje su vrlo retko erozivne i to samo u slučaju da dugo traju i na taj način dolazi do potpune saturacije zemljišta;

-kiše čiji je intenzitet najveći u početku vremena trajanja kiše; one su erozivne samo u slučaju da dođe do oticanja, a to znači da je količina padavina veća od kapacitetainfiltracije.

-kiše čiji je intenzitet najveći na sredini vremena trajanja kiše, kod kojih pojava erozionog procesa zavisi od vremena trajanja kiše i kapciteta infiltracije.

-kiše kojima je intenzitet najveći na kraju vremena trajanja kiše i one su najerozivnije jer se zemljište postepeno zasićuje vodom i često saturiše, tako dapri pojavi maksimalnog pljuska odmah dolazi do odnošenja zemljišta.

Trajanje padavina kao jedan od navedenih faktora, računa se od momenta pada prve kišne kapi pa do prestanka kiše uz napomenu da se pod prekidom kiše podrazumeva period duži od jednog sata od prestanka kiše.

Kod tihih kiša, kiša počinje od momenta kada je palo više od 0,25 mm taloga. Između trajanja padavina i intenziteta postoji određena zavisnost i to takva da što duže traju, kiše sumanje intenzivnei obrnuto.

Intenzitet kiše računa se iz odnosa ukupnih padavina i ukupnog trajanja kiše. Veoma često ne može se doći do podatka o stvarnom vremenu trajanja kiše jer se ono ne meri na mestu događaja, već se koristi podatak najbliže kišomerne stanice pa se kao obrazac za proračun intenziteta kiše primenjuje sledeći izraz:

$$i= K \cdot T^x/t^n (mm\ čas^{-1})$$

pri čemu su:

K,x,n konstante dobijene eksperimentalno,

T-period ponavljanja olujne kiše, t-trajanje kiše.

Od vremenskog intervala između dve kiše zavisi stepen saturacije zemljišta. Navedeni parametar utiče na infiltracioni kapacitet, a od njega zavisi vreme do početka oticanja, a od navedenog i količine oticanja, intenzitet erozije. Na bazi navedenih podataka zavise i planiraju se antierozioni radovi.

Veličina kišnih kapi, takođe je značajna pri proceni erozionih procesa. One mogu biti u intervalu 0-7 mm prečnika. Izvedenim eksperimentima, između ostalih i u okviru oglednih polja, utvrđeno je da većina kišnih kapi ima prečnik u rasponu 1-4 mm. Prečnik kišnih kapi ima prilično pravilan odnos sa intenzitetom kiše. Oko 50% kišnih kapi je manje od 3 mm. Navedeni parametar, veličina kišnih kapi, utiče pre svega i na brzinu padanja, zbog mase, a uz to brzina padanja kišnih kapi zavisi i od vetra i otpora vazduha (veća je ako su kapi sitnije). U početku kiše, sve kišne kapi su skoro iste veličine i imaju približnu brzinu padanja. U tom stanju, skoro sve kišne kapi su veličine oko 1 mm, sa brzinom padanja oko 4 m s^{-1}.

Oticanje vode po površini (padini)

Pod oticanjem se podrazumeva proces u kome se deo padavinskih voda kreće niz padinu prema recipijentu. Ta voda koja se kreće, predstavlja glavni činilac erozionog procesa.

Razlikuju se površinsko i podpovršinsko oticanje vode niz padinu. Površinsko oticanje izaziva deo vode koji ne može da se upije u zemljište i on se u obliku potočića kreće niz nagib.

Podpovršinsko oticanje izazivaju vode koje se infiltriraju u zemljište i na nekoj dubini nailaze na nepropusnu podlogu. Pri tome, voda se kreće paralelno sa ravni površine zemljišta. Pored navedenih postoji i sezonsko oticanje, dnevno, mesečno, godišnje i drugo.

Da bi do oticanja došlo, potrebno je pre svega da je intenzitet padavina veći od zbira intenziteta isparavanja i infiltracije i da voda nema prepreke na putu kao na primer: brazde, korenje, šumsku prostirku i slično.

Kad voda poreklom od padavina po intenzitetu i količini premaši intenzitet isparavanja i upijanja, u prvom trenutku dolazi do akumulacije vode bez obzira što je na primer površina nagnuta. Zatim, počinju da se formiraju male ili sitne brazde koje su u početku strujnice (mlazevi vode) koje se kasnije spajaju obrazujući masu vode u količini koja može da uslovi transport zemljišnog materijala. U sumi, posle određenog

vremena,koncentracija vode može biti tolika da se na zemljišnoj površini formiraju bujična korita.

Brzina oticanja vode zavisi od količine padavina, izraženosti reljefa, pokrivenosti površine i prirodnih i veštačkih prepreka. U početku kada se voda kreće u malim mlazevima, brzina je mala (0,5 km čas^{-1}). Pri toj brzini transportuje se samo fini suspendovani materijal, a to su hranljivi elementi i koloidne čestice.

Kod njivskih zemljišta, ovakav vid kretanja uzrokuje „najpodmukliji" vid erozionog procesa, jer dolazi do gubitka zemljišta na „nevidljivi" način, čime se stiče utisak da se erozioni proces ni ne odvija.

Pri većim koncentracijama vode, formiraju se brazde i potočići, pa se pri tome povećava i brzina oticanja, koja iznosi oko 1 km čas^{-1}. Najveću brzinu voda dostiže u najizraženijim erozionim oblicima tj. u vidu vododerina i bujica, gde je njena brzina kretanja oko 17 km čas^{-1}.

Pri toj brzini, voda je u stanju da transportuje i materijal same podloge, pogotovu ako je ona od rastresitog sedimenta. Smatra se da su južne i jugozapadne ekspozicije zemljišta više podložne eroziji jer na ovim ekspozicijama ima manje padavina, one se više zagrevaju i slabiji su uslovi za rastenje biljaka.

Procesi koji uslovljavaju ovaj vid erozije mogu biti prirodnog i antropogenog porekla. Vodna erozija može se manifestovati kao površinska i dubinska. Površinska erozija može biti difuzna (ekstenzivna) kada su poljoprivredna ili šumska zemljišta zahvaćena na širem prostoru i lokalizovana (brazdasta) koja se manifestuje u vidu brazdastih kanalića i jaružica. Ona se javlja duž pravca najvećeg pada terena. Duboka erozija zahvata terene sa izraženim padom, pokrivene lako erodirajućim, najčešće sedimentnim i deluvijalnim naslagama (miocenske, pliocenske peskovito-praškaste i krečnjačko-glinovite naslage), a manifestuje se u vidu jaruga.

Erozija poljoprivrednog zemljišta vodom je velika, a njen značaj je veći jer se ne radi samo o odnošenju zemljišnog materijala, već i znatnih količina humusa i mineralnih hranljivih sastojaka.

U pogledu količine erodiranog i odnetog materijala smatra se da erozija može biti:

- vrlo slaba ako je godišnje odneto $\leq$1 t ha^{-1} godišnje;
- umerena 1-11 t ha^{-1} godišnje;
- ubrzana ili jaka 11-45 t ha^{-1} godišnje;
- vrlo visoka ili vrlo jaka kada je količina odnešenog materijala >45 t ha^{-1} godišnje.

Faktori koji utiču na intenzitet erozije vodom su erozivnost kiša, pad terena, osobine zemljišta i biljni pokrivač.

Mehaničko dejstvo kiše na zemljište ne zavisi prvenstveno od njene ukupne visine, već od intenziteta koji kiša može da ima u toku kraćih vremenskih intervala. Otkidanje zemljišnih čestica vodom, koja se sliva, proporcionalno je brzini oticanja, a kapacitet odnošenja otrgnutog materijala proporcionalan je petom stepenu brzine slivanja vode niz padinu. Eroziona snaga kiše proporcionalna je kinetičkoj energiji proizvedenoj kišnim kapima. Masa svake kišne kapi proporcionalna je njenom dijametru.

Marsall and Palmer (1948) su utvrdili da se snaga udara kišnih kapi o površinu zemljišta još i povećava ukoliko je ono pokriveno tankim slojem vode. Kritična dubina takvog sloja ili dubina pri kojoj je uticaj kinetičke energije na zemljište maksimalan, ekvivalentna je prečniku kišnih kapi. Pored navedenog, u takvim uslovima, maksimalno je i unaokolo razbacivanje ili projektovanje čvrstih čestica otkinutih udarom kišnih kapi o površinu zemljišta. Slojevi vode veći od kritičnih, naprotiv čine neku vrstu izolatora i na taj način smanjuju erozivnu snagu kiše.

Povećanjem sadržaja jednočestične frakcije u zemljištu (peska, finog praha, gline) erozija se povećava, a isto tako posledično i sa povećanjem brzine infiltracije. Izostavljanje površinske obrade zemljišta, formiranjem pokorice ili eventualno stalnog biljnog pokrivača i sabijanjem zemljišta uopšte, poboljšava se njegova otpornost na udar kišnih kapi i smanjuje dizagregacija. U takvim uslovima, međutim dolazi do povećanja kako količine vode koja se sliva tako i brzine slivanja te i do povećanja njene transportne moći.

Na sabijenim zemljištima znatno se povećava sekundni oticaj vode i ako ne intervenišu retardacioni faktori (obraslost zemljišta vegetacijom, obrada, uređenje zemljišta) može doći do drastičnog skraćenja vremena koncentracije sa svim hidrološkim posledicama koje iz toga proizilaze (naglo slivanje i od beznačajnih pljuskova, punjenje i prelivanje sa rušenjem nadvišenja odvodnih kanal, stvaranje bujičnih tokova i brzo formiranje poplavnog talasa u nizvodnim delovima vodotoka sliva).

Pored direktnog dizgregacionog i dezintegracionog uticajana zemljište, kiša takođe, uslovljava i odnošenje erodiranog materijala kao i otkidanje novog za vreme slivanja vode. Količina transportovanog materijala erodiranog uticajem kiše i za vreme slivanja vode u najvećoj meri zavisi odpada terena. Sa povećanjem padapovećava se i brzina slivanja vode a time i erozivnost kiše. Pored toga, sa povećanjem pada donekle se smanjuje infiltracija što je uslovljeno smanjenjem pozicione energije sloja vode. Smanjenje debljine sloja vode u izvesnim granicama ograničava disipaciju kinetičke energije kiše koja prouzrokuje slivanje.

Kada se slivanje vode odvija uz jednovremeno padanje kiše, erozija zemljišnih čestica manjeg dijametra povećava se, i obrnuto, smanjuje se odnošenje čestica većeg dijametra.Turbulentnost, izazvana kišom na samoj površini zemljišta i neposredno iznad nje,

praćena otkidanjem i razbacivanjem finijih čestica, doprinosi povećanju zamućenosti vode koja se sliva, a time i smanjenju njene vučne snage i odnošenja krupnijeg materijala. Pored toga, krupnije čestice manje su izložene mehaničkom dejstvu kišnih kapi jer već na samoj površini formiranog sloja vode dolazi do disipacije jednog dela kinetičke energije.

U pogledu mehaničkog dezgregacionog uticaja kiše, veličina zemljišnih čestica poprima sasvim različit značaj u odnosu na onaj koji ima pri njihovom odnošenju vodom, ili su finije čestice otpornije na otkidanje ali su lako vučene i nošene tekućom vodom. Suprotno se dešava sa krupnijim česticama.

Dizgregaciono dejstvo kiše u velikoj meri sprečava kohezionost i plastičnost zemljišta. Ako se uporede zemljišta različitog stepena kompaktnosti i ako se sile pritiska potrebne za lomljenje prizme čestica gline usvoje tačno 100, dobija se sledeća skala otpornosti različitih zemljišta:

- 83, za srednje i teže glinuše;
- 57, za ilovače, srednje i teže;
- 23, za peskovite ilovače;
- 0, za peskove.

Otpornost zemljišta na eroziju vodom direktno je proporcionalna stepenu njegove kompaktnosti odnosno sadržaju koloidne frakcije, a obrnuto proporcionalna stepenu disperznosti čestica.

Filtracija i infiltracija sa gledišta procesa erozije

Filtracija i infiltracija su važni činioci vodnog bilansa koja se dvojako može oceniti:

-preko uticaja na površinsko oticanje i

-preko uticaja na jedan poseban vid erozionog procesa, na unutrašnju eroziju koja se manifestuje po profilu zemljišta.

Kada bi zemljište bilo u stanju da upije svu količinu vode bilo od kiše, topljenja snega, nestručnog navodnjavanja i slično, u tom slučaju ne bi došlo do procesa površinskog oticanja jer bi koeficijent oticanja bio nula, a samim tim izostao bi i erozioni proces.

Voda koja je upijena u zemljište može se podeliti na deo koji se u njemu akumulira i deo koji odlazi u podzemlje, odnosno podzemne tokove. Kod površinskog oticanja na površinama koje su obrasle vegetacijom postoji i treći, zajednički deo koji evapotranspiracijom odlazi u atmosferu.

Konfiguracija terena, takođe je značajan faktor za upijanje i infiltraciju vode, jer je upijanje slabije na strmijim padinama. Isto tako važno je i stanje zemljišne površine, jer ona može biti obrasla vegetacijom, prekrivena ostacima vegetacije i „ogoljena“ - bez vegetacije.

Dosadašnjim istraživanjima, sprovođenjem eksperimenata došlo se do saznanja da se proces infiltracije vode na zemljištima prekrivenim mulčem odvija prvih petnaest minuta istim intenzitetom, a da se posle tog vremena prilikom sklanjanja mulča, u vremenu od minut do dva potpuno zaustavlja. Razlog ovoj pojavi je taj što prilikom kvašenja, dolazi do razaranja strukturnih agregata i zapušavanja pora u sloju 2-3 cm od površine.

Prirodna vegetacija deluje povoljnije od mulča, zato što na ovaj proces upijanja utiče i korenov sistem. Činjenica je da na dobro obraslim površinama nema erozionih procesa ili su oni vrlo slabi i retko se javljaju.

Zemljišni faktori su veoma značajni za proces infiltracije i to tekstura, struktura zemljišta, način pakovanja strukturnih agregata, sadržaj humusa i nerazloženih organskih ostataka, diferencijalna poroznost zemljišta, razvijenost korenovog sistema i stanje faune u zemljištu.

Od sporednih faktora za infiltraciju, takođe su značajni stanje trenutne vlažnosti zemljišta u momentu nailaska vode, temperatura vode i slično.

Fizičke osobine zemljišta su dinamičkog karaktera i one se menjaju pod uticajem određenih procesa i određenih hemijskih materija. Infiltracija se odvija ravnomerno i najpovoljnije kada su veličine čestica, zemljišnih agregata u rasponu 1-5 mm. Proces infiltracije različit je kod istog zemljišta u zavisnosti od stepena saturacije.

Kod raskvašenih zemljišta, proces upijanja uslovljen je procesom filtracije a on zavisi od fizičko-mehaničkih osobina zemljišta i od genetičkih horizonata. Kroz zemljište se voda kreće slojevito, osim ako ono ima dosta skeleta, pukotina, hodnika faune, kada je ovaj proces, odnosno kretanje turbulentno.

Gubitke zemljišta može izazvati i proces filtracije i infiltracije

Ovim procesima najlakše se iz zemljišta odnose rastvorene soli i uneta mineralna đubriva, zatim čestice gline i humus a ponekad pesak i prah. Krupnije čestice se na ovaj način ne mogu odneti i one se samo gravitaciono kreću kroz pukotine. Pukotine mogu biti posledica sušenja zemljišta i rastvaranja krečnjaka u karstnim predelima.

Odnošenje zemljišta nije vezano samo za površinsko oticanje već ga može izazvati i proces filtracije i infiltracije samo u drugačijem obliku. Ovim procesima najlakše se iz zemljišta odnose rastvorene soli i uneta mineralna đubriva, zatim čestice gline i humus a ponekad pesak i prah. Krupnije čestice se na ovaj način ne mogu odneti i oni se samo

gravitaciono kreću kroz pukotine. Pukotine mogu biti posledica sušenja zemljišta i rastvaranja krečnjaka u karstnim predelima.

Ukoliko zemljište nije u stanju sa upije svu količinu vode bilo zbog malog infiltracionog kapaciteta, bilo da je intenzitet padavina veći od intenziteta upijanja, to odlazi kao višak.

Površina zemljišta koja je čoveku na raspolaganju za proizvodnju hrane na planeti je ograničena. Zemljište je osnova poljoprivredne proizvodnje a samim tim i jedan od osnovnih činilaca opstanka ljudskog roda. Čovek na zemljištuproizvodi hranu kako za sopstvene potrebe, tako i za potrebe gajenih životinja koje takođe, njemu postaju izvor hrane. Za obrazovanje u prirodnim uslovima sloja zemljišta, dubine 2-3 cm, potrebno je od 200-1.000 godina. Dubina zemljišta se, u prirodnim uslovima, povećava za 0,07-0,1 mm/god (*Dokučajev*, cit. *Šekularac*, 2011).

Činjenica je da je zemljište podložno potencijalno ubrzanoj degradaciji, čime dolazi do smanjenja celokupnog potencijala nekih od njegovih brojnih funkcija, kao što je navedeno u veoma sporom procesu obnavljanja.

Degradacijom zemljište gubi proizvodnu funkciju (stanište biljaka) i biotopsku funkciju (životni prostor za mikroorganizme i životinje - deo životnog prostora biocenoze).

Prema rezultatima Evropske komisije (2006), erozija je jedan od faktora najveće opasnosti za nestajanje zemljišta. Preteranim i neodgovornim korišćenjem zemljišta opada mu produktivnost i konačno, dolazi do njegove destrukcije. To je, najčešće, jednosmeran proces, bez realne mogućnosti vraćanja u prethodno stanje.Promene su često teško uočljive, što odlaže pravovremeno preduzimanje mera za zaustavljanje destruktivnih procesa.

Erozija zemljišta podrazumeva gubitak zemljišta pod uticajem različitih faktora (voda, vetar, mraz, antropogeni faktori i slično).Ona predstavlja ispiranje i odnošenje čestica iz rastresite podloge. Prema izveštajima FAO iz 2010. godine u prethodnih tridesetak godina zbog erozije u svetu je uništeno 430 miliona hektara, ili 30% od ukupnih obradivih površina u svetu. Ukoliko se uskoro nešto ozbiljno ne preduzme, u narednom periodu biće ugroženo oko 149 miliona hektara obradivih površina u Africi i Aziji.

4.3.1. Uticaj nagiba zemljišta na eroziju

Količina transportovanog materijala, erodiranog uticajem kiše i za vreme slivanja vode, u najvećoj meri zavisi od pada terena.

Sa povećanjem pada ona se povećava jer se povećava i brzina kretanja vode. Pored toga, sa povećanjem pada dolazi i do smanjenja infiltracije, što je uslovljeno smanjenjem

pozicione energije sloja vode. Smanjenjem debljine sloja vode u izvesnim granicama ograničava se disipacija kinetičke energije kiše koja prouzrokuje slivanje.

Brojnim istraživanjima sprovedenim u laboratorijskim uslovima (veštačkom kišom na monolitima zemljišta sa promenjivim padom), određena je sledeća zavisnost pada (i), dužine pada (L) i dijametra (d) erodiranih čestica na intenzitet erozije zemljišta:

$$So=C_{LSD}*L^{1,9}*i^{3,5}*(dp)^{-0,5}$$

4.3.2. Uticaj kiše i vetra na eroziju

Erozija zemljišta, bilo vodom ili vetrom, odvija se u tri faze. U prvoj dolazi do odvajanja pojedinih čestica od mase zemljišta, zatim u drugoj do prenošenja erodovanog materijala i u trećoj do taloženja.

To može biti spor proces koji se odvija relativno nezapaženo, što uzrokuje ozbiljan gubitak površinskog sloja zemljišta. Problem zbijenosti zemljišta, male količine organske supstance, gubitka strukture zemljišta, salinizacija i kiselost zemljišta, postali su uzroci degradacije zemljišta koja mogu ubrzati proces erozije.

Razlikuje se nekoliko vidova erozije vodom, u zavisnosti kako je navedeni agens delovao na zemljište i to:

-erozija kišnim kapima;
-erozija plodnosti i erozija barica;
-brazdasta erozija;
-vododerine i jaruge;
-bujična erozija;
-erozija vodopada;
-unutrašnja erozija zemljišta;
-irigaciona erozija i
-klizišta.

Erozija kišnim kapima-denudacija, je najrasprostranjenija. U ovom vidu erozioni proces je veoma izražen zato što je energija kišnih kapi mnogo veća od energije vode u ostalim navedenim vidovima erozionog procesa.Gledano, na primer samo po brzini kretanja, brzina kretanja kišnih kapi je veća od brzine kretanja vode 10-100 puta.

Intenzitet erozije kišnim kapima zavisi od više faktora: osobina zemljišta (mehaničkog sastava, sadržaja humusa, strukturnog sastava, vodopropustljivosti) i fizičkih

karakteristika kiše (veličine i oblika kišnih kapi, visine sa koje kiša pada, brzine padanja, ugla padanja i slično).

Ovaj proces se odvija u nekoliko faza. Kod nestrukturnih zemljišta on se ispoljava samo kroz mehaničko razdvajanje čestica, dok se kod strukturnih zemljišta on odvija kroz fazu razbijanja strukturnih agregata udarom kišnih kapi u agregat,odbacivanjem dela strukturnih agregata na veću ili manju daljinu od mesta udara kišne kapi i ponovnim padanjem strukturnih agregata na veću ili manju daljinu od mesta udara.

Eksperimentalno se došlo do podataka da zemljišta sa sadržajem humusa preko 3%, teže podležu eroziji kišnim kapima i to zato što takva zemljišta imaju stabilniju sturkturu i ona su uglavnom pokrivena vegetacijom.

Lakoća odvajanja čestica iz strukturnih agregata raste sa porastom dimenzija čestica, čime se objašnjava pojava da su nevezana-peskovita zemljišta jače izložena eroziji kišnim kapima od glinovitih.

Sudbina navedenih čestica različita je i u zavisnosti od toga da li su zemljišta u ravnici ili na padini. Na ravnim površinama, čestice se odbacuju od mesta udara kišne kapi u svim pravcima i sortiraju po veličini.

Najbliže po udaru kišnih kapi se raspoređuju čestice peska, slede čestice praha, a najdalje fine čestice. Na nagnutim površinama, većina čestica odbacuje se niz padinu i u slučaju kad kiša duže traje takve čestice se vrlo lako prevode u suspenziju i odnose. Ovakav vid erozije najizraženiji je na površinama bez vegetacije a naročito na njivama i ugarima. Erozija zemljišta kišnim kapima produžava se procesom površinskog spiranja zemljišta i to je najrasprostranjeniji vid erozionog procesa zemljišta posebno na njivama i u vinogradima.

Do površinskog spiranja lako dolazi jer se razbijanjem strukturnih agregata oslobađaju sitne čestice koje zatvaraju pore zemljišta sprečavajući infiltraciju i pojačavaju oticanje vode. Ovom procesu lako podležu nevezana zemljišta. Gubici nisu izraženi samo nestankom fizičkog dela zemljišta već i gubitkom najfinijeg, često najplodnijeg dela zemljišta.

U slučaju jakih kiša dolazi i do odnošenja grubljeg materijala i to šljunka i kamena. Opasnost ovakvog vida erozije ogleda se i u tome što je on na zemljištu pod vegetacijom manje primetan, a na obradivim površinama se uglavnom zanemaruje jer se ne ispoljava u vidu nekih geomorfoloških tvorevina.

Erozija plodnosti i erozija barica se ispoljava na ravnim terenima na kojima je izražen mikroreljef. Na tim lokacijama nalaze se mozaično raspoređeni veoma izdiferencirane površine po plodnosti (u vidu fleka).

Ovaj vid erozionog procesa treba posmatrati preko elemenata plodnosti i to pH vrednosti, sadržaja lakopristupačnih oblika hranljivih materija, sadržaju dostupne vode biljkama, optimalnih temperatura za rast i razviće biljnog materijala. Praćenjem stanja navedenih elemenata može se dati ocena o intenzitetu erozije plodnosti. Erozioni procesi ovog tipa naročito su izraženi u okviru mikro-depresija. U uslovima promenjenog mehaničkog sastava i moćnosti zemljišta znatno se menja i vodni režim. U ispranim zemljištima voda se slabije zadržava, smanjena je infiltracija, a na zemljištima težeg mehaničkog sastava smanjuje se i količina pristupačne vode biljkama. Erodirana zemljišta su u pogledu temperature vrlo ekstremna. Ili su preterano topla ili preterano hladna. To je posledica diferenciranja profila kako po mehaničkom sastavu tako i po sadržaju humusa i drugih hranljivih materija. Erozijom dolazi i do promene pH vrednosti zemljišta jer dolazi do ispiranja humusa i raznih soli. Sve navedeno dovodi do promene optimalnih uslova za gajenje biljaka

Brazdasta erozija nastaje ukoliko se ne reguliše pojava površinske erozije (spreči spiranje). Ovaj vid erozije obično se javljana njivama tokom letnjih meseci za vreme jačih kiša. Brazde se mogu javiti i na pašnjacima i u proređenoj šumi. Dimenzije brazda su različite i zavise od jačine kiše i infiltracionih karakteristika zemljišta, nagiba površine i načina korišćenja zemljišta.

Obično su dimenzija 10x10 ili 20x20 cm. Teoretski posmatrano, svaka brazda može da pređe u vododerinu i jarugu kao viši oblik erozionog procesa što je slučaj za šume i neke pašnjake.

Stalnom obradom zemljišta brazde se zatrpavaju pa može kao i kod predhodno navedenog vida erozije zemljišta, doći do stvaranja prividnog utiska da proces erozije nije izražen. Uslovi za pojavu brazdaste erozije su pogodniji na padinama i to onim gde se zemljište obrađuje uz i niz padinu.

Vododerine i jaruge nastaju od brazdi, uz naznaku da su one većih dimenzija. Između vododerina i jaruga postoji razlika po dubini i po obliku podužnog profila.

Vododerina je plića i po celom podužnom profilu iste dubine, dok je kod jaruga dubina različita i to tako što se povećava uzvodno i najveća je u gornjoj trećini.

Bujična erozija predstavlja sledeći stepen izraženosti i kod nje dolazi do formi stvaranja trajnog korita kroz koje povremeno za vreme kiša teče voda sa velikom koncentracijom nanosa, zbog čega se bujice i nazivaju kamenito-blatnim potocima.

Bujica ima svoj sliv, korito i u donjem delu suženje u vidu klisure. Nizvodno od tog suženja u vidu lepeze obavezno se javlja nataloženi nanos koji se naziva plavina. Bujice

imaju ogromnu snagu i mogu prenositi i odlomke stena. One su najgori vid erozije zemljišta i njihova regulacija je skup i zahtevan proces.

Erozija vodopada je zanačajna za zemljišta pod irigacionim sistemima i to kada se navodnjavanje sprovodi brazdama. Zbog diferenciranosti dna brazde po mehaničkom sastavu može doći do pojave malih ili niskih vodopada, dubine nekoliko cm, čime se na tim mestima povećava erozivno dejstvo tekuće vode.

Ovaj vid erozionog procesa nije „opasan" ali ukoliko se ne prati može usloviti probleme.

Unutrašnja erozija odnosi se na premeštanje zemljišnih čestica i ostalih materija po profilu i odvija se ispiranjem i propadanjem.

Ispiranje je izraženo u onoj meri u kojoj je izražena i humidnost područja jer se različiti elementi različito ponašaju. Silicijum je slabo pokretan jer se slabo rastvara, gvožđe i aluminijum su nešto pokretljiviji, soli zemno-alkalnih metala rastvaraju se direktno ili uz pomoć ugljen dioksida a soli su dobro rastvorljive. Humus i glina peptizacijom prelaze u koloidni rastvor i tako podležu premeštanju u dublje delove profila.

Propadanje zemljišta je karakteristično za sušne predele gde dolazi do takozvanog „pucanja" zemljišta pri čemu čestice propadaju u dubinu. Posledice su različite, dolazi do osiromašivanja zemljišta jer se hranljive materije ispiraju što za posledicu ima i diferenciranje profila. Kod propadanja u slučaju da su pukotine plićе od zone prostiranja korenovog sistema, gubici nisu veliki i obrnuto.

Irigaciona erozija je proces koji se odvija na zemljištima koja se navodnjavaju. Na područjima koja se ne navodnjavaju erozioni agens predstavljaju samo padavine, dok na područjima koja se navodnjavaju erozioni proces dopunjen je i normom navodnjavanja. Kod navodnjavanih površina treba voditi računa ako se navodnjavanje vrši orošavanjem i to o intenzitetu kišenja i veličini kišnih kapi.

Intenzitet kišenja na lakim zemljištima ne treba da pređe 0,15 mm min^{-1}, a na teškim 0,12 mm min^{-1}. Eksperimentalni podaci pokazuju da irigacionom erozijom mogu nastati gubici ako se navodnjava iz brazda u količini i do 210 m^3 ha^{-1} na godišnjem nivou, odnosno oko 29 t ha^{-1} od kiša prirodnim putem u irigacionom sistemu.

Klizišta predstavljaju površi na kojima se deo zemljišta ili zemljišne podloge brže ili sporije kreće niz padinu.

Ona mogu biti stratigena, morfogena i termogena. Kod svih klizišta uglavnom su izražena tri morfološka oblika: odsek, klizna ravan i akumulativna serija.

Odsek klizišta je uvek pod većim uglom od 45° (najčeše 50-60°). Visina odseka može biti 10 cm do 10 m i više. Forma odseka je tačno pravolinijska. Klizne površi mogu biti

različite po geološkom sastavu a po izraženosti proste i složene. Akumulativna serija može biti prosta i složena u zavisnosti da li sena površi formira jedan ili više oblika neravnine.

Vetar ima znatan uticaj na rastenje i razviće biljaka. Uglavnom je taj uticaj negativan za većinu biljnih vrsta. Jaki vetrovi uništavaju mlade biljke, savijaju i lome grane stabala, deformišu krošnju, uzrokuju gubitak pupoljaka, cvetova i plodova. Isto tako, vetar utiče i na povećenje evapotranspiracije, a samim tim povećava potrebu biljaka za vodom.

Erozija zemljišta vetrom prisutna je u mnogim aridnim i semiaridnim, a posebno upoljoprivrednim područjima širom sveta (*Middleton and Thomas*, 1997). Pored antropogenog uticaja ona je uslovljena geološkom podlogom i klimatskim uslovima (*Toy et al*., 2002). Erozija vetrom direktno dovodi do degradacije zemljišta (*Bašić*, 1994), a indirektno ima vrlo negativan uicaj na kvalitet vazduha (*Gross and Bärring*, 2003; *Riksen et al*., 2003). Emisija prašine, kao posledica erozije vetrom, najveći je izvor aerosola koji direktno ili indirektno utiču na ravnotežu atmosferske radijacije i time na globalne klimatske promene i indirektno na životnu sredinu, zdravlje ljudi i radne aktivnosti (*Lal*, 1990; *Shao*, 2000; IPCC, 2007). U procesu erozije vetrom se svake godine sa zemljišta donosi u atmosferu približno 500 miliona tona čestica prašine (*Greeley and Iversen*, 1985). Proračuni modeli ukazuju da oko 50% ukupne količine atmosferske prašine potiče od zemljišta koja se obrađuju ili koja su zahvatili procesi deforestacije ili erozije vetrom (*Tegen et al*., 1996). Rezultati koje navode *Kisić i Husnjak* (2008) i *Kisić et al*. (2011.) ukazuju da se procesima erozije koji utiču na pad plodnosti zemljišta i zagađenje atmosfere u poslednje vreme pripisuje sve veća uloga. Slična saznanja navode i *Oldemann et al*. (1990); *Reich et al*. (2001); *Gobin et al*.(2003); USDA, (2003); *Warren and Barring* (2003). Uzrok toj pojavi je odnošenje finih čestica zemljišta i organske materije, što je ujedno i najplodniji deo zemljišta(*Goossens*, 2003). *Funk* (1995) i *Goossens* (2003) govore o slučajevima erozije vetrom kada je odnošeno više od 100 t ha^{-1} čestica, čime je pričinjena, kako direktna, tako i indirektna šteta po životnu sredinu.

Polazeći od činjenice da su glavni faktori koji utiču na intenzitet eolske erozije klimatski i zemljišni uslovi, kao i način i intenzitet korišćenja poljoprivrednih zemljišta ovaj vid erozije rangira se u pet kategorija, koje se definišu „bez podložnosti eroziji“ do „visoke podložnosti osetljivosti na eroziju".

U zemljama EU u Danskoj je eolska erozija najizraženija, tako je 32,6% zemljišta umereno podložno eroziji, a 16,2% je visoko podložno. Na drugom mestu je Kipar sa 29%, odnosno 6,4% zemljišta ocenjenog kao podložnog umerenoj i visokoj podložnosti eroziji. U celini, mediteranske zemlje su više ugrožene u odnosu na severnoevropske.

Među 10 zemalja sa najvećim procentom nivoa degradacije zemljišta erozijom vetrom mapirane su Tunis (53,8 %), Libija (43,7%) i Irak (40,7%).*Kostanza* (2015), ističe da je "Bliski istok prašine" još jedan primer kako klimatske promene povećavaju učestalost i ozbiljnost ekstremnih vremenskih prilika, što je uzrokovano dugotrajnim neracionalnim korišćenjem zemljišta i uništavanjem gustog travnog pokrivača.

Glavni problem erozije vetrom je sagledavanje njenog dešavanja i posledice koje može izazvati. Snažne peščane oluje velikupažnju javnosti privuku u trenutku kada se dogode i malo posle toga. Međutim, proces erozije zemljišta vetrom događa se uglavnom neprimetno. *Chepil* (1960) navodi da su godišnji gubici zemljišta kao posledica erozije vetrom do 40 t ha^{-1}, mogući bez ikakvog spoljašnjeg vidljivog znaka erozije. Procesi erozije i depozicije odvijaju se na širokim područjima pa ih je teško identifikovati. Materijal, odnesen vetrom, širom se raznosi po okolini. Gde će završiti najsitnije čestice odvojene od zemljišta vetrom, može se proceniti primenom složenih matematičkih modela. Iako su u prethodnim godinama izvedena istraživanja vezana za eroziju vetrom kako u svetu (*Kirkby i sar*., 2000; *Gobin i sar*., 2003), tako i u okruženju (*Savić et al*., 2002; *Kisić et al*., 2006; *Kisić i Husnjak*, 2008; *Holjević*, 2011), podaci o ovom obliku erozije prilično su ograničeni, a ako su i dostupni, rezultat su različitih metodologija i procena, pa se ne mogu upoređivati.

Erozija vetrom događa se tamo gde se poklapaju tri najbitnija faktora, a to su velika brzina vetra, površinski sloj zemljišta sa slabo vezanim česticama koje je moguće pokrenuti i transportovati i nedovoljna zaštićenost površine zemljišta usevima ili ostacima biljaka.

Nekoliko je osnovnih razloga koji određuju obim erozije vetrom, a to su klimatski uslovi - učestalost i jačina vetra, tipovi zemljišta - mehanički sastav koji je glavni pokazatelj njegove erodibilnosti, vrste useva (usevi guste setve, širokoredni, krmne biljke, odnosno usevi prema vrsti i obliku korenovog sistema – vretenasti ili žiličasti), kao i načini obrade zemljišta. Uzajamni odnos svih navedenih faktora usloviće stepen procesa erozije vetrom na određenom lokalitetu.

Postoji tri vrste kretanja zemljišnih čestica pod uticajem vetra:

-kretanje čestica u obliku suspenzija;

-kretanje čestica soltacijom;

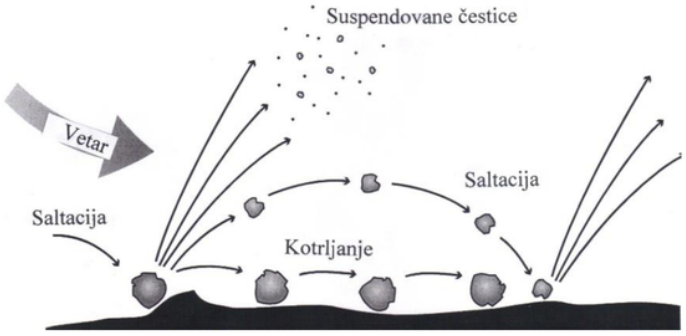
-kretanje čestica u vidu kotrljanja.

Prvi vid kretanja čestica, *kretanje u obliku suspenzija*, karakterističan je za one čije dimenzije ne prelaze 0,1 mm.

Saltacijom se kreću one čestice čija je veličina u intervalu 0,1-0,5 mm, a *kotrljanjem,* česticeveličine 0,3-3,0 mm.

Čestice veće od 3 mm kreću se samo pod uticijam jakih vetrova.

Na slici 4. predstavljeni su elementi kretanja zemljišnih čestica pod uticajem vetra.



Slika 4. Elementi kretanja zemljišnih čestica pod uticajem vetra

Razlikuju se dva osnovna oblika zaštite. To su ograničena zaštita (svaka pojedinačna biljka) i masovna zaštita pojedinih delova polja ili čitavih polja. Ograničena zaštita primenjuje se u hortikulturi, jer je skupa i primena je isplativa samo za visoko profitabilne useve. Najčešće se primenjuje u parkovima. Masovna zaštita podrazumeva podizanje vetrozaštitnih pojaseva, koji mogu biti neživi ili živi.

Neživi pojasevi su različiti oblici zaštitnih zidova izgrađenih od raspoloživih materijala.

Za žive barijere koriste se višegodišnje trave, leptirnjače i druge vrste, odnosno grmlje ili drveće.

Podizanje zaštitnih pojaseva je skupo, potreban mu je dug period zasnivanja i stalno održavanje da bi protiverozione mere bile efikasne i trajale određeni broj godina. Zato su zaštitni pojasi samo dopunska mera prevencije erozije vetrom i treba ih kombinovati sa agrotehničkim merama-načinima obrade zemljišta i vrstama useva i zasada.

Za sprečavanje erozije uzrokovane vetrom posebno su značajni vetrozaštitni šumski pojasevi koji, osim što sprečavaju prekomerno isparavanje vode i promene mikroklime, ublažavaju udarce vetra, a time i eroziju koja bi pri tome nastala (slika 15, Prilog 1).

4. 3. 3. Uticaj vegetativnog pokrivača na eroziju

Uticaj vegetacije na eroziono dejstvo, ogleda se u rasturanju dela kinetičke energije kišnih kapi, koje se, padom na nadzemne delove vegetacije, pretežno lišće, raspršuju u sitne kapljice manje brzine padanja; intercepciji dela same kiše od strane biljnog pokrivača;

povećanju koeficijenta rapavosti površine zemljišta sa posledičnim smanjenjem brzine slivanja vode.

Navedeni uticaji vegetacije na eroziono dejstvo kiša znatno su složeniji i međuzavisni. Biljni pokrivač, u celini doprinosi povećanju brzine infiltracije i količine upijene vode od strane zemljišta a time i znatno smanjenje erozije slivanjem viška vode.

Kruna sa lišćem višegodišnjih biljaka uspeva da zadrži 2-5 mm kiše pre nego što voda počne da se sliva kapljanjem. Iskustveno, se došlo i do podatka da kiša intenziteta 18 mm/čas, saturiše lisnu masu tek posle 15 minuta od početka padanja. Ovo potvrđuje procenu da biljni pokrivač intercepcijom već na početku zadrži 20-25% ukupne kiše.

Zadržavanje kiše od strane jednogodišnjih biljaka zavisi od vrste i perioda vegetacionog ciklusa. Pri intenzitetu kiše od oko 2 mm $čas^{-1}$, livadski travni pokrivač koji na primer, razvija lisnu masu od 3 m^2 na kvadratnom metru površine zemljišta, samo u prvih pola sata od početka kiše zadrži 20-60% padavina.

Erozija zemljišta postala je svetski problem jer zahvata velika područja i nanosi nenadoknadive štete. Čovek promenom upotrebe zemljišnih površina značajno menja stepen erozije. Prvenstveno je to važno na poljoprivrednim područjima, na padinama na kojim su iskrčene šume, a neadekvatnom obradom zemljišta erozija se može znatno ubrzati. Smanjuju se šumske površine, na račun povećavanja poljoprivrednih što posredno povećava opasnost od erozije zemljišta pojačane promenama klime.

Za sprečavanje erozije uzrokovane vetrom, posebno su značajni vetrozaštitni šumski pojasevikoji osim što sprečavaju prekomerno isparavanje vode i promene mikroklime, ublažavaju i udare vetra a time i eroziju koja bi pri tome nastala.Najpogodnije biljne vrste za formiranje vetrozaštitnih pojaseva, treba da budu brzorastuće, prilagodljive i otporne na prisustvo soli, posebno na područjima u kojima vetar dolazi sa mora. Među brojnim ekološkim funkcijama šume, njihova zaštitna uloga u regulaciji vodnog režima i zaštite zemljišta od erozije je od prvorazrednog značaja.

Šume značajno smanjuju i usporavaju eroziju svojim krošnjama, granama, korenovim sistemom i opalim lišćem. One štite zemljište, kako od erozije koja je posledica uticaja vode i vetra, tako i od osiromašenja i klizanja zemljišta i kamenja. Šume svojim vegetacionim prostorom i građom sastojina, kao i rizosferom, deluju na uravnoteženje vodnih odnosa u zemljištu. Uticaj šuma na vodni režim ogleda se u većoj akumulaciji i stvaranju rezervi vode i njenom sporijem oticanju. Već tanak sloj šumske prostirke, debljine svega 15 mm, znatno smanjuje površinsko oticanje vode. Šumsko drveće korenovim sistemom utiče na poboljšanje strukture zemljišta povećavajući njegovu poroznost i kapacitet za upijanje vode. Osim

vezivanja vode upijanjem šumskom prostirkom i zemljištem, znatan deo padavina oduzima intercepcija i evaporacija.

Da bi se smanjila šteta od erozionih procesa potrebno je podizati višegodišnje zasade i gajiti višegodišnje useve (travne i travno-leguminozne smeše). Vrlo je važno i pravilno održavanje takvih zasada i useva, jer zapušteni i neodržavani vrlobrzo gube svoju funkciju. Ukoliko dođe do propadanja zaštitnih pojaseva potrebno je puno vremena za njihovo obnavljanje.

4. 3. 4. Uticaj erodibilnosti zemljiša na eroziju

Zemljište i geološka podloga na kojoj je ono obrazovano, utiču na intenzitet erozionih procesa, na taj način da ukoliko je zemljište „moćnije" ono će imati mogućnost upijanja veće količine vode što će svakako omogućiti intenzivniji porast vegetacije čime će biti smanjeno oticanje kao jedan od osnovnih faktora erozionih procesa vodom.

Za razliku od moćnih zemljišta, dubokog soluma, plitka zemljišta imaju manji infiltracioni kapacitet ili čak nikakav, pa je na njima erozija izražena u znatno većoj meri.

Nepovoljne geološke podloge, sa gledišta intenzivnijih erozionih procesa su škriljci, peščari, eruptivne stene i serpentin, obzirom da se na njima uglavnom formiraju plitka zemljišta na većim nagibima.

Veliki uticaj na razvoj erozionih oblika, svakako ima i način korišćenja zemljišta, jer je za oticanje vode po padini veoma značajan odnos između njiva, travnih površina i šume.

4. 3. 5. Uticaj korišćenja zemljišta na eroziju

Erozija zemljišta postala je svetski problem jer zahvata velika područja i nanosi nenadoknadive štete. Čovek promenom načina upotrebe zemljišnih površina značajno menja stepen erozije. Prvenstveno je to važno na poljoprivrednim područjima na padinama gde je iskrčena šuma, a neodgovarajućim oranjem erozija se može znatno ubrzati. Smanjuju se šume, a povećavaju poljoprivredne površine što dovodi posredno do velike opasnosti od erozije zemljišta pojačane promenama klime.

Pod pravilnim korišćenjem zemljišta podrazumeva se korišćenje zemljišta u granicama svog boniteta, a poznato je da je bonitet zemljišta određen moćnošću zemljišnog profila, mehaničkim sastavom, strukturom, hemijskim sastavom, sa akcentom na sadržaj humusa.

Pravilna orijentacija parcela, takođe je jedan od uslova za pravilno korišćenje zemljišta. Ovde je reč o pravilnoj orijentaciji u odnosu na reljef. U slučaju kada pad površine

prelazi 2-3%, orijentacija parcela treba da bude takva da duža strana bude u pravcu izohipse. Isto tako treba voditi računa o osnosu strana i o odnosu duže strane prema stranama svetakoji treba da je 1:2 do 1:4. U slučajevima kada reljef dozvoljava, pravac parcela treba da bude po liniji sever-jug, posebno kada je u pitanju formiranje višegodišnjih zasada.

Nije uvek moguće da se parcele dužom stranom formiraju po izohipsi, a isto tako veliki problem je i taj što se na više nagnutim padinama zemljišta oru prema nizvodnoj strani pa se na taj način vrši erozija „mehaničkim putem".

Stalnim prevrtanjem plastice nizvodno, odvija se i jedan pozitivan proces jer dolazi do smanjivanja pada padine čime se smanjuju i gubici zemljišta „mehaničkom erozijom".Zbog smanjenja ovih uticaja sprovodi se parcelisanje padina po principu „riblje kosti" pri čemu je put između dve parcele simetrala pravaca tih parcela.

Kod orijentacije parcela treba voditi računa i o primeni odgovarajuće mehanizacije, racionalnom korišćenju iste, i o tome da li će se primenjivati i koji vid navodnjavanja. Isto tako, važno je da prelomni ugao na putevima ne bude suviše oštar kako bi se omogućio prolaz mehanizacije, naročito one sa priključnim mašinama. U ratarskoj proizvodnji dužina parcela obično iznosi 800-1000 m, a u voćarskoj oko 400 m, dok u vinogradarskoj ona iznosi 100-200 m.

Veoma je značajno i pravilno postavljanje putne mreže, u okviru parcela, jer nepravilno postavljeni u odnosu na nagib, putevi i staze mogu biti pretvoreni u vododerine i jaruge. Najpovoljnije je poljske puteve, obično širine 6-8-10 m, izvesti u nagibu 5-8%, a staze u nagibu oko 3%. U voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji, nagib redova ne sme da pređe 0.5%.

Ukoliko su padine dugačke, onda ih treba nekim horizontalnim putem podeliti na više manjih padina. Ti horizontalni putevi obično se izvode po liniji promena pada padine. Poželjno je da površina pod putevima bude što manja. Koji će procenat površine biti pod putevima zavisi od konfiguracije terena. Obično on iznosi 3-8% ukupne površine. Na jako strmim padinama ne mogu se izvesti putevi u pravoj liniji nego se izvode na krivinama.

Prored navedenog, veoma je značajna i primena pravilnog plodoreda, konturna obrada zemljišta (koja zahteva primenu plugova obrtača), obrada zemljišta pri optimalnoj vlažnostii stvaranje optimalnih uslova za rastenje biljaka što podrazumeva primenu mineralnih đubriva i zaštitu biljaka os bolesti i štetočina.

Direktne mere zaštite od erozionih procesa

Direktne mere zaštite zemljišta, primenjuju se u uslovima kada se erozioni procesi izazvani radom vode, javljaju u manjem ili jačem stepenu. Razlikuju se:

Protiverozione agrotehničke mere u koje se ubrajaju konturna obrada, brazdanje njiva, stvaranje grebena na padinama, lejasta setva, uvođenje zaštitnog plodoreda, malčiranje zemljišta, popravljanje fizičkih osobina zemljišta i

Biološke mere zaštite u koje podrazumevaju zasnivanje sejanih livada, melioracije livada i pašnjaka i podizanje drvoreda i zaštitnih pojaseva.

Da bi se smanjila šteta od erozionih procesa, potrebno je podići, ukoliko je to moguće višegodišnje zasade i gajiti višegodišnje useve. Vrlo je važno i pravilno održavanje takvih zasada jer zapušteni i neodržavani oni gube svoju funkciju i ako propadnu puno vremena je potrebno za njihovo obnavljanje.

Tehničke mere zaštite zemljišta od erozije

Tehničke mere zaštite od erozije preduzimaju se u koritu vodotoka a posebno u slivnom području (padini).

Svi objekti koji se podižu u slivu, zajedničkim imenom nazivaju se terase.

Terasiranje ima za cilj da se smanji nagib padine veštačkim putem, kao i da se spreči velika koncentracija vode kako ona ne bi izazvala eroziju. Ona, takođe ima za cilj i da se novostvorena padina racionalno koristi, po mogućnosti za potrebe poljoprivrede ili šumarstva.

Terasiranjem padina stvara se više manjih padina na prvobitno jedinstvenoj padini, čime se menja mikro klima. Njihovim formiranjem smanjuje se površinsko oticanje, a povećava infiltracija, menja ekspozicija padine u zavisnosti od nagiba nove, odnosno od platoa podignutog objekta.

U poprečnom preseku svake terase razlikujemo: kosinu (škarpu), plato i nasip.

Prema širini platoa terase postoji nekoliko tipova terasa:

-široke, čija je širina platoa veća od deset metara;

-srednje, kod kojih je širina terase do pet metara;

-uske, sa širinom terase do tri metra.

Brojnim istraživanjima, utvrđeno je da terasiranje padina nije potrebno sprovoditi ukoliko je nagib manji od 8% i ukoliko je on veći od 70%, i da donju granicu treba pomeriti na 2% u zavisnosti od klimatskih karakteristika područja.

Naime, smatra se da je oticanje po padini čiji je nagib manji od 2% beznačajno. Uobičajeno je da se na padinama čiji je pad u rasponu 8-30% projektuju terase širine 10 m i više u zavisnosti od moćnosti zemljišta i kritične dužine padine (maksimalna širina platoa ne može biti veća od kritične dužine padine).

Na padinama sa padom 30-50%, podižu se terase širine platoa do 5 m,odnosno gde je pad 50-70%, terase širine 0,3-3 m, što opet zavisi od kritične dužine padine.

Prilikom terasiranja padina, neophodno je voditi računa o mehaničkom sastavu zemljišta, obzirom da njihova izgradnja na teškim zemljištima može izazvati pojavu klizišta.

Odstojanje između terasa kao i horizontalno i vertikalno rastojanje između terasa izračunava se pomoću analitičkih izraza (na primer:izraz američke službe za konzervaciju zemljišta, obrazac Kostjakova, obrazac bugarskih autora Marinova i Todorova, obrazac Gavrilovića i slično).

Infiltracioni objekti

Funkcija infiltracionih objekta kao vida tehničkih mera sprečavanja erozionih procesa je da maksimalno prime vodu nastalu padavinama i da je infiltriraju u zemljište.

Najvažniji od objekata ovog tipa su skladovi ili naorne terase.

Skladovi su prvu primenu imali u Bugarskoj i tamo su oni stručno izvedeni, adekvatnim projektovanjem i izgradnjom, dok su u Republici Srbiji ovi objekti dobili naziv sklad sa vrzinom jer ih je gradilo lokalno stanovništvo tokom dužeg vremenskog perioda na bazi stečenih iskustava.

Skladovi se podižu na padinama nagiba od 5 do 25%. U poprečnom preseku kod skladova razlikujemo: plato, donji deo kosine (nožicu), kosinu i gornji deo kosine (krunu kosine).

Ovi objekti formiraju se posebnim načinom oranja i to sve na jednu, nizvodnu stranu (plastica se obara nizvodno). Takvim načinom oranja, na gornjem delu terase zemlja se „odorava“ a na donjem delu „nasipa“, tako da dolazi do diferenciranja zamljišta po moćnosti posmatrano na poprečnom preseku terase.

Obzirom da se moćnost zemljišta ovakvim izvođenjem menja, menja se i proizvodna sposobnost zemljišta na kojima se skladovi izvode što je jedna od lošijih strana ove vrste objekata. Zbog navedenog, preporuka je dakod plitkih zemljišta, čija je dubina manja od 80 cm, visina kosine bude oko 0,5 m, kod srednje dubokih zemljišta, moćnosti do 120 cm, visina kosine treba da iznosi 1,0 m, a kod dubokih zemljišta (dubine do 160 cm), 1,5 m.

Širina platoa terase zavisi od kritične dužine padine i ne može biti veća od nje, a takođe, mora biti i prilagođen mehanizaciji koja se koristi za obradu na navedenim površinama.

Dužina naorne terase zavisi između ostalog i od klimatskih uslova područja u okviru koga se ona formira. U SAD je dužina terase oko 450 m uz napomenu da se širina platoa na dužini većoj od 300 m povećava. U zavisnosti od fizičko-mehaničkih osobina zemljišta,

dužina može ići i do 600 m (za zemljišta sa dobrim infiltracionim karakteristikama). U Alžiru dozvoljena dužina terasa je 400 m, i po pravilu se izvode neprekidno od jedne uvale preko grebena do druge.

Podužni pad naorne terase treba da bude mali da ne bi došlo do srozavanja terasa, tj. kako bi se omogućila maksimalna infiltracija. Obično se kreće u rasponu 0,25-0,5%. U Alžiru on iznosi 0,5%, a u SAD 0,4-0,5%.

Infiltraciono odvodni objekti

Infiltraciono odvodni objekti treba da omoguće maksimalnu infiltraciju vode u zemljište i da višak vode preko infiltracionog kapaciteta odvedu bočno (levo ili desno) do odgovarajućeg recipijenta.

Obzirom da se oni grade uglavnom na brdsko-planinskom terenu i da se radi o diseciranom terenu, recipijent su jaruge, uvale i manji potoci. Infiltraciono-odvodni objekti su u suštini terase ali se prema obliku poprečnog preseka razlikuju pa je moguće izdvojiti nekoliko tipova objekata od kojih su najvažniji sledeći:

- alžirske terase;
- terase sa zaobljenim profilom;
- terase sa korigovanim profilom;
- gradoni;
- belgijske terase.

Alžirske terase osmislili su Francuzi, a realizovane su u Alžiru, 1880. godine. U SAD su primenjene od 1885. godine. U svom poprečnom preseku imaju izgled puta, pa ih nazivaju i bankete.

Prema obliku poprečnog profila razlikuju se dva tipa: terase nagnutnog profila i terase normalnog profila.

Terase nagnutog profila se podižu na padu od 25-35% i presek im je u obliku trougla. Kako su ovo infiltraciono-odvodni objekti oni mogu da prime veliku količinu vode i sprovedu je do recipijenta. Slabost ovih objekata ogleda se u tome što je na njima slaba infiltracija zato što je dosta vode upućeno prema padini koja je neobrađena sa slabim filtracionim sposobnostima.

Terase normalnog profila podižu se na blažim padinama sa nagibom 15-25%. One imaju odlične infiltracione karakteristike obziromda se plato terase obrađuje. Nagib platoa je prema padini, znači ima kontra pad i posle izvesnog vremena sleganjem se dobija horizontalni položaj. Unutrašnja strana nasipa može biti obložena busenom. Na ivičnom nasipu ili na nizvodnoj strani nasipa obično se sadi voće. Ukoliko je zemljište težeg

mehaničkog sastava pa su mu i vodno-vazdušne osobine nepovoljne, kanali u kojima se sadi voće se dreniraju.

Terase sa zaobljenim profilom podižu se na padinama nagiba manjeg od 15%. Mogu da se grade u vidu kanala i u vidu nasipa. Terase u vidu kanala podižu se na padinama koje imaju pad 3-15%, a ukoliko je on manji od 3% ili na vlažnim zemljištima podižu se terase sa nasipom.

Ovi objekti izvode se naoravanjem, po pravilu u 32 prohoda, računajući u jednom pravcu s tim da zahvat pluga bude 20-50 cm (u proseku 30 cm). Terase u vidu kanala su vrlo praktične jer preko njih može prolaziti mehanizacija naizmenično, a omogućava se i odvođenje viška vode i maksimalna infiltracija.

Terase sa korigovanim profilom su kanali za odvođenje vode sa zemljišta težeg mehaničkog sastava. Ovo su dosta stabilni objekti, ali nasip terase vrlo brzo iščezne.

Gradoni su prvi put podignuti u Francuskoj 1870. godine. To su infiltraciono-odvodni objekti koji se podižu na vrlo strmim padinama, pa je širina planuma mala i služe uglavnom za pošumljavanje. Po obliku poprečnog preseka slični su alžirskim terasama sa nagnutim profilom. Gradoni se podižu na južnim ekspozicijama gde ima manje vlage, tako da akumulirana vlaga stvara povoljne uslove za prijem sadnica i razvoj šumskih zasada. Širina platoa im je 70-80 cm, a ukupan objekat posmatran na poprečnom preseku zauzima horizontalno rastojanje 1,7-3,1 m u zavisnosti od nagiba padine. Gornja kosina je u nagibu 1:1, a nagib nasute kosine je 1:1,5. Horizontalno rastojanje iznosi 7-14 m. Dužina gradona zavisi od širine padine i iznosi oko 200 m. Podizanjem ovih objekata takođe se menja ekspozicija padine, zbog velikog kontra pada. Gradoni imaju podužni pad oko 0,5% prema recipijentu.

Na gradonima se običnosade sadnice crnog bora, obzirom na ekstremne uslove koji vladaju na mestima gde se oni podižu. Sadnja se obavlja u proleće ukoliko su gradoni izgrađeni u jesen, odnosno u jesen ako su izgrađeni u proleće. Iskustveni podaci pokazuju da je uspeh sadnje na gradonima veći od 90%. Sadnice se obično sade na rastojanju od 60 cm i iznad rova.

Belgijske terase slične su gradonima samo što su većih dimenzija obzirom da se podižu na dubljim zemljištima. Imaju podužni pad 0,5%. Horizontalno rastojanje je oko 6 m, a širina i dubina rova oko 70 cm. Prilikom formiranja platoa koji je širok 1,2 m, vodi se računa da humozniji deo ostane na površini. Plato je u malom kontra padu ili horizontalan. Ovaj objekat se podziđuje kamenom.

Infiltraciono-evaporacioni objekti

Uloga infiltraciono-evaporacionih objekata je da spreče oticanje vode niz padinu zadržavanjem vode koja će se infiltrirati u zemljište ili ispariti.

Grupu ovih objekata čine:

-američki konturni rovovi;

-sovjetski konturni rovovi i

-belgijski konturni rovovi.

Svi ovi objekti projektuju se tako da zadrže 75% maksimalnog pljuska. Ostatak od 25% ovi objekti odvode levo ili desno u recipijente, Rovovi se izvode na padini, strogo po horizontali ili po izohipsi i obavezno se oslanjaju na recipijente. U poprečnom preseku mogu biti trapeznog ili trougaonog oblika.

Američki konturni rovovi u poprečnom preseku su trapeznog oblika. Kod njih su i dno rova i kruna nasipa potpuno horizontalni. Unutar rova na rastojanju od 6-12 m ostavljaju se mali nasipi tako da je rov uzdeljen na nekoliko manjih kaseta, a njihov broj zavisi od dužine rova. Ovi nasipi nazivaju se i ekvilizeri.

U okviru američkih konturnih rovova izdvajaju se četri tipa: standardni rov; substandardni rov; semistandardni rov i superstandardni rov.

Standardni rovovi podižu se na padinama čiji se nagib kreće od 20-45%. Bitna karakteristika svih rovova je da je ekvilizer niži od krune nasipa 9 cm. Ostale karakteristike ovog rova su:

- sve kosine izvedene su u nagibu 1:1,5;
- dubina rova je 42 cm;
- širina dna rova je 30 cm;
- širina krune nasipa je 30 cm;
- na padini čiji je nagib 45% objekat zauzima 5,73 m širine;
- kod izgradnje nasipa rova postavlja se nadvišenje od 6 cm i ona sleganjem nestaje.

Substandardni rovovi grade se na isti način kao i standardni s tim što je nagib kosine 45-55%, a kod semistandardnih od 45-65%.

Superstandardni rovovi su veće dimenzije od standardnih rovova i to od 2-10 puta. Rade se uglavnom u podnožju padina (primaju svu vodu sa padine). Padine koje se tretiraju ovim rovovima grade se na strmim i kamenitim padinama na kojima je nemoguća izgradnja drugih rovova.

Sovjetski konturni rovovi, za razliku od američkih, su na poprečnom preseku u vidu trougla sa kontra padom u odnosu na padinu zbog čega im je mala infiltraciona sposobnost. Na nasipu se sadi voće. Rovovi nemaju ekvilizere i dosta su stabilni.

Belgijski konturni rovovi mogu biti: kontinualni, isprekidani i rovovi sa platformom.

Kontinualni rovovi slični su standardnim američkim rovovima, s tim što su im dimenzije dna rova i krune nasipa po 35 cm. Podižu se na rastojanju od oko 2 m visinske razlike.

Isprekidani rovovi zahtevaju da se izvode na taj način da ti prekdi ne budu u nizu.

Rovovi sa platformom su veoma praktični za gajenje voća. Nasip (platforma) predstavlja pogodnu sredinu za razvoj korena.

Privremeni objekti za zaštitu zemljišta

Ovi objekti imaju ulogu da u predviđenom vremenskom intervalu spreče proces erozije zemljišta i stvore uslove za razvoj vegetacije. U njih se ubrajaju pleteri i rustikalni zidići.

Pleteri su privremene građevine koje se postavljaju u vododerinama i jarugama, kao i na ostalim mestima gde potencijalno postoje uslovi za pojavu linijskih (dubinskih) procesa erozije.

To su objekti koji se grade od drvenog kolja prečnika 6-10 cm dužine 1,5-2,0 m i pruća prečnika 2-3 cm, dužine 1,5-4 m. Obzirom da je reč o drvenom materijalu, pleteri mogu biti „mrtvi“ i „živi“.

Ukoliko se podižu u vododerinama i jarugama, obale ovih erozionih oblika treba pre podizanja pletera škarpirati (lučno profilisati). Pleteri mogu biti jednostruki i dvostruki. Kod dvostrukih, između dva pletera ubacuje se šljunkoviti materijal i treba ih povezati žicom ili nekim drugim materijalom.

Mnoge vododerine, jaruge posle podizanja pletera treba zatravniti ili će se prirodno formirati vegetacija na zaplavu. Ukoliko se očekuje oticanje niz vododerinu, pletere treba ojačati snopovima pruća, prečnika oko 30 cm i dužine 2-3 m. Snopovi pruća (fašine) imaju funkciju slapišta kod klasičnih preliva i sprečavaju potkopavanje pletera. Pre podizanja pletera, po trasi pletera, treba iskopati kanal širine oko 30 cm i u donjoj zoni visine oko 20 cm. Zatim se kolje pobije uz gornju ivicu kanala na rastojanju od oko 1 m, a potom postavljaju snopovi pruća i plete prvi red pletera. Nakon toga, fašina se pričvršćuje za pleter i dalje nastavlja sa pletenjem do projektovane visine 1-1,2 m. Po izgradnji pletera u poprečnom smislu, vododerina se još obrađuje i ukoliko se ne očekuje prirodno formiranje zaplava, onda se sa bočnih strana jaruge zaplav formira veštačkim putem.

Pleteri kao protiv eroziona mera mogu se koristiti i na površinama koje su uključene u poljoprivrednu proizvodnju sa napomenom da treba voditi računa da se pleter uklapa u sklop terase ukoliko je padina terasirana, a ako nije, pleter treba da bude neposredno ispod

višegodišnjeg zasada kako ne bi ometao kretanje mehanizacije između redova.Rastojanje između dva pletera određuje se na osnovu kritične dužine padine i na osnovu podataka dobijenih proračunom.

Rustikalni zidići podižu se na južnim ekspozicijama, na veoma strmim padinama koje su obično bez vegetacije. Obično se podižu na skeletnim zemljištima, tako da se sa istom namerom sa kojoj se podižu pleteri na takvim terenima podižu zidići.

Iznad tih suvih zidića, bez obzira koliko bili blizu postavljeni i mozaično po padini, obavezno se iznad njih formiraju zaplavi i za tri do pet godina na njima treba vršiti pošumljavanje.

Tehničke mere za zaštitu od erozije koji se izvode u koritu vodotoka

Tehničke mere za zaštitu od erozije koji se izvode u koritu vodotoka dele se u dve grupe:

-podužni objekti i

-poprečni objekti.

Podužni objekti su potkopi, kanali i regulacije, kinete i obaloutvrde.Potkopi se izvode na područjima gde vodotok meandrira, pa je u cilju uređenja zemljišta neophodno izvršitiizvesnu korekciju trase toka. Oni su malog obima obzirom da se radi o vodotocima čiji su protoci mali ili o onima koji presušuju.

Kanali i regulacije mogu imati dvostruku ulogu jer ako se prave po obodu doline, oni imaju za cilj da površinske vode sa padina odvedu do recipijenta bez posledica po zemljište, odnosno izgradnjom takozvanih retardacionih kanala ima se za cilj da se razbije poplavni talas i spreči pavljenje u rečnoj dolini.

Kinete takođe predstavljaju vrste kanala koje mogu biti obložene kamenom.

U podužnom preseku kinete mogu imati jednoličan nagib i kontinualno dno korita, a mogu imati i tzv. kaskade.

Poprečni objekti u vodotoku mogu biti:

-konsolidacioni pojasevi,

-pragovi,

-pregrade.

Konsolidacioni pojasevi imaju ulogu da stabilizuju korito vodotoka. Oni su neophodni kod vodotoka čije korito nije obloženo kamenom ili betonom, a podižu se i kod regulacija gde se korito oblaže. To su male pregrade u vodotoku. Širina pojaseva je oko 0,5 metara, a može biti i veća što zavisi od stabilnosti kosina kanala. Visina pojasa je 25-40 cm.

Pragovi se podižu u koritu vodotoka u slučajevima kada se projektuje kaskadni vid dna korita. To je u suštini pregrada čija korisna visina iznosi 0,5-2 m. Funkcija pragova je da u vodotocima u kojima nema mnogo nanosa spreči da taj nanos odlazi u recipijent i da se njegovim akumuliranjem sa uzvodne strane smanji podužni pad korita. Time se utiče na smanjenje erozionog dejstva poplavnih voda i to smanjenjem pada korita, odnosno brzine toka. Kao i pojasevi i pragovi mogu biti od nearmiranog betona i lomljenog kamena u cementnom malteru.

Pregrade su poprečni objekti u koritu vodotoka čija se korisna visina kreće od 2-4 metra. Njihova funkcija je da zadrže nanos, da zadrže krupan nanos, da zadrži krupno kamenje i da razbije poplavni talas. Pored toga, one utiču na stabilizaciju dna i obale korita. Mogu biti deponijske, procednice sa taložnicom, rešetkaste pregrade i retardacione pregrade.

Suština delovanja procednica sa taložnicom je u tome da voda propada sa uzvodne strane pregrade kroz rešetke koje su konstruktivni deo pregrade, a krupniji nanos ostaje (kao na cedilu). Kod pojave bujičnih voda, uzvodno se sve više formira deponija krupnog materijala koji se i sam ponaša kao rešetka jer i sam propušta vodu.

Zaplav od krupnog kamenja formira se uzvodno, neograničeno, a pad zaplava je 0,95 od pada terena. Ove pregrade-procednice mnogo su efikasnije od deponijskih pregrada. Tako na primer, procednica čija je visina 2,5 metara više deponuje nasipa od klasične pregrade čija je visina 5,2 metra. Nedostatak je u tome što se one podižu u slivovima gde je dosta krupan bujični materijal. U slivovima gde ima sitnog-glinovitog materijala procednice nisu efikasne.

Postoje dva tipa pregrada za specifične terene i rečna korita a to su :

-gabionske pregrade i

-rešetkastepregrade.

Gabijanske pregrade podižu se na trusnim i nestabilnim terenima. Imaju isti oblik kao i klasične, ali se za zidanje ne koristi kamen ili beton već žičane korpe kockastog oblika napunjene sitnim kamenom, tucanikom, oblutkom.

Njihove dimenzije su obično 1x1x1 metar ili 0,5x1x1 metar. Umesto oštroivičnog kamenja u gabionima se koriste obluci veličine 5-15 cm, da se ne bi kidala korpa. Treba voditi računa i da su korpe međusobno dobro povezane što se radi istovremeno sa izgradnjom.

Od žičanih korpi mogu se graditi i brane za mikro akumulacije u pustinjskim zemljama, s tim što se tamo vodi računa da voda ne obiđe branu i treba koristiti nepromočive, čvrste folije kojima se oblaže gabijonska brana.

Rešetkaste pregrade koriste se kao poprečne građevine u bujičnim vodotocima koji nose ogromne količine kamena-krupne gromade. Funkcija ovih pregrada je da zadrže samo

velike gromade kamenja, a sam materijal kod nekih pregrada sitniji od 0,5 metara prolazi kroz pregradu. Zbog veličine materijala od kojih je napravljena, konstruktivno, ove pregrade moraju biti veoma jake, bočno dobro uklještene i sa jakom armiranom-betonskom stopom. One se grade od montažnih elemenata a pojedini stubovi se izlivaju od betona na licu mesta. Njih treba podizati u nizu i to sa podizanjem ići uzvodno da bi se iza svake pregrade mogao formirati zaplav.

Retardacione pregrade imaju višestruku funkciju, a osnovna je da direktno razbiju poplavni talas u više nizova-mlazova-manjih talasa koji od mesta pregrade pa nizvodno ka recipijentu bezbedno teku, neizazivajući promene u koritu, niti poplave u okolini. Mlaz vode koji ističe pod najvećim pritiskom ima najveći domet i obrnuto. Obzirom da se povremeno iza pregrade akumulira voda, akumulira se i krupniji nanos, a sitniji odlazi. Po prestanku poplavnog talasa u akumulacionom bazenu zadržava se znatna količina nanosa i on će pri sledećoj tzv. normalnoj kiši da se pronese kroz pregradu, tako da u slučajevima kada poplavni talas prolazi samo kroz prvi red otvora-barbokana, talog nestaje.

Uz ove pregrade obavezno se radi i regulacija od pregrade nizvodno. Prednost pregrada je u tome što su one trajno funkcionalne. Uvek primaju nanos, zadržavaju ga i bezopasno propuštaju dalje za razliku od deponijskih gde se zaplav jednom napuni i nema pražnjenja zaplava.

4. 3. 6. Uticaj stanovništva na eroziju

Pored navedenih i antropogeni faktor ima znatan uticaj kako na izazivanje, tako i na ublažavanje i saniranje erozionih procesa. Faktori na koje čovek, odnosno stanovništvo utiče su način korišćenja zemljišta, meliorativni i hidrotehnički objekti u slivu, primena agrotehničkih i zaštitnih mera na obradivim površinama (konturna obrada, brazdanje njiva, stvaranje grebena po padinama, setva u leje, zaštitni plodored, mulčiranje zemljišta, popravljanje fizičkih osobina zemljišta), podizanje veštačkih livada, melioracije livada i pašnjaka,podizanje zaštitnih drvoreda i pojaseva, pošumljavanje zemljišta na strmim padinama i svi drugi postupci kojima se oticanje može smanjiti ili ubrzati.

Na područjima u kojima je dominantna erozija vetrom, stanovništvo je od davnina primenjivalo mere zaštite u vidu postavljanja barijera ili od materijala koji je najviše bio dostupan na određenom terenu (pleteri) ili formiranjem vetrozaštitnih, živih pojaseva i formiranja travnih pokrivača gde je to moguće.

4. 4. Efekti erozije

Erozija zemljišta je štetan površinski proces na poljoprivrednim zemljištima čiji se značaj proteklih decenija sve više proučava. Gubitak najfinijih i najvrednijih čestica zemljišta posebno je uticao na procese degradacije zemljišta sa izraženim posledicama na životnu sredinu, posebno atmosferu. Težište problema pomaklo se od direktnih uticaja (u većini slučajeva ekonomskih) na indirektne (uticaj na životnu sredinu, vidljivost, ljudsko zdravlje, probleme organa za disanje, alergije).

Rasprave o promeni klime, koja utiče na poljoprivredu, postavile su problem erozije u širu perspektivu sagledavanja. Najvažnije je da se zemljište nikada ne ostavi bez vegetacije, pogotovo ne u periodu pojave jakih vetrova i kiša. To se odnosi i na međuredno zatravljivanje, malčiranje, gajenje pokrovnih useva i slično.

Trebalo bi primeniti i redukovane načine obrade zemljišta, kako bi se na određeni način smanjila erozija zemljišta. Takođe, treba izuzetno voditi računa o maksimalno dozvoljenom broju uslovnih grla domaćih životinja po jedinici površine. Prekomerna ispaša može potencirati eroziju zemljišta. Navedene činjenice nameću zaključak da borba protiv svih vidova erozije u budućem vremenu traži novi integralni pristup.

U rešavanje problema erozije zemljišta trebalo bi uključiti stručnjake iz različitih oblasti, i to geologe, agronome, šumare, meteorologe, hidrologe, građevinare i druge.

U cilju preporuke i davanja predloga mera za suzbijanje i zaštitu od erozije neophodno je izvesti opsežna terenska i laboratorijska istraživanja za šire područje proučavanja i sakupiti podatke neophodne za utvrđivanje obima problema i predložiti mere zaštite.

Sa kvalitetno obrađenim podacima može se pristupiti korišćenju jednačina za izračunavanje rizika od erozije, što je osnovni korak za kvalitetno rešavanje ovog pitanja.

Sve ovo ukazuje da pojavu erozije treba delovati sveobuhvatno, a broj i vrsta konzervacijskih zahvata u svakom konkretnom slučaju zavisi od brojnih faktora. Materijalne mogućnosti vlasnika zemljišta ili lokalnih vlasti velika su prepreka, čak i ako je utvrđena ekonomska opravdanost zahvata. Međutim, ako se polazi od činjenice da je ublažavanje posledica erozije zemljišta lakše i jeftinije sprečavanjem ili umanjenjem njenog uticaja nego sanacijom posledica, tada će se odgovorno pristupiti ovom problemu.

4. 5. Tradicionalni načini zaštite zemljišta od erozije

Svi oblici obrade površina sa formiranom prirodnom vegetacijom, koja se vekovima adaptirala na lokalne ekološke uslove, utiču na pojavu nekog oblika erozije usled okretanja slojeva zemlje i uništavanja prirodnog biljnog pokrivača. Primarni poljoprivredni proizvođači

su ove nepovoljne posledice, izazavane obradom zemljišta zapazili pre nekoliko hiljada godina, odnosno još u samim počecima biljne proizvodnje. Opredeljujući se za sistem biljne proizvodnje kojim će se najmanje narušavati prirodna ravnoteža između biljaka i zemljišta, preduzimane su različite mere zaštite površina od erozije. Brojni su primeri zaštite poljoprivrednih zemljišta od erozije na velikom geografskom prostoru, od Kine preko Azije i Afrike, do Centralne i Južne Amerike.

Da bi se ublažio negativan uticaj erozije vodom poljoprivreni proizvođači su na nagnutim planinskim terenima od samih početaka gajenja biljaka razvijali specifičan način tehnologije proizvodnje formirajući terase po izohipsama. Danas je ovaj metod biljne proizvodnje naučno razrađen i naziva se SALT tehnologija (*Sloping Agriculture Land Technology*). Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja, ovaj sistem obrade zemljišta na nagnutim terenima u odnosu na obradu uz ili niz nagib, može umanjiti negativno dejstvo vodne erozije za 50-90%, zavisno od useva ili zasada (*Šarić i Sijahović*, 2015).

U dolinama reka i drugih vodenih tokova poljoprivredne površine su od periodičnih poplava tradicionalno su branjene podizanjem nasipa i izgradnjom kanala za odvođenje viškova vode.

Protiv ugrožavanja poljoprivrednih površina vetrom postavljane su prepreke na pravce najjačih strujanja vazduha. Za ublažavanje posledica eolske erozije podizani su različiti zasadi šumskog drveća ili nižeg žbunolikog rastinja, kao i priručni materijali, na primer različiti pleteri i ograde od biljnog materijala, granjevine i slično. Indirektni metodi zaštite podrazumevali su gajenje višegodišnjih zeljastih biljnih vrsta koje su korenovima dobro vezivale čestice zemlje i pokrivale površinu sprečavajući odnošenje finih čestica vetrom.

Savremene metode zaštite od erozije najčešće se zasnivaju na saznanjima stečenim kroz dugu istoriju gajenja biljaka i borbe protiv degradacije zemljišta koju uzrokuju ovi abiotički faktori. U merama zaštite zemljišta od erozije izazvane uticajem klimatskih činilaca i sami proizvođači mogu povećati rizik od degradacije primenom neodgovarajućih metoda, kao i tehnologijom proizvodnje koja treba da je prilagođena lokalnim agroekološkim uslovima. Drugim rečima, ne postoji sistem biljne proizvodnje koji se može primeniti na velikom geografskom području, već se opredeljujemo za najpodesniji za date klimatskie i zemljišne uslove.

4. 6. Načini zaštite zemljišta od erozije na severu Afrike

Poljoprivredne površine država severne Afrike, a to su Maroko, Alžir, Tunis, Libija i Egipat, ugrožene su, kako erozijom vodom, tako i erozijom vetrom. Obradive površine ovih zemalja nalaze se u severnim priobalnim područjima uz Mediteran, pretežno na brdsko-planinskom području sa nagibom prema moru. Usled specifičnosti klime ovog područja, koju odlikuju velike količine padavina tokom zime i ranog proleća i dugi sušni periodi tokom leta i jeseni, praćeni vrlo visokim temperaturama vazduha, razvila se siromašna prirodna vegetacija na plitkim i lakim peskovitim zemljištima. U takvim agroekološkim uslovima obilne zimske padavine koje često predstavaljaju snažne pljuskove, utiču na pojačano ispiranje finih čestica zemlje iz površinskog i plićeg podpovršinskog sloja koje bujičnim vodotokovima dospevaju u niža priobalna područja i dalje u more. Istovremeno, južne padine, okrenute ka velikim pustinjama, izložene su jakim vetrovima koji duvaju iz pravca juga ka severu i podižu velike količine prašine i sitnog pustinjskog peska kojima zasipaju poljoprivredne površine, kako na južnim, tako i na severnim stranama okrenutim ka moru.

Zaštita poljoprivrednih površina na ovom širokom području od ova dva oblika erozije veoma je složena i često primenjene metode ne pružaju optimalnu zaštitu. Stoga se iz godine u godinu povećavaju površine koje se sve manje mogu koristiti za bilo koji oblik poljoprivredne proizvodnje jer su ugrožene procesom dezertifikacije, ali i vodnom erozijom. Prema brojnim istraživanjima sprovedenim na teritoriji Libije i susednih država borba protiv erozije je složeno pitanje koje treba rešavati primenom svih raspoloživih metoda za sprečavanje daljih procesa uništavanja poljoprivrednih površina i ograničavanja resursa neophodnih za proizvodnju hrane (*Stojicevicand Stojanovic*, 1981; *Joly*, 1990;*Vovk Korže*, 1998; *El-Tantawi*, 2005; *Kepner et al*., 2006; El-*Said and Saleem*,2008 i drugi).

4. 7. Načini zaštite zemljišta od erozije u Libiji

Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja problem erozije izazavane, kako abiotičkim, tako i biotičkim (antropogenim) faktorom, u Republici Libiji veoma je izražen. Treba istaći da se u protekloj deceniji na rešavanju pitanja smanjenja uticaja erozije na poljoprivredna zemljišta posvećuje se sve veća pažnja.

Prvi korak u sistemu racionalnijeg korišćenja poljoprivrednog zemljišta i uz smanjenje negativnog uticaja erozije na obradive površine jeste pružanje stručne pomoći farmerima. Prema planu, koji sprovodi vlada,posvećuje se sve veća pažnja edukovanju stručnjaka vezanih za primarnu poljoprivrednu proizvodnju. Stručna lica iz pojedinih užihoblasti biljne i animalne proizvodnje svoja znanja prenose neposrednim proizvođačima organizujući stručna predavanja. Na ovim radionicama poljoprivredni stručnjaci upoznaju

primarne proizvođače sa savremenim agrotehničkim merama podesnim za primenu u izmenjenim agroekološkim uslovima, kako navode *Thindal and Campbell* (2010). U svojim istraživanjia *Hassan* (2017) ističe da postoji velik broj pitanja koja treba rešiti kako bi se mogli primenili savremeni metodi u poljoprivrednoj proizvodnji, a da se pri tom očuvaju prirodni resursi, u prvom redu količina i kvalitet raspoložive vode.

Svako proširenje poljoprivrednih površina, odnosno privođenje poljoprivrednoj nameni neobrađivanih površina, za bilo koji oblik korišćenja (oranice, travne površine, voćnjaci ili šume) vezano je za povećanu potrošnju vode. Polazeći od činjenice da je voda, pored zemljištaprirodni resurs koji je u Libiji najugroženiji, rešenja ovih pitanja treba tražiti u najracionalnijem korišćenju oba resursa u cilju proizvodnje hrane.

Stoga se najviše pažnje poklanja izboru biljnih vrsta i njihovih genotipova, najbolje adaptiranih na semiaridne uslove mediteranskog područja Libije, koje se mogu gajiti uz najmanji utrošak vode. Za zalivanje useva i zasada trebalo bi koristiti prethodno prečišćene otpadne vode, zatim vodu sa povećanom koncentracijom soli. Da bi se što potpunije iskoristile upotrebljene količine vode važno je opredeliti se za sisteme navodnjavanja kojima su gubici najmanji, na primer podzemna irigacija, zatim kap po kap i slično.

U zaštiti od eloske erozije u proteklom periodu zasnivaju se višegodišnji šumski vetrozaštitni pojasevi. Za zasnivanje ovih pojaseva, prema preporukama stručnjaka, opredeljenje je za šumske vrste kojima se ostvaruje višestruka korist. Samo pravilan izbor vrsta i raspored u redovima pojasa, uticaće na smanjenjerazornog delovanja vetrova na poljoprivredne površine. Prema iskustvima zemalja u kojima su vetrozaštitni pojasevi već dugo u funkciji zaštite od eolske erozije, zapaženo je da ove biljne zajednice postepenomenjaju, odnosno poboljšavaju mikroklimatske uslovei životnu sredine u celini. Pozitivni efekti šumskih pojaseva u Libiji mogli bi imati višestruki značaj, posebno oko urbanih područja, a izborom vrsta šumskog drveća ostvarilabi se i ekonomska korist od plodova ili listova koji bi se koristitli u raznim granama industrijske prerade (prehrambena, tekstilna, farmaceutska, kozmetička i slično).

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

5. 1. Opšti opis područja istraživanja

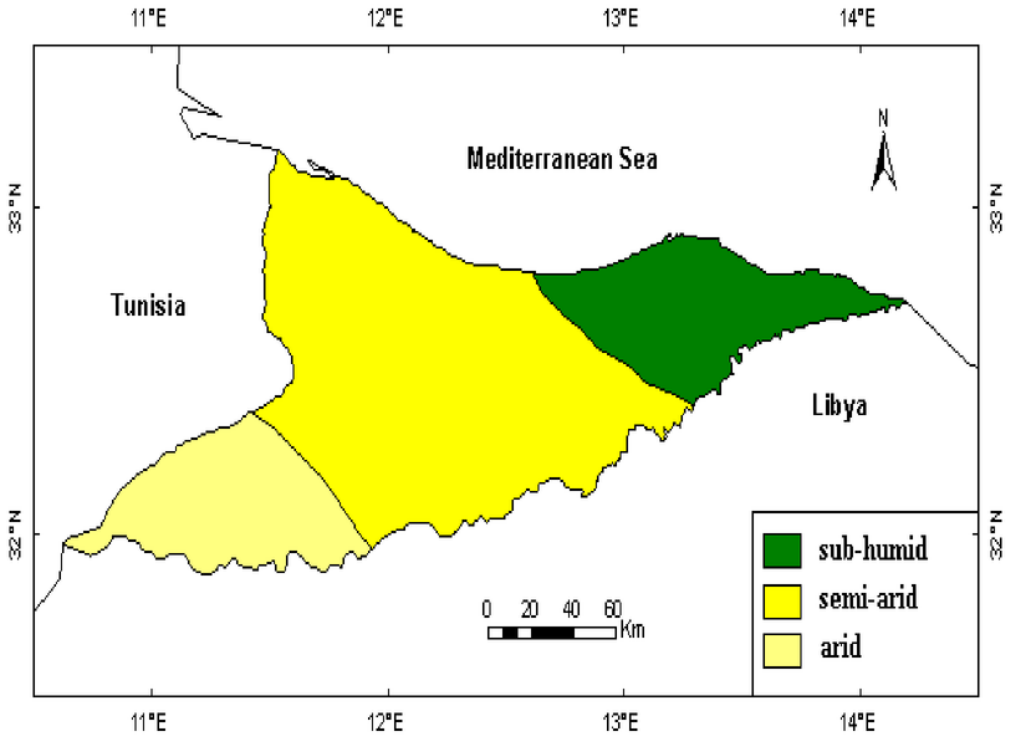
Područje istraživanja obuhvata primorsku niziju i brežuljkaste predele Republike Libije, zatim njeno bliže zaleđe i pustinjsku unutrašnjost sa nekoliko oaza pretežno u centralnom delu države.

Republika Libija se nalazi na geografskom prostoru između 9° i 34° severne geografske širine, i 9° i 26° istočne geografske dužine. Na istoku Libija graniči sa Egiptom, na jugu sa Čadom i Sudanom, na jugozapadu sa Nigerom, na zapadu sa Alžirom i Tunisom, dok na severu izlazi na Sredozemno (Libijsko) more. Ukupna površina Libije je 1.759.540 km² što je čini 16. najvećom državom na svetu. Libija predstavlja najveću mediteransku državu jer ima 1.900 km morske obale. Na osnovu geografskog položaja Republika Libija se može definisati kao mediteranska, severno-afrička, saharska država koja, istovremeno pripada i regionu Magreba (slike 1. i 2, Prilog 1).

U reljefuLibije mogu se izdvojiti tri celine: Mediteransko područje, zatim Libijska pustinja i Sahara. Područje uz Sredozemno more ili mediteransko je uski kopneni pojas, koji se proteže od granice sa Tunisom do granice sa Egiptom (slika 5). Na ovom području živi preko 95% stanovnika zemlje. U zapadnom delu ovog područja, oko Tripolijanalazi se plodna nizija Džefara, građena od sedimentnih stena, dok se na jugu izdiže plato Džabal Nafusa nadmorske visine 800 m. Džefara se nastavlja u Tripolitaniju, gde je kopno uvučeno u duboki zaliv koji ima brojne lagunei zalive. To su Malii Veliki Sirt. Dalje ka istoku nastavlja se severna oblast Kirenajkeu čijem predelu se ističe planina El Džebel el Ahdar nadmorske visine 876 m.

Mediteransko priobalno područje južnije od nizije Džefara postepeno prelazi u kamenite pustinjeHamada el Hamra i Hamada Tingert, koje dalje ka jugu zalaze u peskovita prostanstva Edejen Ubari i Edejen Muzruk. U krajnjim jugozapadnim predelima izdižu se visoravni Tasilin Adžer i Džado, koji prema istoku prelaze u podgorine Tibestija. U severnom delu ove podgorine nalazi se šljunkoviti plato Serir Tibesti, a u istočnim i jugoistočnim oblastima je Libijska pustinja, koja je građena od kambrijskih metamorfnih stena i prekrivena je moćnim slojem kvarcnog peska. Libijska pustinja, sa stanovišta biljne proizvodnje predstavlja najnepovoljniji klimatski predeo Libije u kome uopšte nema

padavina. Na celom prostoru, severno od zaliva Veliki Sirt i južno do platoa Enediu Čadu ne postoje oaze, niti bilo kakva naselja. Libijska pustinja se ka jugu blago izdiže od 100 m do 500 m nadmorske visine. U centralnom delu Libije dominira vulkanskiplato El Harudž el-Asvad nadmorske visine 1.200 m. Najviša tačka države je Biku Biti(2.267 m) na Tibestiju, a najniža tačka je u depresiji Sabhat Gizajil-47 m.



Slika 5. Klimatske zone Libije (izvor: *El-Tantawi,* 2005)

Libija je geografsko-politički podeljena na tri velike celine, teritorije. Ove oblasti se nazivaju Tripolitania, Cyrenaika (Kirenaika, Barka) i Fezzan.

Tripolitanija je najveća oblast koja obuhvata zapadne i severozapadne predele Libije. Obuhvata teritoriju od Sredozemnog mora do južnih predela gde se graniči sa oblasti Fezzan. Ukupna površina Tripolitanije iznosi oko 350.000 km^2 i ona je najnaseljeniji deo Libije budući da na ovom prostoru živi 63,3% ukupnog stanovništva države. Najgušće je naseljen mediteranski pojas koji ima najpovoljnije klimatske uslove. Istovremeno, u oblasti Tripolitanija su i najveće poljoprivredne površine. U ratarskoj proizvodnji preovlađuju prava žita (pšenica i ječam), zatim zrnene mahunarke (arahis, bob, naut, sočivo, vigna), krompir, duvan i jednogodišnje krmno bilje. Značajan je udeo obradivih površina koji se navodnjava

tako da su i prinosi navedenih ratarskih useva daleko veći nego u predelima ekstenzivne biljne proizvodnje bez navodnjavanja (*Azzabi*, 1993).

Kirenaika je oblast koja obuhvata istočnu Libiju. Na severu ovu oblast zapljuskuje Sredozemno (Libijsko) more i ona se prostire do krajnjih južnih (jugoistočnih) granica države. Uski mediteranski pojas ove oblasti ima najpovoljnije klimatske i zemljišne uslove za biljnu proizvodnju jer je ovo najvlažniji region u celoj zemlji.

Zahvaljujući blagim zimama i povoljnijem vodnom režimu, posebno u periodu jesen, zima i rano proleće, postoje optimalni uslovi za gajenje povrća i pravih žita, prvenstveno pšenice. Pored ratarskih useva na ovom području ima oko 4 miliona stabala voća (jabuke, lešnici, citrusi) i vinove loze (*Al-Idrissi et al*., 1996). Na severnim obroncima planina gaje se krmne leptirnjače i lekovito bilje, a razvijena je i proizvodnja meda odličnog kvaliteta.

Fezzan je jugozapadna oblast Libije koja je druga po ukupnoj površini, 551.170 km^2, ili 30% od državne teritorije, a treća po broju stanovnika. Na ovom području ima oko 442.100 stanovnika, koji žive u oazama okruženim planinskim visoravnima i isušenim rečnim koritima (vadi). Klima je vrlo nepovoljna usled velikih temperaturnih kolebanja tokom dana i potpunog izostanka padavina. Međutim, poljoprivredna proizvodnja je razvijena u brojnim oazama, a gajenje, kako jednogodišnjih biljaka (žita i povrća), tako i višegodišnih (urme, masline, smokve) omogućeno je korišćenjem vode iz fosilnih izvora (dubokih izdana).

5. 1. 1. Tipovi zemljišta područja istraživanja

Na nastanak zemljišta utiče više činilaca, među kojima u Libiji preovlađuju tri, a to su: matični supstrat, klima i reljef.

Tipovi zemljišta praktično odgovaraju klimatskim zonama, uvažavajući razlike u matičnoj osnovi i reljefu. Količina i raspored padavina i temperatura dva su najvažnija klimatska elementa za formiranje zemljišta u Africi. U većoj meri zapaža se uticaj hemijskih i biohemijskih procesa u zemljištu, naročito poroznost i eluvijalni proces (*Vovk Korže*, 1998).

Najveće površine ove države zauzimaju polupustinje i pustinje u kojima gotovo da nema biljnog pokrivača, sa izuzetkom nekoliko oaza u kojima rastu stabla dubokohodnog korenovog sistema, a najzastupljenije drvenaste vrste su smokve, masline, urme i uljane palme (*Buckle*, 1978).

Treba istaći da se u novije vreme preduzimaju mere pošumljavanja onih područja koja imaju malo povoljniji pedološki pokrivač i koja se nalaze pored izvora vode neophodne za navodnjavanje.

Na odabranim površinama zasnivaju se višegodišnji zasadi vrsta najbolje prilagođenih na specifične klimatske uslove centralnih područja Libije, a to su kedar mediteranski bor i eukaliptus.

Od celokupne teritorije Libije samo oko 1,6% površine (2.150.000 ha) obrađuje se u cilju dobijanja poljoprivrednih proizvoda. Najčešće se koriste kao oranice za ratarsko-povrtarsku proizvodnju i kao voćni zasadi. Prema podacima koje navodi *Laytimi*, 2002) za gajenje jednogodišnjih ratarskih i povrtarskih useva koristi se oko 1,82 miliona hektara, dok je oko 330.000 ha pod višegodišnjim zasadima. Ove poljoprivredne površine intenzivne biljne proizvodnje uglavnom se nalaze u uskom Mediteranskom pojasu.

U ostalim, manje povoljnim predelima oko 13,3 miliona hektara evidentirane su kao pašnjačke površine na kojima se odvija ekstenzivna stočarska proizvodnja (napasanje koza, ovaca, kamila, goveda i magaraca).

U unutrašnjosti zemlje preovlađuju velike teritorije pod pustinjama. Istočne oblasti pripadaju Libijskoj pustinji, a u južnim, centalnim i zapadnim predelima prostire se najveća pustinja na svetu Sahara.

Pod snažnim uticajem vrlo nepovoljnih klimatskih uslova, prvenstveno izostanka padavina, ekstremnih dnevnih temperaturnih kolebanja, ali i svakodnevnih vrelih vetrova (harmatan), zemljište je izgubilo humus i pretvoreno je u pesak. Samo u nekoliko oaza, pretežno u centralnom delu zemlje, dezertifikacija je zaustavljena zahvaljujući izvorima vode i vegetaciji (pretežno višegodišnjim drvenastim biljkama) kako ističe *Emgaili* (2003). U tim oazama je razvijen je takozvani oazni tip poljoprivredne proizvodnje koja podrazumeva gajenje višegodišnjih voćnih zasada, a na međurednom prostoru se rasađuju povrće i jagode, uglavnom za domaće potrebe i delom za lokalno tržište.

Kako navodi *Yousef* (1974) zemljišta Libije su uglavnom siromašna u biljnim asimilativima. Ukupan sadržaj rastvorljivih soli varira od malih vrednosti (0,08) do relativno visokih (0,6). Mala su variranja pH vrednosti i kreću se u rasponu 7,2-8,1. Uzorci zemljišta, koje je proučavao u najvažnijim poljoprivrednim područjima severnih oblasti Libije pripadaju karakterističnom pustinjskom tipu, svetle su boje i sa visokim sadržajem peska.

Proučavajući pedološki sastav zemljišta Libije *Stojicevicand Stojanovic* (1981); *El-Saed and Saleem* (2008); *Zaiad* (2010) su zaključili da je reljef Libije raznovrstan, počevši od priobalnih područja Mediterana, preko brdovitog zaleđa, do predela dveju velikih pustinja koje se prema jugu uzdižu u visok planinski masiv.Na ovom prostranstvu pod uticajem

reljefa, klime i antropološkog faktora formirali su se sledeći tipovi zemljišta: arenosol (eolski pesak), fluvisol (aluvijalno zemljište), kserosol (suvo zemljište), jermosol (sivo-smeđe zemljište) i rigosol (sirozemno zemljište).

- Arenosol ili eolski pesak je nerazvijena ili slabo razvijeni tip zemljišta, obrazovan na peskovitom supstratu, koji je podložan premeštanju pod uticajem vetra. Naziv potiče od grčke reči *Aeolus* (bog vetrova) i latinske *arena* (peščano borilište). Ovaj tip nerazvijenog zemljišta naziva se još živi pesak, pokretni pesak ili vejavac. Kompleksi ovih eolskih peskova poslužili su kao podloga za obrazovanje zemljišta različitog stepena razvijenosti. U centralnim oblastima na pojedinim lokalitetima ovaj tip zemljišta javlja se sa glinom i ilovačom. Budući da su vrlo siromašna u biljnim asimilativima, na njima može da uspeva samo nekoliko pustinjskih biljaka.

- Fluvisol ili aluvijalna zemljišta su nastala taloženjem različitog mineralnog materijala nanesenog poplavnim vodama reka. Međunarodni naziv fluvisol potiče od latinske reči *fluvis* (reka), što objašnjava poreklo zemljišta. Aluvijalna zemljišta u Libiji formirana su duž vodotoka, u priobalnoj mediteranskoj zoni gde poplavne vode sortiraju i talože grublji, peskoviti materijal. Kako učestalost i intenzitet poplava variraju, tako se menja i mehanički sastav nanosa.

- Kserosol ili suva zemljišta se formiraju u predelima gde su godišnje količine padavina 150-250 mm. Naziv potiče od grčke reči *ksero* (suv) i latinske *solum* (zemljište). Male količine padavina, kao i mesečni raspored, uz visoke temperature vazduha, nisu dovoljne za formiranje neprekidnog biljnog pokrivača. Nedostatak vode je glavni ograničavajući faktor biljnog pokrivača u polupustinjama i zato su takva zemljišta "embrionalna", a javljaju se u centralnim predelima do kojih dospevaju manje količine padavina sa Mediterana, pretežno u zimskom periodu.

- Jermosol je naziv za sivo-smeđe pustinjsko zemljište, a potiče od španske reči *jermos* (pustinja). Ovo zemljište omogućava razvoj vrlo oskudne, sporadične pustinjske vegetacije. Iz tih razloga, biološka transformacija zemljišta je vrlo mala, a hemijsko razlaganje minerala je potisnuto fizičkim. Zato je pustinjsko zemljište plitko, čemu doprinose i dominantni jaki vetrovi koji u ovim regionima razvejavaju, ne samo fine čestice zemljišta, već i sporadične akumulacije iskristalisanih soli. Usled jake eolske erozije ostaje stenovito-kamenita površina koja u pustinji nosi naziv hamada, od arapske reči *hammada* (kaldrma).

- Regosol ili sirozem, je nerazvijeno zemljište na šta upućuje i prevod njegovog naziva-sirov. Matični supstrati, na kojima se obrazuje sirozem, lako podležu mehaničkom raspadanju dajući rastresiti regolit. Kao supstrat služe lapori, peščari, škriljci i neke eruptivne stene zrnaste strukture. Povoljan ilovasto-glinovit mehanički sastav i vodno-fizičke osobine lesa, udeo karbonata (30% $CaCO_3$) i sadržaj humusa (do 1%) u njemu, čine da je sirozem na ovoj silikatnoj podlozi optimalno stanište za lozu i voćne zasade.

5. 1. 2. Drenaža i vodni resursi područja istraživanja

Ukupni vodni resursi područja istraživanja, obuhvataju površinske vode, i to tekuće u nekoliko reka koje izviru na severnim stranama brdsko-planinaskog područja rasprostranjenih uz mediteransku oblast, kao i urezervoarima stvorenim podizanjem brana na rečnim tokovima. Do sada je u Libiji izgrađeno oko 20 brana kojima je stvoren prostor u kome se godišnje može akumulirati preko 60 miliona kubnih metara vode (*Dams brochure*, 2012). Od navedene količine, sačuva se samo 30-40 miliona kubnih metara usled brojnih gubitaka (*Aqueil et al*., 2012).Stoga se u suvim rečnim koritima (vadima) i dalje dograđuje i proširuje kapacitet većeg broja brana kako bi se zadržalo i sačuvalo što više vode koja potiče od povremenih ali često i vrlo obilnih padavina. Stvorena veštačka jezera služe kao rezervoari za vodu i za kontrolu poplava i erozije. Oblasti oko vada, sa branama i rezervama vode su gusto naseljena, a voda se koristi u industriji, manje za potrebe u domaćinstvima, a deo se utroši za zalivanje useva i zasada.

Gustina naseljenosti zavisi od količine vode u akumulacijama, koje su iz godine u godinu sve manje usled povećane potrošnje u većim urbanim sredinama, ali i kao posledice globalnih klimatskih promena i izostanka obilnijih padavina tokom zimsko-prolećnog perioda. Zbog toga je vlada uradila više projekata vezanih za kontrolisanu potrošnju vode i pronalaženje novih izvora voda, na primer desalinacijom morske vode, kako ističu *Wheida and Verhoeven* (2007).

Jedan od projektnih zadataka u cilju povećanja raspoložive vode je i intenzivnije pošumljavanje ovih područja kako bi se šumskom vegetacijom uticalo na poboljšanje vodnog režima ovog područja.

U celini, Libija je siromašna nadzemnim vodama tako da zbog izostanka redovnih i obilnijih padavina na celoj teritoriji, stalni vodeni tokovi su vrlo retki, i pored toga što ima oko 20 stalnih jezera, ali sa slanom vodom. Izuzetak je područje mediteranskog pobrežja, na kome ima nekoliko sezonskih rečica (vadi) koji teku od juga ka primorskim nizijama ulivajući se u Libijsko more.

Sledeći vodni resurs predstavljaju podzemne vode koje se sakupljaju u relativno plitkim izdanima. Ove rezerve vode nastale su prodiranjem površinske vode od padavina i predstavljaju obnovljiv vodni resurs.

Izvori obnovljive podzemne vode nalaze se u severnim predelima države u kojima ima više zimskih padavina. Njihove rezerve se procenjuju na oko 650 miliona kubnih metara godišnje. Pored ovih Libija, posebno središnji deo države i južne pustinjske oblasti imaju značajne količine fosilne vode u dubokim izdanima koje su otkrivene tokom pronalaženja nafte. Prema podacima koje navodi *Nasar* (2017), južne oblasti Libijske pustinje plutaju na ogromnim rezervama vode. Ukupne rezerve dubokih podzemnih voda procenjuju se na oko 99.500 km^3 i ovi, neobnovljivi izvori vode imaju veliki značaj za ukupnu privrednu delatnost i potrebe stanovništva za slatkom vodom. Prema podacima koje navode *Abdudayem and Scott* (2014) i drugi autori, oko 95% ukupne vode obezbeđuje se sa ovih izvorišta.

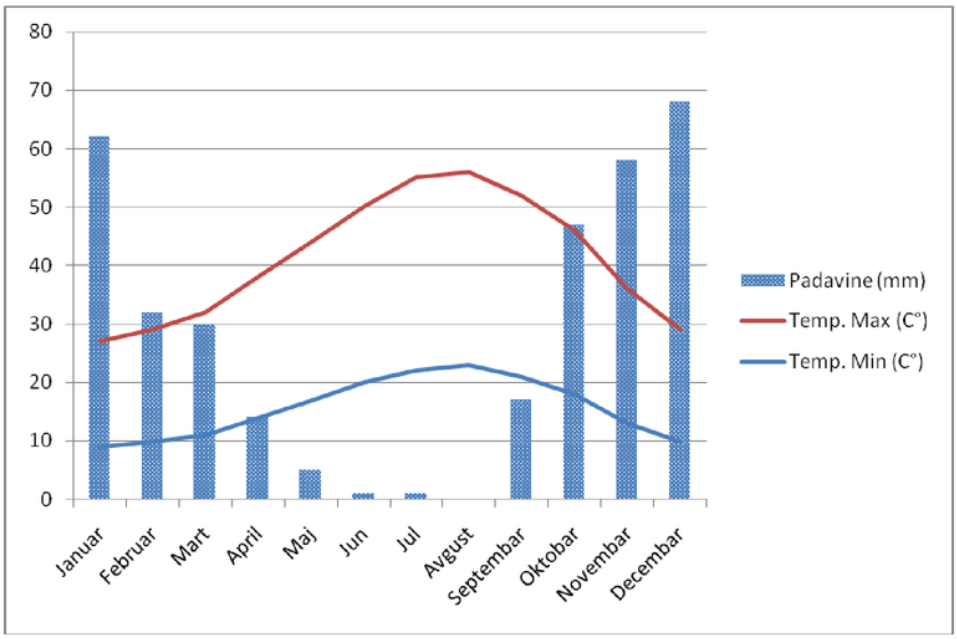
5. 1. 3. Klima područja istraživanja

Uski priobalni pojas od granice sa Tunisom, na zapadu, do granice sa Egiptom, na istoku, pod uticajem je tople mediteranske klime. Prosečne zimske temperature vazduha su iznad 10°C. Srednja januarska temperatura varira od 11,1°C u Tripoliju, do 13,3°C u Bengaziju. Srednje letnje temperature vazduha su iznad 25°C (julska temperatura u Tripoliju je 27,2°C).

Na vodni režim ovog područja najveći uticaj imaju godišnja strujanja vazduha. Tako, vlažni vetrovi koji u toku kasne jeseni, zime i ranog proleća duvaju sa Mediterana donose kišne oblake i najveće količine padavina u tom periodu godine. Prema višegodišnjem proseku godišnje sume padavina u mediteranskom području značajno variraju i kreću se od 269 mm (Benghazi), do 540 mm u najvlažnijem području Kirenaika koja predstavlja planinsku oblast na severoistoku zemlje (tabele 2, 3, 4. i 5 i klimadijagrami 1, 2, 3. i 4).

Tabela 2. Srednje mesečne temperature vazduha i količine padavina mediteranskog područja (Tripoli)

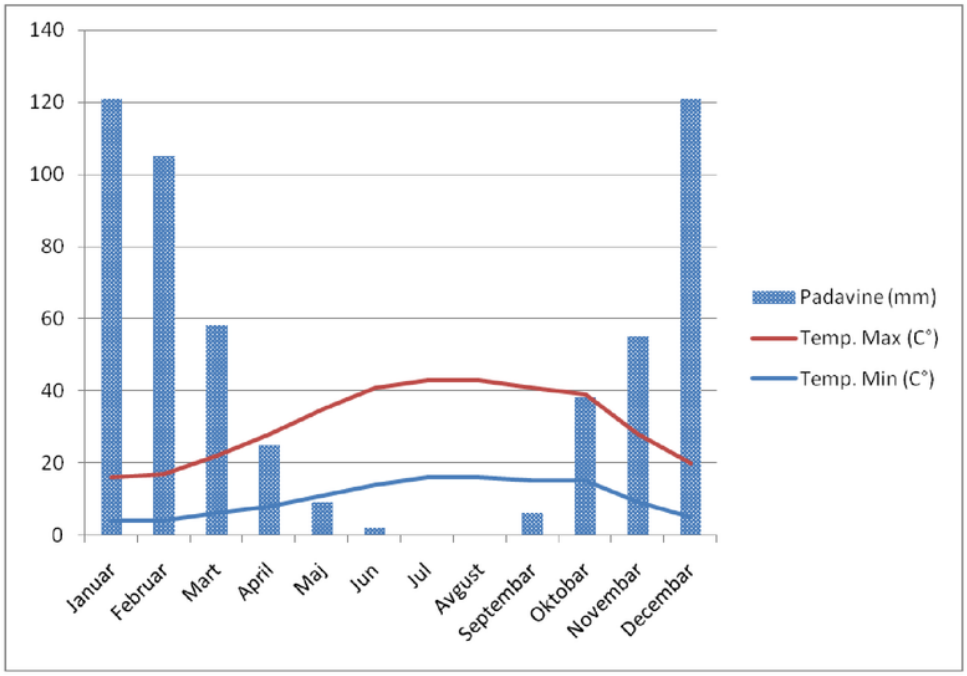
Mesec	Min (C°)	Max (C°)	Padavine (mm)
Januar	9	18	62
Februar	10	19	32
Mart	11	21	30
April	14	24	14
Maj	17	27	5
Jun	20	30	1
Jul	22	33	1
Avgust	23	33	0
Septembar	21	31	17
Oktobar	18	28	47
Novembar	13	23	58
Decembar	10	19	68
Godišnji prosek, sume	15,7	24,7	334



Klimadijagram 1. Toplotni i vodni režim za Tripoli

Tabela 3. Srednje mesečne temperature vazduha i količine padavina mediteranskog područja (Bayda)

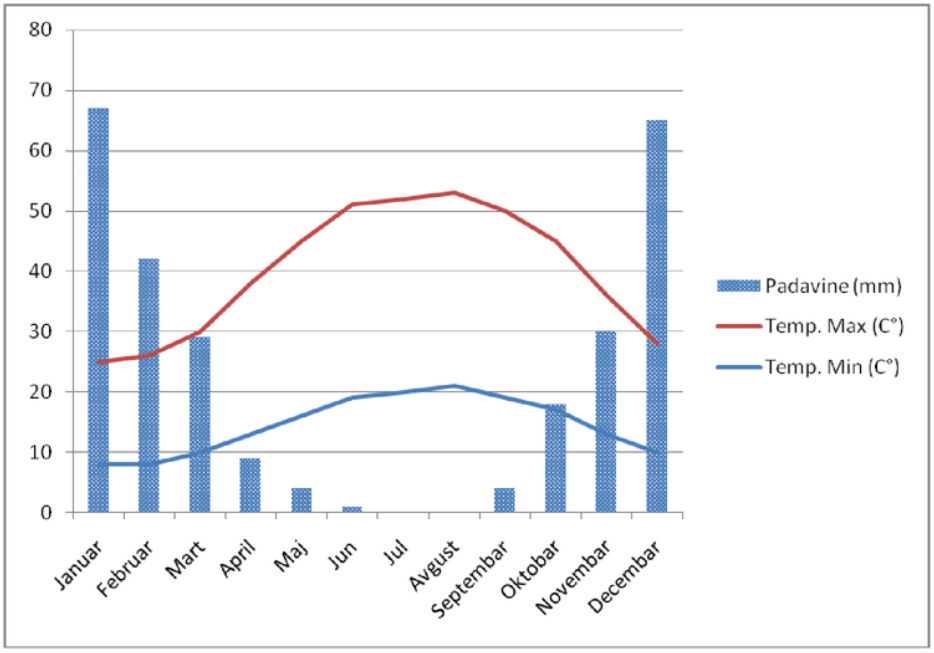
Mesec	Min (°C)	Max (°C)	Padavine (mm)
Januar	4	12	121
Februar	4	13	105
Mart	6	16	58
April	8	20	25
Maj	11	24	9
Jun	14	27	2
Jul	16	27	0
Avgust	16	27	0
Septembar	15	26	6
Oktobar	15	24	38
Novembar	9	19	55
Decembar	5	15	121
Godišnji prosek, sume	10,3	16,3	540



Klimadijagram 2. Toplotni i vodni režim za Baydu

Tabela 4. Srednje mesečne temperature vazduha i količine padavina mediteranskog područja (Benghazi)

Mesec	Min (°C)	Max (°C)	Padavine (mm)
Januar	8	17	67
Februar	8	18	42
Mart	10	20	29
April	13	25	9
Maj	16	29	4
Jun	19	32	1
Jul	20	32	0
Avgust	21	32	0
Septembar	19	31	4
Oktobar	17	28	18
Novembar	13	23	30
Decembar	10	18	65
Godišnji prosek, sume	14,5	25,4	269



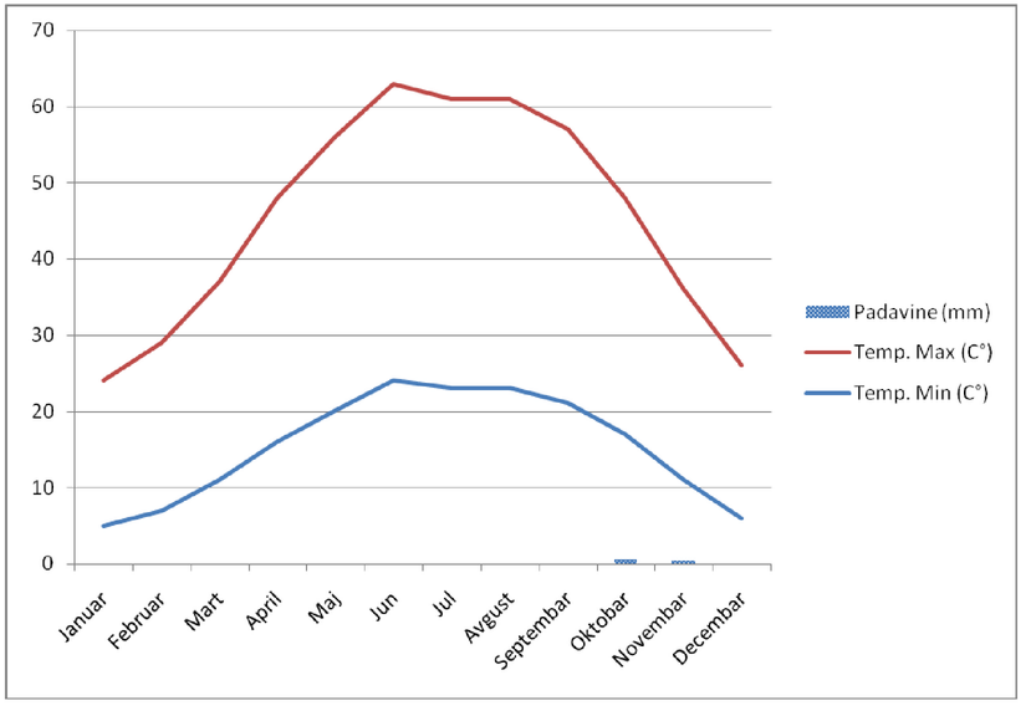
Klimadijagram 3. Toplotni i vodni režim za Benghazi

Idući ka južnim obroncima brdsko-planinske oblasti koja se pruža od istoka ka zapadu, ukupne količine padavina naglo se smanjuju i iznose oko 100 mm godišnje. Na severnim obroncima mediteranske Libije postoje manji vodotokovi koji teku prema Libijskom moru. Najpoznatiji, iako izuzetno kratki tokovi primorja su Vadi el-Hamim, Vadi Zamzam i Vadi Baj el-Kabir (*Elfadli*, 2009). Ovi rečni tokovi u pojedinim godinama mogu i da presuše (vadi). Vodni režim ovih rečica zavisi od količine i rasporeda padavina.

U unutrašnjoj, pustinjskoj oblasti zemlje, klima je tipičnog pustinjskog karaktera. Srednje januarske temperature su iznad 10°C, a julske oko 35°C, dok ekstremne vrednosti dostižu i preko 50°C. U pustinjama se pesak preko dana ugreje do 60-70°C. Središnji i južni predeli Libije su pod uticajem pasata koji tokom zime duvaju u pravcu severozapad-jugoistok. Posebno je snažan suvi i topli vetar harmatan, koji duva po ceo dan. Pod uticajem Atlantske depresije u Libijskoj pustinji česte su peščane oluje tako da su u centralnim predelima kiše prava retkost. U području grada Bayda, koji se nalazi u centralnom delu zemlje, prosečne godišnje sume padavina su oko 3 mm, dok u krajnjim južnim predelima količine padavina variraju, od 10 mm (Edejen Muzruk), do 120 mm u pobrežjima Tibestija i Tasilin Adžera. Stoga su uslovi za život u centralnim i južnim predelima Libije izuzetno nepovoljni i surovi, osim u nekoliko oaza (tabela 4).

Tabela 5. Srednje mesečne temperature vazduha i količine padavina centralnog područja (Sabha)

Mesec	Min (°C)	Max (°C)	Padavine, mm
Januar	5	19	0,3
Februar	7	22	0,3
Mart	11	26	0,2
April	16	32	0,2
Maj	20	36	0,2
Jun	24	39	0,1
Jul	23	38	0,0
Avgust	23	38	0,0
Septembar	21	36	0,2
Oktobar	17	31	0,6
Novembar	11	25	0,4
Decembar	6	20	0,3
Godišnji prosek, sume	15,3	28,5	2,9



Klimadijagram 4. Toplotni i vodni režim za Sabhu

5. 1. 4. Vegetacija područja istraživanja

Biljni pokrivač Libije je pretežno oskudan, naročito u pustinjskim predelima. Broj vrsta, kao i bujnost biljaka značajno zavise od količina i rasporeda padavina tokom godine.

U priobalnim ravnicama u godinama obilnijih padavina najzastupljenije su jednogodišnje i višegodišnje vrste iz porodice trava. Pored travnih vrsta na ovom području rastu asfodeli (porodica ljiljana) i jubule (*genus Jubula*). Severno područje, planina Jabal al-Akhdar - gde je uticaj Mediterana najdominantniji - obraslo je niskom i relativno gustom šumom (ili makijom) kleke i mastike. To je jedino šumsko područje Libije koje pokriva svega 1% poljoprivredno-šumskog zemljišta države. Južne padine brdsko-planinskog područja, imaju značajno manje količine padavina tako da su šumske vrste jako proređene, tako da seumesto drvenastih vrsta javljaju zeljaste biljke. Iz porodice trava (jednogodišnjih i višegodišnjih) najzastupljeniji su bezosni vlasen, ljuljevi, kanarska trava i livadarke. Zapadni predeli Nafūsah platoa obrasli su semiaridnim pašnjačkim vrstama trava koje zauzimaju doline između neplodnih brdsko-planinskih vrhova. Pored zeljanica na ovom platou rastu i grmovi divljeg pistaća i vrste asfodel. U semiaridnim stepama vegetacija je, takođe retka. Samo u izolovanim džepovima rastu biljne vrste visokotolerantne na sušu. U periodima

godine kad ima padavina, rastu i pojedine vrste iz porodice trava, a ukoliko su kiše obilnije, javljaju se i neke leptirnjače (žuta i hmeljna lucerka). Tokom godine najčešće rastu vrste koje podnose visoke koncentracije soli, na primer višegodišnji žbunovi roda *Thymelacea*. Pored ovih rasprostranjene su i neke vrste pepeljuga, zatim pelen, kovilje (halfa trava)i vrste roda*Asphodelus* (slike 13. i 14, Prilog 1). Od drvenastih žunova uspevaju tamarind, smokva, arapska akacijai tako dalje. U oazama južnih oblasti Libije, i to gde postoje izvori vode za zalivanje, rastu uljane palme, datule, masline i citrusi.

U zonama pustinja godišnje količine padavina su ekstremno male, tako da je i vegetativni pokrivač oskudan. Ipak, neke vrste, poreklom iz semiaridnog područja, uspevaju u rečnim dolinama povremenih vodotokova vadija.

5. 1. 5. Načini korišćenja zemljišta područja istraživanja

Od celokupne teritorije Libije oko 90% površina čini neplodno zemljište. Na preostalih 10% površina pod oranicama je 1%, pod prirodnim travnjacima (livade i pašnjaci) 8%, pod voćnim zasadima 0,6% i pod šumama 0,4% površine koja se koristi u biljnoj proizvodnji kako navode *Kicošev i Golubović* (2002).

5. 1. 6. Poljoprivreda područja istraživanja

U celini poljoprivredna proizvodnja je veoma značajan sektor privrede Libije. Poljoprivredni proizvodi obezbeđuju stanovništvo i domaće životinje hranom smanjujući potrebe za uvozom i time pozitivno utiču na ekonomiju države. Poredeći razvijenost poljoprivredne proizvodnje sa visokorazvijenim zemljama sveta može se zaključiti da je ona daleko zaostaje po produktivnosti i kvalitetu proizvoda. Razlozi su brojni, ali na prvom mestu treba istaći malu prirodnu plodnost većine poljoprivrednih površina, zatim nepovoljne klimatske uslove zbog kojih se biljna proizvodnja može razvijati samo uz navodnjavanje useva, kao i tradicionalni način proizvodnje na malim i rascepkanim parcelama uz mala ulaganja i izostanak savremen poljoprivredne mehanizacije. Prema najnovijim statističkim podacima u Libiji je registrovano 164.000 poljoprivrednih gazdinstava i zadruga. Kako ističe *Hassan* (2017) oko polovine farmera poseduje do 5 hektara obradivog zemljišta, oko 25% čine farme koje imaju 5-10 ha zemljišta. Samo 0,5% farmi poseduje više od 100 hektara obradivog zemljišta i one su pretežno u vlasništvu države.

Glavna poljoprivredna područja nalaze se na severu države u priobalnom pojasu Mediterana koji administrativno pripada oblastima Tripolitanija i Kirenaika. U trećoj oblasti, poljoprivredne površine su veoma male i nalaze se u nekoliko oaza. Poljoprivrednom proizvodnjom bavi se oko 19% aktivnog stanovništva.

5. 1. 6. 1. Proizvodnja useva

U ratarskoj proizvodnji najveće površine su pod pravim žitima. Prema podacima GIEWS (2017), najviše se gaji pšenica, a na drugom mestu je ječam. Pored ovih hlebnih žita veće površine su pod prosom, a u protekloj deceniji sve više se gaji i krompir.

Prinosi najvažnijih ratarskih useva su jako mali, tako je prosečan prinos pšenice oko 800 kg ha^{-1}, a ječma ispod 500 kg ha^{-1}. Površine pod žitima iz godine u godinu značajno se smanjuju usled malih prinosa po jedinici površine, posebno na površinama na kojima se ne primenjuje navodnjavanje. U proteklim decenijama površine pod žitima smanjene su za oko 50%. U današnje vreme pod pšenicom i ječmom nalazi se oko 200.000 hektaraili samo 18% od ukupnog obradivog zemljišta.

U povrtarskoj proizvodnji, na prosečnim površinama oko 441.900 hektara najviše se gaje paradajz, kupusnjače, luk, mahunarke (bob, pasulj, sočivo), zatim plodovito povrće lubenice i dinje. Prema statističkim podacima godišnje se proizvede oko 700.000 tona različitog povrća. Od biljaka za industrijsku preradu najzastupljeniji su duvan i krompir. Treba naglasiti da se posebna pažnja posvećuje proizvodnji krompira, biljke kojom se, po jedinici površine, obezbeđuju značajne količine hrane za ljude. U proteklih nekoliko decenija površine pod krompirom povećane su za dva do tri puta, dostigavši u 2016.godini 37.235 ha. Prosečan prinos je 19.580 kg ha^{-1}, a ukupna proizvodnja krtola 337.465 tona.

Zahvaljujući dugoj vegetacionoj sezoni koja traje celu godinu, na površinama u sistemu sa navodnjavanjem može se gajiti i nekoliko useva godišnje. Prinosi ovih useva nešto su veći jer se gaje na boljim zemljištima i uz intentivniju agrotehniku. Međutim, u poređenju sa zemljama u okruženju i mediteranskim zemljama Evrope, prosečni prinosinajvažnijih useva značajno su manji.

Najveća ulaganja su u voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji koja se odvija na najkvalitetnijim zemljištima u primorskim oblastima istočne Libije. Ova proizvodnja, u kojoj se nalaze plantaže narandži, limuna, kajsija, badema i vinove loze, pretežno je u sistemu za navodnjavanje. Sa ukupno 442.000 hektara pod navedenim voćnim vrstama proizvede se više od 650.000 tona voća. Proizvodnja urmi najrazvijenija je u oazi Kufra.

U proteklih nekoliko decenija evidentan je porast proizvodnje maslina dostigavši u 2016. godini površinu od 35.790 ha, prosečan prinos od 5.282 kg ha^{-1} i ukupnu proizvodnju plodova od 188.975 tona (FAO podaci).

Za navodnjavanje se koristi voda iz podzemnih pustinjskih jezera Sahare koja pritiče samotokom usled visinske razlike od oko 500 m u odnosu na priobalni pojas.

U ekstenzivnoj biljnoj proizvodnji zastupljene su travne vrste roda *Stipa*, na primer kovilje- kopljasta trava(*Stipa arabica* L) i roda *Desmostachya*esparto - halfa trava (*Desmostachya bipinnata* (L.) Stapf). U aridnim predelima severne Afrike najčešće rastu samoniklo, ali postoje i gajene forme.Ove višegodišnje vrste mogu da rastu na suvim, siromašnim i zaslanjenim zemljištima obrazujući travne površine kojima uspešno sprečavaju dezertifikaciju (*Sastry and Kavathekar*, 1990; *Ahmad et al.,* 1992). Na prirodnim travnim površinama koriste se kao voluminozna stočna hrana iako nemaju veliku hranljivu vrednost.

Nadzemna biomasa ovih biljaka, dok su još mlade,može poslužiti za napasanje kamila, konja i goveda. Sazrevanjem biljakai semena esparto i halfa trave nadzemna biomasa se može pokositi i iskoristiti kao sirovina za proizvodnju fine hartije, veštačke svile i drugih tkanina (*Прохоров*, 1978; *Elgaili*, 1983). Značaj halfa trave ogleda se i u činjenici da u nadzemnim organima sadrži velike količine lekovitih supstanci koje imaju antimikrobno, antiinflamatorno, antiperetičko, anticancerogeno, diuretičko, analgetičko, antioksidantsko hepatoprotektivno, antidiabetsko, antibronhialno i antihistaminsko dejstvo. U farmceutskojindustriji ove supstance se koriste za proizvodnju lekova (*Bolus*, 1983; *Al-Snafi*, 2016).

Na velikim površinama aridnih stepa stanovništvo Libije bavi se ekstenzivnom stočarskom proizvodnjom. Na ovim površinama ulaganja u regeneraciju biljnog pokrivača su zanemarljiva, tako da su one, uz intenzivno korišćenje, najpodložnije eolskoj eroziji i dezertifikaciji.

5. 1. 6. 2. Stočarska proizvodnja

Stočarska proizvodnja je slabije razvijena, pretežno je ekstenzivnog nomadskog karaktera (*Vujadinović*, 2009). Stočni fond obuhvata oko 4.500.000 ovaca, 1.250.000 koza, 150.000 goveda, 50.000 kamila, 45.000 konja i oko 30.000 mazgi, mula i magaraca. Gaji se prosečno i oko 25.000.000 različite živine. U proteklom periodu od 10 godina zapažen je porast broja grla ovaca i goveda za oko 30%. Broj koza ostao je na istom nivou, dok je broj kamila smanjen za oko 40%. Zabeležen je i porast broja živine, posebno pilića za tov (brojlera). Libija je bogata raznovrsnim animalnim genetičkim resursima zahvaljujući velikom broju autohtonih rasa. Poznate su domaće rase ovaca *Abidi, Barki,Maur, Sicilo-*

Sarde, Tuareg i druge. Od rasa koza izdvajaju se *Mahali, Targhai, Tebawi*. Na prostoru Libije (i ostalih zemalja severne Afrike) najrasprostranjenije je kratkorogo govedo *Bos taurus*, koje je pripitomljeno u Aziji odakle je preneseno na ove prostore.

Prema dostupnim podacimaodnos potreba za stočnom hranom i proizvedenoj količini hrane vrlo je nepovoljan. Celokupna količina hrane dobijena od krmnih biljaka, slame, zrna i sporednih proizvoda prehrambene industrije (mekinje, stočno brašno uljane pogače koje ostaju posle ceđenja ulja pamuka, lana, suncokreta, sezama, kukuruza, sirka),daleko je manja od stvarnih potreba domaćih životinja. Prema procenama domaćih stručnjaka ona čini samo oko 10% od ukupne količine proizvedene stočne hrane, dok se 90% obezbeđuje sa travnjaka. Nesigurna proizvodnja hrane na stepskim travnjacima razlog je što su domaće životinje često izložene neishranjenosti i bolestima, posebno u sušnim godinama, kada gubici u broju grla mogu dostići vrednosti i do 60% (*Hassan*, 2017).

Nomadska stočarska proizvodnja je najčešći način obezbeđenja domaćih životinja hranom i ona je razvijenija u oblasti Kirenaike. Na siromašnim i često degradiranim prirodnim travnim površinama usled neracionalnog korišćenja tokom napasanja domaće životinje ne mogu obezbediti potrebne količine voluminozne stočne hrane. Pojedinačna ulaganja u popravku ovih površina zanemarljiva su i često skupa, tako da se za sada malo radi na njihovoj revitalizaciji. Nepoznavanje savremenih načina korišćenja travnjaka od stane pastira još više ubrzava procese erozije na ovim površinama. U novije vreme negativan uticaj klimatskih promena i sve manje količine vode, kako od padavina, tako i iz podzemnih izvora sve više ugrožavaju domaće životinje i ljude zbog nestašice hrane. Država je vezana za uvoz sve većih količina hrane za potrebe domaćih životinja i stanovništva. Povećanje cena uvozne hrane stavlja u nepovoljan položaj veliki broj stanovništva, jer ne mogu obezbediti sredstva za nabavku potrebnih namirnica. Ova negativna pojava izaziva sve češće nemire u državi.

Rešavanje problema moguće je jedino širokom akcijom države koja bi uložila velika sredstva na popravku opšteg stanja poljoprivrednih površina primenom savremenijih agrotehničkih mera. Kad su u pitanju travnjaci, neophodno je izvršiti hidromeliorativnu popravku ovih površina, a to podrazumeva nivelisanje površina i postavljanje sistema za navodnjavanje. Pri tom treba koristiti sve kategorije vode koje su podesne za navodnjavanje biljaka. Drugi korak je primena sledećih agrotehničkih mera:

- podsejavanje novih produktivnijih višegodišnjih trava i leptirnjača i
- dopunska ishrana biljaka upotrebom svih oblika organskih i mineralnih hraniva.

Sistemom planske ispaše potrebno je predvideti periode za regeneraciju biljaka uz prihranjivanje kako bi se travnjaci što pre mogli ponovno koristiti za napasanje. Značajno je i

obezbediti optimalne količine kvalitetne vode za napajanje domaćih životinja, posebno u periodima velikih letnjih vrućina.

Za ova ulaganja potrebna su velika nočana sredstva tako da bi prethodno trebalo izvršiti grupisanje površina, kao i rešiti imovinsko-pravne odnose kako bi se troškovi rehabilitacije i rekultivacije travnjaka podjednako rasporedili na korisnike ovih površina. Na površinama sa izvedenim meliorativnim i agrotehničkim popravkama stočarska proizvodnja bi se podigla na jedan viši održivi nivo jer bi se sa manjim brojem uslovnih grla po jednici površine postizali isti ili veći prirast što bi, u celini, uticalo i na poboljšanje ekosistema (manje zagađivanje životne sredine, manja potrošnja vode i drugih inputa u ovaj vid proizvodnje hrane).

Prvi rezultatikvalitativnih promena u ovoj oblasti sve više se zapažaju. Odgajivači domaćih životinja, koji su prihvatili savremenije zootehničke mere, postaju sve veći robni proizvođači, pojavljuju se na tržištu sa većim količinama mleka i mlečnih proizvoda, mesa, kao i sporednih proizvoda stočarske proizvodnje. Za dobijena sredstva sebi obezbeđuju raznovrsniju hranu i mogu nabaviti koncentrovanu stočnu hranu za pojačanu ishranu svojih grla. Sve to postepeno utiče i na podizanje nivoa celokupne ratarsko-stočarske proizvodnje.

Kad je u pitanju gajenje živine ono je skoncentrisano oko najvećih urbanih centara i najčešće se ova proizvodnja odvija uz primenu savremenih zootehničkih metoda, tako da su i rezultati na prosečnom svetskom nivou.

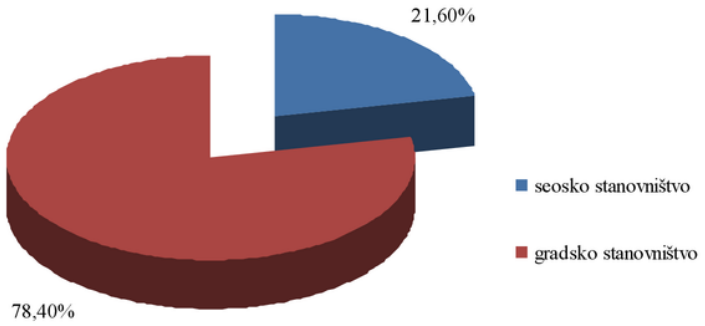
Libija ima morsku obalu dužine 1.770 km. Međutim, more uz obalu je pretežno plitko, sa dugim peščanim plažama. Stoga je voda siromašna planktonom neophodnim za ishranu riba. Ribarski brodovi su sa plitkim gazom u moru. Većina ribarske flote je smeštena u zalivima Veliki i Mali Sirt gde je izgrađena luka Zuwara i nekoliko hladnjača da bi se povećao obim ove privredne grane.

Zahvaljujući ovim akcijama vlade, ribolov je postao važna privredna grana u proizvodnji hrane što je rezultiralo i povećanjem godišnjeg ulova sa 4.000 tona na oko 10.000 tona ribe. Najviše se ulovi tuna i sardina, a značajan je i ulov lignji. More uz libijske obale bogato je sunđerima, ali monopol imaju grčki ribolovci koji su savremeno opremljeni za ovaj lov. Na poslovima ribolova i prerade ribe angažovano je oko 12.000 radnika ili manje od 1% ukupne radne snage i njen doprinos u BDP poljoprivrede iznosi oko 10%.

5. 1. 7. Stanovništvo područja istraživanja

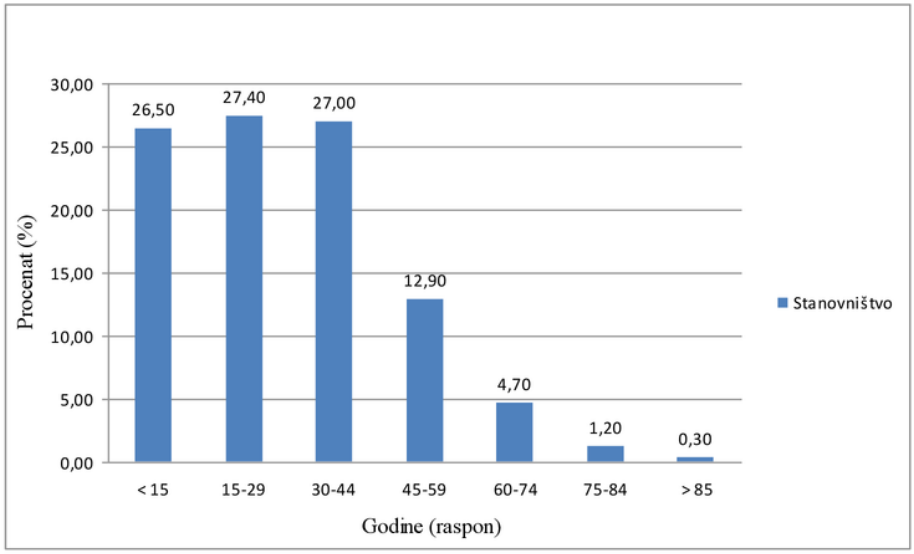
Prema podacima *Libyan people and Ethnic tribes* (2016), na teritoriji ukupne površine 1.757.000 km^2 bilo je 6.461.254 stanovnika, ili 3,8 stanovnika na kvadratnom

kilometru. To Libiju svrstava u države sveta sa veoma retko naseljenom teritorijom. Stanovništvo je veoma neujednačeno raspoređeno i variranje je od jednog do 55 stanovnika po km². Najviše stanovništva, čak 90%, skoncentrisano je u uskom priobalnom pojasu. U većim gradovima, kao što su Tripoli, Bengazi, Misrata, Sabha i El Baida živi oko 78% stanovništva (grafikon 1).



19
Grafikon 1. Odnos gradskog i seoskog stanovništva u Libiji, %

Polna i starosna piramida populacije Libije izuzetno je povoljna i pravilna. Prema podacima, koje je objavila *Encyclopedia Britanica* (2014), prosečna dužina života je 75,45 godina, oko 34% stanovnika je mlađe od 15 godina, a broj dece po porodici je 3,01 (graf. 2).



Grafikon 2. Udeo stanovništva po godinama starosti

Poljoprivrednom proizvodnjom bavi se 17% aktivnog stanovništva i celokupna poljoprivredna delatnost u ukupnom bruto društvenom proizvodu učestvuje sa 4,2% (*Mapping of natural resources for agricultural use and planning in Libya*, 2006).

5.2. Metodologija istraživanja

Pri izradi ove disertacije korišćene su osnovne analitičke i sintetičke metode istraživanja i saznanja, na primer analiza dobijenih podataka, komparacija sa sličnim rezultatima u okruženju i svetu, kao i metode indukcije (proučavanje četiri lokaliteta i zaključivanje o opštoj pojavi proučavanog pitanja, u konkretnom slučaju uticajuerozije i metodima ublažavanja posledica na poljoprivredne površine u Libiji).

Podaci, koji su korišćeni u ovom radu, prikupljeni su iz rezultata dosadašnjih istraživanja pitanja erozije zemljišta u svetu, Srbiji i Libiji. Prikupljeni podaci sistematski su obrađeni i poređeni sa klimatskim promenama, čiji je uticaj na poljoprivredna zemljišta sve više izražen. U takvim agroekološkim uslovima, i uz povećanje broja stanovnika usled velikih migracija, značajno se narušava ekositem priobalnih poljoprivrednih područja Libije.

Terenska istraživanja izvedena su na četiri lokaliteta. Od ovog broja, tri su vezana za mediteransku oblast, koja je i najvažnija za poljoprivrednu proizvodnju Libije. To su rejoni Tripolija, Bayde i Benghazija. Četvrto područje je karakteristično po tome što se nalazi u pustinji (Sabha) i biljna proizvodnja se odvija u sistemu oaznog ratarstva, vezanog za izvore vode iz dubokih izvorišta.

5.2.1. Izvori podataka

Za prikupljanje podataka za izradu ove disertacije određena su četiri tipična poljoprivredna područja. Prvi rejon, idući od istoka ka zapadu, je Bayda (oblast Kirenaika). Ovaj rejon odlikuje se najpovoljnijom klimom i najvećom godišnjom sumom padavina od 540 mm. U takvim uslovima i poljoprivredna zemljišta su najkvalitetnija. Stoga je i poljoprivredna proizvodnja najrazvijenija, a preovlađuje gajenje povrća, voća i vinove loze. Razvijena je stočarska proizvodnja stajskog tipa i proizvodnja stočne hrane je na oranicama. Istočna područja su pod šumama koje svojom masom značajno utiču na mikroklimu ovog područja ublažavajući letnje vrućine i produžavajući kišni period do maja.

Drugi rejon Benghazi, takođe pripada oblasti Kirenaika. Nalazi se samo 174 km na zapad od Bajde, ali sa značajno manjom godišnjom količinom padavina, samo 269 mm. Uz sušni period, koji traje od aprila do oktobra, biljna proizvodnja je pretežno u uslovima navodnjavanja. Najviše se zalivaju primorske površine pod povrćem, dok se ozima žita gaje

u sistemu prirodnog vodnog režima. Voćarska proizvodnja je na obroncima planine Jabal al-Akhdar sa najčešće gajenim vrstama datule i masline koje uspevaju i uz manje količine vode. Preovlađuje nomadska stočarska proizvodnja (ovce, koze, kamile, magarci, mazge), a razvijeno je i ribarstvo.

Treći rejon je Tripoli koji se nalazi u oblasti Tripolitanija. Ovaoblast je na krajnjim zapadnim granicama Republike i to je najnaseljenije područje što ima veliki uticaj na ukupnu poljoprivrednu (biljnu i animalnu proizvodnju). Godišnje količine padavina od 334 mm i suvi period od sredine aprila do druge polovine septembra pružaju relativno povoljne uslove za gajenje ozimih useva povrća, mahunarki i žita, dok je gajenje prolećnih useva moguće samo uz navodnjavanje. Zbog velike koncentracije stanovništva ovaj rejon je opredeljen za intenzivnu proizvodnju povrća i voća uz mediteransku obalu, dok se aridne stepe pretežno sa siromašnim travnim pokrivačem koriste za ekstenzivno nomadsko stočarstvo. U ovom rejonu procesi erozije posebno su izraženi. U priobalnom području najviše na erozione procese utiče antropogeni faktor (izgradnja i proširenje stambenih i industrijskih četvrti, saobraćajnica), a u stepskom području snažan je uticaj eolske erozije koju prati dezertifikacija ovih površina.

Četvrti rejon, obuhvaćen ovim istraživanjima je u oblasti Fezzan, i to oaza Sabha u centralnoj Libiji. Klimatski uslovi u ovom rejonu su izuzetno nepovoljni. Godišnje sume padavina od 2,9 mm mogu se opisati kao područje bez kiše, a prosečne godišnje temperature vazduha od 22^{o}C, uz makimalne 28,5^{o}C pokazuju da je ovo vreo pustinjski predeo. Biljna proizvodnja omogućena je zahvaljujući vodi koja se dobija iz dubokih izdana. Gaje se datule i masline, a u periodu povoljnijih toplotnih uslova i neke povrtarske biljke kraćeg vegetacionog perioda, na pr. mahunarke, luk, dinje, zatim jagode i sl. Obradive površine su male i zaštićene od eolske erozije ogradama izgrađenim od raspoloživih materijala.

Podaci, dobijeni za potrebe ove disertacije, skupljani su u različitim periodima, a i delom su korišćeni izveštaji preuzeti iz statističkih godišnjaka. Do najnovijih i preciznijih podataka u današnje vreme nije moguće doći zbog vrlo složene društveno-političke situacije u celoj zemlji.

5. 2. 2. Instrumenti za prikupljanje podataka

Najrealniji način za prikupljanje podataka, neophodnih za izradu ove disertacije jeste formiranje upitnika koji bi sadržao osnovne podatke i informacije vezane za učesnika ankete (lični podaci učesnika, stručna sprema i radno iskustvo u oblasti poljoprivredne proizvodnje). U drugom delu upitnika bila bi stručna pitanja vezana za pojavu erozije zemljišta i njenih posledica na biljnu i animalnu proizvodnju, zatim na uzroke erozije (abiotički faktori, antropogeni faktori), kao i mišljenje anketiranog lica o proceni nastanka ovog problema.

Radi dobijanja verodostojnih podataka ovom induktivnom metodom, trebalo bi se opredeliti za nekoliko lokaliteta, prema specifičnosti agroekoloških uslova i sistema poljoprivredne proizvodnje. Na svakom proučavanom području na stepen pouzdanosti prikupljenih podataka veliki značaj ima broj učesnika studije.

Ovim istraživanjem predviđeno je da se obuhvate četiri poljoprivredna područja koja se odlikuju svojim specifičnostima klime i zemljišta, kao i izborom biljnih vrsta i vrsta domaćih životinja uključenih u sistem poljoprivredne proizvodnje. Tri rejona se nalaze u mediteranskom području Libije, a jedan u unutrašnjosti zemlje. Mediteranski rejoni su Bayda, Benghazi i Tripoli, a pustinjski (oazni) Sabha.

Prvi rejon Bayda, na krajnjem istoku Libije odlikuje se najpovoljnijim agroekološkim uslovima i najintenzivnijom i najraznovrsnijom poljoprivrednom proizvodnjom.

Drugi proučavani rejon je Benghazi. Iako je udaljen manje od 200 km od prethodnog, ima značajno drugačije klimatske i zemljišne uslove. Manje godišnje sume padavina i zemljišta male prirodne plodnosti uslovili su da je biljna proizvodnja opredeljena za poluintenzivno ratarstvo i gajenje domaćih životinja na prirodnim pašnjacima. Značajno male površine su u sistemu za navodnjavanje i na njima se gaje povrće i neke voćne vrste.

U trećem rejonu, koji se nalazi na krajnjem zapadu pod uticajem suve mediteranske klime i na lakim peskovitim zemljištima biljna proizvodnja je pretežno ekstenzivnog karaktera, uz izuzetak manjih površina na kojima se gaji povrće. Predeli udaljeni od uskog primorskog pojasa su pod prirodnim stepskim pašnjacima i koriste se za ekstenzivnu stočarsku proizvodnju. Pored jakog uticaja erozije uzrokovane abiotičkim faktorom, u ovom rejonu poljoprivredne površine su najugroženije uticajem antropogenih činilaca.

Četvrti rejon se nalazi u centralnom području Libije u sred pustinje Sahara i predstavlja veću oazu u kojoj je celokupna poljoprivredna proizvodnja (biljna i animalna) vezana za korišćenje fosilne vode. Preovlađuje gajenje palmi koje su tolerantnije na specifične pustinjske klimatske uslove.

Ankete, koje su rađene u prethodnom periodu, nemaju kontinuitet, kako po rejonima, tako ni po godinama usled nepovoljne društveno-ekonomske i političke situacije u zemlji i zato su one u velikom stepenu dopunjene dostupnim podacima iz različitih literaturnih izvora (objavljeni naučni radovi i internet prezentacije).

5. 2. 3. Metode analiza podataka

Za obradu podataka, koji korišćeni za izradu disertacije, korišćeno je nekoliko metoda statističke analize.

Podaci o klimatskim uslovima prikupljeni su iz odgovarajućih meteoroloških stanica, koje se nalaze u proučavanim poljoprivrednim područjima. Na osnovu dobijenih podataka urađeni su klimadijagrami u kojima su istaknuti periodi optimalnih vremenskih uslova za pojedine biljne vrste, kao i periodi suša, odnosno izračunati deficiti vode i preporuke za navodnjavanje. Poređenja između proučavanih poljoprivrednih područja urađena su metodom standardne devijacije i iskazanim prosečnim vrednostima.

Za analizu najvažnijih hemijskih i fizičkih osobina zemljišta podaci su dobijeni iz pedoloških laboratorija. Na osnovu agrohemijskih analiza strukture agregata čvrste faze određeni su tipovi zemljišta i njihova prirodna plodnost. Ovi podaci polsužili su za određivanje efekta erozije vodom i vetrom na ova zemljišta, kao i preporuke koji usevi i zasadi su najpodesniji za gajenje, kako sa stanovišta biljne proizvodnje, tako i sa stanovišta zaštite površina od erozije.

Predlozi i procene biljnih asocijacija koje bi se gajile na ugroženim područjima određeni su na osnovu opisa odnosa ovih biljaka za agroekološkim uslovima u četiri proučavana lokaliteta. Na osnovu interakcije biljna vrsta i uslovi spoljne sredine i zemljišta izrađeni su modeli formiranja zaštitnih pojaseva koji bi se sastojali od višegodišnjih drvenastih zasada (vetrozaštitni pojasevi) i od pokrovnih useva koji bi svojim morfološkim osobinama čuvali zemljište od svih vidova erozije.

5. 2. 4. Primarne metode i načini sprečavanja erozije u Libiji

Poljoprivredna područja Libije izložena su agroekološkim uslovima na koje veliki uticaj imaju mediteranska klima na severu i pustinjska klima centralnih oblasti države. U takvim uslovima redovnasnažna vazdušna strujanja sa juga pokreću velike količine sitnih čestica peska iz dve velike pustinje, kojima zasipaju priobalni pojas i utiču na dezertifikaciju poljoprivrednih površina. S druge strane, velike količine zimskih padavina sa Mediterana, zalivajući južna pobreža nagnuta ka moru, stvaraju bujice koje ispiraju i odnose čestice zemljišta u vodotokove. Na taj način, znatno se smanjuje sadržaj humusa u zemljištima koja su obuhvaćena navedenim procesom.

Biološke metode za sprečavanje erozije poljoprivrednih zemljišta, koje se bi se mogle primeniti, podrazumevaju zasnivanje pokrovnih useva i šumskih zaštitnih pojaseva. Gajenjem različitih jednogodišnjih i višegodišnjih zeljastih i drvenastih biljnih vrsta umanjila bi se kinetička energija vetrova i vodenih bujica.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Socio-ekonomske informacije o korišćenju zemljišta

Proučavanje negativnog uticaja abiotičkih i biotičkih činilaca na obradive površine u Republici Libiji i iznalaženje najpodesnijih rešenja za dalje sprečavanje nestajanja poljoprivrednih zemljišta ima veliki značaj. Njegova vrednost ogleda se, u prvom redu u pružanju mogućnosti da se celokupna poljoprivredna proizvodnja (biljna i animalna) unapredi i dostigne standarde razvijenijih zemalja. Sprečavanjem procesa erozije zemljišta i primenom savremenijih agrotehničkih metoda u biljnoj i stočarskoj proizvodnji u državi bi se povećao obim proizvodnje hrane i sanjila zavisnost od uvoza. Domaći farmeri bi postali veći robni proizvođači što bi ima pružilo bolje životne uslove, ali i ostalom stanovništvu jer svaka zemlja nastoji da što veći procenat prehrambenih potreba obezbedi iz domaćih izvora i smanji zavisnost od uvoza. U celini to ima veliki značaj i na stabilnost države i bolji život stanovništva.

Korišćenjem metoda borbe protiv erozije, koje su usavršene u visokorazvijenim zemljama i prilagođavanjem lokalnim agroekološkim uslovima mogu se postići zadovoljavajući rezultati što pokazuju i dosadašnja istraživanja u pojedinim poljoprivrednim rejonim u zemljama u okruženju, kao i pozitivni prvi rezultati dobijeni u Libiji. Ovim istraživanjima pružiće se informacije kako najracionalnije koristiti poljoprivredna zemljišta u cilju povećanja proizvodnje hrane za ljude i domaće životinje uz istovremeno smanjenje nepovoljnog uticaja sveprisutne erozije izazavane nepovoljnim klimatskim uslovima i posledicama globalnog zagrevanja planete.

6.2. Erozija zemljišta i prakse konzervacije u Libiji

Dezertifikacija je postala svetski problem koji pogađa milione ljudi. Kako bi se svetskoj javnosti, koja može nešto učiniti, skrenula pažnja na ovaj rastući problem 17. jun proglašen je Svetskim danom borbe protiv dezertifikacije.

Nakon brojnih istraživanja i konferencija na kojima su stručnjaci upozoravali svet na rastuću prijetnju, 1994. godine je u Parizu usvojena Konvencija UN za borbu protiv dezertifikacije. Osnovni ciljevi su borba protiv dezertifikacije i ublažavanje njenih posledica. Glavni metodi kojima se to želi postići jesu zaštita, obnova i povećanje produktivnosti zemljišta, kao i održivo korišćenje vode i zemljišta.

Među najpopularnijim merama za ublažavanje posledica dezertifikacije su pošumljavanje i sadnja zaštitnih pojaseva travnjaka i stabala radi zaštite od vetrova, preteranog isparavanja i erozije, kao iizgradnja veštačkih prepreka nasipa i kanala. Glavna mera za sprečavanje dezertifikacije trebala bi da bude održiva poljoprivreda koja ima osnovu na ekološkim principima, ekonomskoj održivosti i socijalnoj pravednosti. Temelji takve poljoprivrede treba da buduupravljanje nad korišćenjem i zaštitom zemljišta, vode i drugih prirodnih izvora i pravilno korišćenje zaštitnih sredstava.

6. 2. 1. Uočljive karakteristike erozije zemljišta

Erozija predstavlja mehanički proces pri kome se troši znatna količina energije. Da bi do procesa erozije došlo, treba utrošiti određeni rad na savladavanje otpora pri razdvajanju mehaničkih elemenata u zemljištu.

Kod erozije vodom, značajna su dva osnovna izvora energije poznata kao energija kišnih kapi i energija tekuće vode. U oba slučaja, reč je o vodi u pokretu za koje važe fizički zakoni kretanja vode i to zakon kinetičke energije, po kome je kinetička energija (Ek) funkcija mase i brzine, odnosno intenziteta kiše i odgovarajuće konstante i zakon slobodnog pada u kome je brzina padanja dominantna veličina.

Kinetičku energiju kišepovećava i kiša praćena vetrom. Erozija kišnih kapi naročito je ispoljena na zemljištu bez vegetacije u literaturi poznata kao energija kišnih kapi, a ukupna energija kiše izaziva proces koji je poznat pod terminom denudacija.

I energija tekuće vode zavisi od mase vode i brzine kao i od dužine padine i nagiba. Ovi topografski uslovi prisutni su naročito u linijskim oblicima erozionog procesa kao što su vododerine, jaruge i bujice. Voda u velikim rečnim tokovima ima veliku potencijalnu snagu ali se ona ne troši na razaranje zemljišta, osim na rušenje obala a nekad i dna vodnih korita.

Proces erozije zemljišta zavisi od toga kako se voda kreće ali i od procesa koji se odvijaju u zemljištu. Takođe, proces ima nekoliko faza i prvu čini proces izazvan u momentu udara kišne kapi u česticu zemljišta, odnosno strukturni agregat. Druga faza karakteriše se transportom čestica, a treća sedimentacijom. Za energiju vode u svim oblicima veoma su značajni i uslovi zemljišta i sklonost zemljišta da podleže erodiranju-erodibilnost. Procesu razbijanja strukturnih agregata, odnosno povećanoj erodibilnosti pomažu i procesi kao što je acidifikacija i alkalizacija, nelagovremena obrada, osiromašenje zemljišta u humusu, kretanje mehanizacije po zemljištu, intenzivna ispaša, ispiranje karbonata.

U zavisnosti koji agens je bio dominantan i kako se ispoljio, razlikuje se nekoliko vidova erozije vodom: erozija kišnim kapima, erozija plodnosti i erozija barica, razdasta

erozija, vododerine i jaruge, bujična erozija, erozija vodopada, unutrašnja erozija zemljiišta, irigaciona erozija i klizišta.

6. 2. 2. Tradicionalni načini očuvanja zemljišta

Borba protiv erozije na celom prostoru severne Afrike traje već decenijama. Međutim, tradicionalne metode zaštite poljoprivrednih površina ne daju zadovoljavajuće rezultate jer se procesi dezertifikacije ubrzano odvijaju. Velike količine peska, koje iz Sahare i Libijske pustinje donose vetrovi, zasipaju obradive površine i smanjuju njihovu upotrebnu vrednost. Procesi dezertifikacije zahvataju, ne samo površine najbliže pustinjama, već i priobalne oblasti u kojima su nastala kvalitetnija zemljišta zahvaljujući procesima pedogeneze u uslovima povoljnijih klimatskih uslova.

Dosadašnje tradicionalne metode nisu pokazale zadovoljavajuće rezultate, već su često i nestručni postupci koji se primenjuju u biljnoj proizvodnji, uticali na ubrzavanje procesa erozije. Antropogeni faktor je značajno uticao na smanjenje poljoprivrednih površina i zbog činjenice da su najčešće na najplodnijim zemljištima podizani nepoljoprivredni objekti naselja, industrijski pogoni, putna mreža i slično.

U cilju daljeg sprečavanja erozije u očuvanja postojećih, a možda i proširenja poljoprivrednih površina neophodno rešavanju ovog pitanja pristupiti na drugačiji način, što podrazumeva korišćenje savremenih metoda zaštite od erozije koje su već proverene u svetu i od svih ponuđenih rešenja odabrati najpodesnije za lokalna poljoprivredna područja.

***

Sprečavanje erozije biološkim metodama

Sprečavanje erozije poljoprivrednih zemljišta biološkim metodama podrazumeva zasnivanje adekvatnih pokrovnih useva i šumskih zaštitnih pojaseva prilagođenih agroekološkim uslovima svakog pojedinačnog područja proučavanja. Ove metode do sada pokazale su se kao vrlo efikasne u ublažavanju kinetičke energije vetrova i vodenih bujica.

Sa poljoprivredne tačke gledišta pokrovni usevi, gajeni u cilju smanjenja erozije zemljišta, imali bi višestruki značaj koji se ogleda u zaštiti i povećanju prirodne plodnosti, zatim u obezbeđenju većih količina hrane za domaće životinje i pozitivnom uticaju na životnu sredinu.

Pokrovni usevi predstavljaju bioagrotehničku meru gajenja biljaka u sistemu konvencionalne, tradicionalne i organske (ekološke) poljoprivredne proizvodnje. Oni se mogu definisati kao usevi koji se gaje, kako u komercijalne svrhe, tako sa ciljem zaštite zemljišta od nepovoljnih uslova spoljne sredine i povećanja njegove proizvodne vrednosti

(*Glamočlija i sar*., 2016). U organskoj biljnoj proizvodnji, pokrovni usevi mogu povoljno da utiču na povećanje prinosa jer smanjuju potrebu za korišćenjem sertifikovanih mineralnih hraniva i biopesticida. Istovremeno, oni utiču na smanjenje upotrebe poljoprivredne mehanizacije, a svim tim i na povećanje profita (*Ugrenović et al*., 2015).

Kako ističu *Filipović i Ugrenović* (2010); *Mišković i Stolz*, (2013); *Castro et al*. (2014) pokrovnim usevima može se ostvariti i niz drugih agronomskih pogodnosti koje su važne, prvenstveno u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji za poboljšanje zdravlja zemljišta, zatim za sprečavanje erozije, za zaštitu kvaliteta vode i zaštitu biološke raznolikosti. Biološku raznovrsnost moguće je postići prelaskom iz monokulture u sisteme organskih plodoreda u koje bi bili uvedeni pokrovni usevi. Uvođenje pokrovnih useva u širu proizvodnu praksu moglo bi značajno uticati na povećanje održivosti poljoprivrednih proizvodnih sistema u svim vidovima biljne proizvodnje.

Uloga pokrovnih useva u organskoj biljnoj proizvodnji je višestruka. Najvažniji pojedinačni pozitivni efekti koje pruža ova bioagrotehnička mera su sledeći:

- kontrola erozije,
- povećanje sadržaja organske materije u zemljištu,
- poboljšanje strukture zemljišta,
- fiksacija atmosferskog azota,
- zaštitita kvaliteta vode,
- upravljanje zemljišnom vodom i
- kontrola korova i štetnih organizama.

Kontrola erozije

Poljoprivredne površine u Libiji tokom cele godine ugrožene su, kako erozijom vetrom, tako i vodom. Najveći intenzitet erozije vetrom cele godine je u centralnim predelima Libije. Vetrovi koji duvaju iz pravca velikih pustinja podižu i nose velike količine peska koji akumuliraju na poljoprivredne površine mediteranskog područja. Naneseni pesak prekriva poljoprivredno zemljište čineći ga neupotrebljivim za biljnu proizvodnju. Ovaj vid erozije nazvan dezetifikacija u proteklim decenijama značajno smanjuje obradive površine u zemljama južno i severno od pustinje Sahara (*Vovk Korže*, 1998). U mediteranskom pojasu, eolska erozija izraženija je tokom jeseni i posledica je pojačanih vazdušnih strujanja sa Sredozemnog mora.

Ugroženost vodnom erozijom nagnutih terena najizraženija je u vreme pojave velikih količina zimskih padavina, dok su manji lokaliteti pored vodotokova često ugroženi fluvijalnom erozijom. Da bi se sačuvalo poljoprivredno zemljište, kao važan poljoprivredni

resurs, neohodno je opredeliti se za gajenje useva koji bi svojom vegetativnom biomasom sprečili ove vidove erozije. Biljke u pokrovnom usevu treba da se odlikuju snažnim korenovima kako bi vezivale čestice zemljišta, a nadzemnom biomasom sprečavale ispiranje ili oduvavanje finih čestica sa površine zemljišta. Gusti višegodišnji usevi pospešuju zadržavanje i upijanje vode u zemljištesmanjujući površinsko oticanje, a nakon sazrevanja pokrovnog useva, na površini se od suve nadzemne biomase formira malč, koji takođe obezbeđuje zaštitu od erozije (*Zdravković et al.*, 2012). Višegodišnje trave i travno-leguminozne smeše pružaju najbolju zaštitu od svih vidova erozije (*Kruidhorf et al.*, 2008).

Povećanje sadržaja organske materije

Po završetku vegetacionog perioda ili godišnjeg životnog ciklusa, pokrovni usevi ostavljaju značajne količine biljnih ostataka i tako utiču na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu. Ovo je veoma važno u cilju održavanja i unapređenja plodnosti zemljišta. Povećanje plodnosti zavisi od količine formirane biomase u pokrovnom usevu i odnosa ugljenika i azota u biljnim ostacima (odnos C:N). Na ove činioce utiču izbor biljnih vrsta u pokrovnom usevu kao i vreme njihove kosidbe i zaoravanja. Kako navode *Tosti et al.* (2012), biljni ostaci pokrovnih useva leptirnjača sa niskim odnosom C:N brže se razgrađuju od useva sa visokim odnosom dva navedena elementa (trave). Posle kosidbe pokrovnog useva trava, biljni ostaci na površini zemljišta imaju visok odnos C:N, što uzrokuje vrlo sporo razlaganje, a dugoročno utiče na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu (*Pivić et al.*, 2012). Združivanjem više biljnih vrsta iz različitih familija (leptirnjače i trave) u pokrovnim usevima može se smanjiti odnos C:N ukupne proizvedene biomase i na taj način ubrzati njena razgradnja. Upravljanjem ovim osobenostima pojedinih pokrovnih useva mogu se usmeravati procesi shodno tome da li je zemljištu potrebno više organske materije ili pristupačnog azota.

Poboljšanje strukture zemljišta

Pokrovni usevi mogu pomoći u održavanju ili poboljšanju strukture zemljišta jer ga štite od nepovoljnih uslova spoljne sredine. Aktivni korenovi pokrovnih useva vezuju čestice zemljišta, a pri odumiranju razlažu se u njemu oslobađajući organske molekule, na kojima nastaju i gljivične mreže. Stoga se najveći efekti za poboljšanje strukture zemljišta postižu gajenjem pokrovnih useva koji formiraju moćan žiličast korenov sistem, kao trave. Korenovi trava prodiru i kroz zbijeno zemljište stvarajući gust splet u rizosfernom sloju. Vrste vretenastog korenovog sistema glavnim korenom prodiru u dublje slojeve zemljišta gradeći dublji hranidbeni sloj za naredne useve. Istovremeno, ove biljne vrste snažno razvijenim

korenovima ublažavanju sabijanje zemljišta. Ukoliko se gaje pokrovni usevi sa niskim odnosom C:N (leptirnjače) koji se razvijaju tokom zime, tokom razlaganja oslobodiće velike količine organskih molekula polisaharida, koji utiču na poboljšanje strukture zemljišta. Stoga je površinski sloj zemljišta rastresitiji u proleće posle useva leptirnjača. Pokrovni usevi sa visokim odnosom C:N sporije oslobađaju polisaharide, što manje utiče na poboljšanje strukture zemljišta. Sa većinom biljnih vrsta,pokrovnih useva, žive mikorizne gljive u simbiotskom odnosu. Biljke obezbeđuju energiju gljivama, a one im proširuju zonu korenovog sistema i pomažu u apsorbovanju vode i hranljivih materija, na primer fosfora. Mikorize postepeno izumiru oslobađajući glikoprotein glomalin koji doprinosi boljoj strukturi zemljišta. Ovo ima značaja u sistemu konzervacijske obrade zemljišta kojom se smanjuje eolska erozija. Zasnivanjem pokrovnih useva kod kojih se na korenovima formira populacija mikoriza ima veliki značaj, kako na strukturu zemljišta, tako i na povećano obezbeđenje glavnog useva lako pristupačnim fosforom.

Fiksacija atmosferskog azota

Veliki broj gajenih i samoniklih biljnih vrsta živi u različitim simbiotskim odnosima sa mikroorganizmima. Ovoj skupini biljaka pripadaju sve jednogodišnje i višegodišnje leptirnjače, ali i mnoge druge vrste (većina žita), kod kojih se na korenovima razvijaju mikroorganizmi, bakterije i gljive. Na korenovima leptirnjača nalaze se bakterije azotofiksatori koje atmosferski azot vezuju u jedinjenja dostupna biljkama. Tako se u određenoj meri smanjuje potreba za dodatnom ishranom gajenih biljaka azotom, što je posebno korisno u sistemima održive, tradicionalne i organske proizvodnje. Intenzitet azotofiksacije zavisi od agroekoloških i zemljišnih uslova, a na siromašnijim zemljištima on je značajno veći. Ove simbiotske zajednice posebno su korisne u pokrovnim usevima. Za zasnivanje pokrovnih useva u proleće i leto pogodne su višegodišnje vrste crvena detelina i bela detelina, a od jednogodišnjih lupine, grahori, grahorice i bob. Većina leptirnjača, gajenih u pokrovnom usevu mogu obezbediti celokupne količine azota za neke glavne useve. Pored toga, pokrovni usevi sa velikim učešćem leptirnjača mogu smanjiti gubitke azota u zemljištu, a razlaganjem njihovih biljnih ostataka i povećati količine azotnih soli.

Zaštitita kvaliteta vode

Usporavanjem vodne erozije i sprečavanjem površinskog oticanja vode, pokrovni usevi imaju značajnu ulogu u očuvanju povoljnih osobina zemljišta. Na poljoprivrednim površinama na kojima su u orničnom i podorničnom horizontu/sloju akumulirane štetne supstance (nitrati, pesticidi, teški metali i druge) u količinama opasnim za životnu sredinu,

pojedini pokrovni usevi (tritikale, ljuljevi, miskantus, kanarska trska, lupine) koriste se kao remedijatori zemljišta i podzemnih voda. Ove biljke svojim korenovima mogu usvojiti te supstance, smanjiti njihovu koncentraciju i tako sprečiti ispiranje u podzemne vode.

Raž u pokrovnom usevu iskoristi 35-60% azota preostalog od prethodnog glavnog useva i tako sprečava njegovo ispiranje i redukciju u nitrite (*Ugrenović i sar.*, 2015).

Upravljanje zemljišnom vodom

Za svoje životne aktivnosti biljke, koje se gaje u pokrovnim usevima usvajaju vodu iz zemljišta, uz istovremeno sprečavanje isparavanja i oticanja površinskih voda. Izborom vrsta manjeg KT (koeficijenta transpiracije), na primer prosa, sočiva, bele lupine ili žute lucerke, ukupni gubici vode na površini pod pokrovnim usevima mogu biti manji nego evaporacija sa zemljišta bez vegetacionog pokrivača. Biljni ostaci pokrovnih useva raspoređeni po površini kao malč, takođe smanjuju isparavanje vode iz zemljišta. Kako ističu *Filipović i sar.* (2012), na zemljištu pokrivenom malčem, u proizvodnji mrkve potrebe za vodom manje su za oko 30% zbog smanjenog isparavanja.

Kontrola korova i štetnih organizama

Pokrovni usevi svojom biomasom suzbijaju korove fizički, ali i alelopatski. Fizičko delovanje pokrovnih useva odnosi se na konkurenciju za vodom, biljnim asimilativima i svetlošću tako da seme korova otežano klija, ili se mehanički uguše od strane useva velike pokrovnosti (*Dražić*, 1999).

Pokrovni usevi deluju alelopatski izlučevinama korena koje mogu imati prirodno herbicidno delovanje na korove. Adekvatnim izborom biološki aktivnih biljaka za pokrovne useve njihovim repelentnim delovanjem može se umanjiti šteta od insekata. Vrste, kao što su buvač (*Tanacetum cinerariifolium* Trevir. Sch. Bip),hajdučka trava (*Achillea millefolium* L), morač (*Foeniculum vulgare* P. Miller), kim (*Carum carvi* L), mirođija (*Anethum graveolens* L), menta (*Mentha piperita* L) ili heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) atraktantnim delovanjem mogu privlačiti korisne predatore i parazitoide štetnih insekata (*Ugrenović i sar.*, 2012). Pokrovni usevi svojom biomasom mogu stvoriti nepovoljno okruženje za pojavu patogena, a biljne vrste facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth), repica (*Brassica sp.* L.) ili lupina (*Lupinus sp.* L.) u korenovima sintetišu jedinjenja koja smanjuju brojnost populacija štetnih nematoda.

Na efekat korišćenja pokrovnih useva veliki uticaj imaju agroekološki i zemljišni uslovi, kao i sezona zasnivanja.Postavljeni ciljevi pokrovnih useva mogu biti ublažavanje erozije, poboljšanje strukture zemljišta, obezbeđenje organskih jedinjenja (humusa) i azota,

upravljanje, očuvanje kvaliteta zemljišne vode, suzbijanje korova, uspostavljanje biokontrole štetnih organizama i drugo. Pravilnim izborom biljnih vrsta i vremena zasnivanja useva mogu se ostvariti najmanje dve do tri pogodnosti za zemljište (*Dražić*, 1999; *Ugrenović i sar.*, 2015).

Pri odabiru vrsta i postavljanju plana upravljanja pokrovnim usevima, prvi korak je izbor najpodesnijeg plodoreda, odnosno treba se na duži vremenski period i za svaku površinu opredeliti na plodosmenu kojom će se ispoštovati princip kompatibilnosti biljnih vrsta.

Sledeće pitanje se odnosi na vreme setve i berbe glavnih useva, jer se pokrovni usevi najčešće gaje kao međuusevi. Značajno je poznavanje lokalnih agroeloloških uslova (količine i rasporeda padavina i toplote), kako bismo odabrali vrste najbolje adaptirane na vremenske uslove. Na osnovu sagledavanja klimatskih i edafskih činilaca, određuje se sistem proizvodnje-konzervacijska ili konvencionalna obrada zemljišta, izbor biljne vrste, kao i vreme i način zasnivanja (*Glamočlija i sar.*, 2016).

Prema dužini života biljaka koje se koriste za zasnivanje pokrovnih useva, navedeni mogu biti jednogodišnji (naknadni, postrni, međusezonski) ili višegodišnji. Ukoliko je osnovni cilj zasnivanja useva zaštita zemljišta od erozije, najcelishodnije je zasnivati višegodišnje useve. Biljne vrste u višegodišnjoj smeši obrazuju snažan korenov sistem koji dobro prožima površinski sloj zemljišta i vezuje čestice zemlje sprečavajući njihovo ispiranje bujičnim vodama. Istovremeno, nadzemna biomasa umanjuje negativno delovanje vetrova na odnošenje finih čestica zemljišta sa površine. Ukoliko su u pokrovnom usevu sa travama zastupljene i višegodišnje leptirnjače one će pomoću bakterija azotofiksatora uticati na obnavljanje plodnosti i povećanje sadržaja organske materije u zemljištu.

Na osnovu analize klimatskih i zemljišnih uslova glavnih poljoprivrednih područja Libije, a to su severne oblasti uz Mediteran i severne i južne padine brdsko-planinskih oblasti, treba se opredeliti za biljne vrste najbolje prilagođene takvim agroekološkim uslovima.

Iz porodice trava prednost treba dati, kako jednogodišnjim, tako i višegodišnjim travama. Jednogodišnje trave aridnih područja, sudanska trava, sirak i njihov interspecijes hibrid, gajili bi se na oraničnim površinama, a slonova trava, višegodišnji sirak, prerijsko proso i miskantus, kao dugogodišnje vrste, bili bi podesni za zasnivanje pokrovnih useva na površinama koje se u Libiji koriste kao pašnjaci za napasanje domaćih životinja. Ove površine su najugroženije od eolske erozije usled nekontrolisanog korišćenja u ekstenzivnoj stočarskoj proizvodnji.

Maloproduktivne biljne vrste, koje rastu na ovim siromašnim zemljištima, ne mogu obezbediti značajnije količine stočne hrane, niti mogu sprečiti štetne posledice dezertifikacije.

Iz porodice leptirnjača koje bi se gajile kao pokrovni usevi u smešama sa travama najpodesnije jednogodišnje vrste bile bi lupine i sastrice, a od višegodišnjih višegodišnje lupine, lucerke i deteline.

Tek izmenom florističkog sastava, odnosno usejavanjem produktivnijih vrsta koje su bolje adaptirane na aridne uslove, može se na zemljištu obrazovati pokrovni usev kojim će se pružiti veći otpor eolskoj i vodnoj eroziji i omogućiti veća količina voluminozne stočne hrane za domaće životinje.

Biološke osobine biljnih vrsta za zasnivanje pokrovnih useva

1. Sudanska trava (*Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. *drummondii* (Steud.) de Wet), a po novijoj klasifikaciji definisana je kao interspecijes hibrid (*Sorghum x drumondii* Millsp and Chase) je jednogodišnja travna vrsta. Tokom godine daje veliku nadzemnu biomasu podesnu za ishranu domaćih životinja. Poreklom je iz istočne Afrike. Usled velike produkcije biomase i tolerantnosti na niže temperature, postala je interesantna za gajenje i u oblastima kontinentalne klime. Često se gaji i kao pokrovni usev u područjima sa toplim letima i sa manjim količinama padavina. Na dužinu korišćenja značajno utiču način i broj kosidbi, kao i temperature vazduha. Biljke su fotosintetski aktivne ako se temperature vazduha ne spuštaju ispod 15°C, tako da se vegetacioni period produžava do 200 dana. Biljke odlično podnose kosidbu i brzo se regenerišu tako da biomasom pokrivaju zemljište i smanjuju uticaj erozije. Sudanska trava je, po fotosintetskoj reakciji kratkog dana, tako da tokom dužih perioda dnevne svetlosti leti, obrazuje veću i bujniju biomasu. Snažnim korenovim sistemom žiličastog tipa sa dubinom prodiranja u dubinu do 250 cm, biljke mogu koristiti vodu iz dubljih slojeva. Grananjem i širenjem u horizontalnom i vertikalnom pravcu, korenovi odlično prožimaju zemljište gradeći čvrst busen. Udeo korenova u ukupnoj masi biljke je oko 35%. U povoljnim agroekološkim uslovima biljke narastu u visinu do 4 m, odlično su olistale tako da ublažavaju dejstvo vetrova. Na vrhovima stabala i bočnih grana obrazuju se razgranate i rastresite metlice sa jednosemenim klasićima u kojima se formira po jedan jednosemeni plevičasti plod koji se naziva krupa (slika 3, Prilog 1).

U pogledu uslova spoljne sredine, sudanska trava je vrsta iz *fam. Poaceae* poreklom iz aridnih predela. Vrlo ekonomično troši usvojenu vodu, KT je ispod 200. U uslovima dugotrajne suše prelazi u stanje anabioze i nastavlja porast posle padavina. U uslovima

optimalne snabdevenosti vodom (navodnjavanje), ima visok potencijal rodnosti biomase. Sudanska trava ima velike potrebe za toplotom tokom vegetacionog perioda. Veoma dobro podnosi visoke temperature i u takvim uslovima ima vrlo enegičan porast nadzemne biomase, ali se rastenje biljaka prekida na temperaturi ispod 10°C. Uspeva, kako na suvim i peskovitim zemljištima, tako i na zemljištima težeg mehaničkog sastava. Na plodnim zemljištima može se ostvariti vrlo visoka produkcija nadzemne biomase.

2. Jednogodišnji sirakdaje najveći prinos biomase koja se može iskoristiti za različite potrebe (*Mask and Morris*,1991; *Tew et al*., 2008). Sve forme sirkova poreklom su iz samoniklih vrsta centralne Afrike. Kasnije je gajenje prošireno i na ostale kontinente, posebno u aridne oblasti. Botanički jednogodišnji sirkovi pripadaju vrsti *Sorghum bicolor* (L.) Moench., ali danas u svetu ima veliki broj različitih interspecijes hibrida, koji se razlikuju po dužini životnog ciklusa. Jednogodišnje vrste su usevi prolećne setve, dužine vegetacionog perioda 90-150 dana. Po fotoperiodskoj reakciji to su C_4 biljke kratkog dana, a po načinu oplodnje samooplodne sa znatnim učešćem strano oplodnje. Sirkovi, u celini razvijaju žiličast korenov sistem velike usisne moći sa dubinom prodiranja pojedinih žila i do 250 cm i širenja u prostoru oko 150 cm. Na zemljištima težeg mehaničkog sastava širenje korenova sirka u lateralnom pravcu može biti i dvostruko veće nego u vertikalnom. Na korenovima se razvijaju simbiotske gljive tako da sirak deo svojih prehrambenih potreba obezbeđuje i od prisutnih mikoriza (*Rubcov, cit. Glamočlija,* 2012). Stablo sirka je uspravno, elastično 1-6 m. Intenzivnim bokorenjem stvara gust usev i sa listovima daje veliku biomasu. Ove morfološke osobine pokazuju da su jednogodišnje forme sirkova veoma podesne za formiranje pokrovnih useva u cilju zaštite od erozije. Na vrhovima stabala pojavljuju se rastresite ili zbijene metlice sa bočnim granama različite dužine na čijim krajevima se formiraju jednocvetni klasići. Plodovi u klasićima su plevičasti, ali postoje i genotipovi golih plodova (slika 4, Prilog 1).

Tokom višemilenijumske evolucije sirkovi su genetički prilagođeni narazličite klimatske i zemljišne uslove. Usvojenu vodu troše vrlo racionalno zahvaljujući izraženoj kseromorfnoj građi i KT u granicama114–235. U predelima sa godišnjom sumom padavina 400-600 mm sirak daje veće ukupne prinose od drugih ratarskih biljaka. Tokom ontogeneze usvaja mnogo toplote, 3.000-3.500°C. Za porast biljaka minimalne temperature su 10-12°C. Visoke i vrlo visoke temperature (45°C) biljke dobro podnose, a stradaju tek na 60°C, kako navodi *Dranenko* (1967). Sirak se, zahvaljujući dobro razvijenom korenovom sistemu može gajiti na različitim tipovima zemljišta, od onih manje prirodne plodnosti, nepovoljnih fizičkih

osobina, do najplodnijih i u rasponu pH 5-8,5. Pogoduju mu podzolasta, suglinasta, peskovita, ritska, novoosvojena zemljišta, kao i isušene bare i krčevine.

3. Slonova trava (*Pennisetum purpureum* Schumach) je višegodišnja vrsta porodice *Poaceae*, koja u godini maksimalne produkcije daje i do 40 t ha^{-1} zelene biomase podesne za ishranu domaćih životinja. To je tropska/suptropska biljka suvih podsaharskih savanskih zemljišta koja raste samoniklo na velikom prostoru južne i istočne Afrike. Biljna vrsta se odlikuje visokom produktivom vrednošću i malim potrebama u uslovima uspevanja. Posle odabira najproduktivnijih varijeteta i stvaranja sorti podesnih za gajenje u različitim uslovima spoljne sredine i na zemljištima u rekultivaciji, uvedena je u proizvodnju u suptropskim oblastima Afrike, Azije, Australije i Amerike. U navedenim oblastima gaji se kao pokrovni usev u cilju zaštite zemljišta od eolske erozije, a proizvedi (biomasa i zrno) služe kao stočna hrana (*Cook et al*., 2005). Slonova trava se koristi i za biološko suzbijanje insekata u ratarskim usevima (*Khan et al*., 2007). Hibridi slonove trave i afričkog prosa (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) imaju veću biološku vrednost koja se ogleda u većoj tolerantnosti na sušu, na patogene i štetočine, uz povećan kvalitet i ukus stočne hrane, krupnija zrna koja mogu poslužiti u ishrani ljudi, perenijalnost, značajno veći prinos suve supstance i bolje vezivanje zemljišta snažnim korenovim sistemom (*Timbo et al*., 2010). Slonova trava se najčešće umnožava reznicama dobijenim od delova podzemnih stabala (rizoma). Kretanjem vegetacije iz rizoma izbija 20-200 jednogodišnjih nadzemnih adventivna stabla koja obrazuju vrlo čvrst bokor. Posle pojave stabala se intenzivno razvijaju korenovi, formirajući žiličast korenov sistem čije pojedine žile prodiru do 4,5 m u dubinu. Kad stabla dostignu maksimalan porast (3-7 m), na vršnoj internodiji se obrazuje klasolika metlica sa jednocvetnim klasićima. Dužina metlice je do 30 cm. Sledeće fenofaze su cvetanje, zametanje i sazrevanje jednosemenih plodova. Biljke se kose pre pojave metlica (slika 5, Prilog 1).

Slonova trava je biljka suvih savanskih zemljišta koja je veoma dobro adaptirana na takve uslove spoljne sredine. Tokom duge vegetacione sezone obrazuje veliku biomasu, ali zahvaljujući snažnom korenovom sistemu i malom KT dobro podnosi dugotrajnu sušu. Najveće potrebe za vodom slonova trava ima u fazi intenzivnog porasta stabla. U uslovima suše biljke prelaze u stanje mirovanja (anabioze). Kao tropska biljka, ima velike potrebe za toplotom. Optimalne temperature za rastenje i razviće biljaka su 25-30^{o}C (*Francis*, 2004). Iako je vrlo osetljiva na mrazeve, slonova trava se može regenerisati ako stolone nisu izmrzle u zemljištu (*Duke,* 1983). Pored toplote, potrebno joj je i mnogo svetlosti, stoga je treba gajiti na osunčanim terenima, daleko od zasene. Slonova trava uspeva na različitim tipovima zemljišta-od najsiromašnijih suvih i peskovitih, do najplodnijih. Može se gajiti i na

zemljištima u rekultivaciji. Osetljiva je samo na kisela, plavljena i zabarena zemljišta (*Göhl*, 1982).

4. Prerijsko proso(*Panicum virgatum* L.) je višegodišnja travna vrsta velikog privrednog značaja u predelima manje povoljnih klimatskih i zemljišnih uslova.Biomasa i zrno koriste se kao stočna hrana, zatim kao malč, za proizvodnju biogoriva i slično kako ističu *Lee et al*. (2009). Poreklom je iz vrelih stepskih oblasti Severne Amerike, od centralnih predela Meksika do 55^0 severne geografske širine (*Anderson*, 1961). Sredinom 20. veka iz samoniklih populacija dobijeni su genotipovi tolerantni na abiotički stres koji su pogodni za zasnivanje višegodišnjih pokrovnih useva u suvim stepskim oblastima (*Nielson*, 1944; *Yuan Liu et al*., 2014). Globalne promene klime u novije vreme sve više utiču na širenje proizvodnje ove vrste u predele zahvaćene sve češćom sušom i sve izraženijom erozijom zemljišta izazvanom vetrovima. Prerijsko proso je višegodišnja C_4 trava koja se razmnožava semenom. Životni ciklus u prvoj godini odvija se kao i u ostalih jednogodišnjih travnih vrsta. Biljke prolaze kroz vegetativne i generativne fenofaze. Životni ciklus nadzemnih organa završava se formiranjem semena. Istovremeno, u plićem sloju zemljišta razvijaju se podzemna stabla rizomi iz kojih će narednih godina izbijati nadzemna jednogodišnja. Korenov sistem žiličastog tipa razvija se tokom višegodišnjeg života biljaka tako da pojedine žile prodiru duboko do 200 cm i šire se u velikom prostoru odlično vezujući čestice zemljišta sprečavajući njihovo odnošenje vetrom ili vodom. Prerijsko proso razvija snažan višegodišnji korenov sistem žiličastog tipa i velike usisne moći. Nadzemna stabla su različite visine i zavise od porekla prerijskog prosa. Forme nizijskog prosa razvijaju stabla visine do 300 cm, a forme brdskog 10-200 cm. Brdsko prerijsko proso, iako je manjeg potencijala rodnosti, podesnije je za formiranje pokrovnih useva jer svojim korenovima i rizomima formira čvršći busen, a nadzemnom biomasom sa velikim brojem sekundarnih stabala bolje pokriva vegetacioni prostor. Cvast prerijskog prosa je metlica dužine do 60 cm sa bočnim granama na kojima se nalaze jednocvetni klasići. To je samooplodna biljka, plod je plevičast, ružičaste ili sivoljubičaste boje. Biljke svake godine obrazuju jednosemene plodove koji se mogu ubrati kombajnom i koristiti za ishranu kaveznih ptica ili kao seme (slika 6, Prilog 1).

Prerijsko proso je veoma adaptibilna biljna vrsta koja se razvija u različitim vremenskim i zemljišnim uslovima. Mali je potrošač vode, KT je ispod 300. Vrlo dobro podnosi sušu već u godini zasnivanja, dok u kasnijim godinama, tokom dužihsušnih perioda biljke prelaze u stanje anabioze svodeći svoje životne funkcije na minimum. Posle obilnijih padavina prerijsko proso će nastaviti svoj životni ciklus. Potrebe za toplotom su velike, posebno kod sorti ravničarskog prosa koje je tolerantno na visoke i vrlo visoke temperature

vazduha (iznad 40ºC). Sorte brdskog prosa dobro podnose i temperature ispod 10ºC. Najveće potrebe za toplotom su tokom kasnijeg porasta nadzemnih stabala i u prvoj i u narednim godinama, tako da je period aktivnog porasta biljaka vezan za toplotne uslove. U područjima sa temperaturom iznad 10ºC godišnji porast traje do osam meseci, a na hladnijim staništima 3-4 meseca. Biljke se najbolje razvijaju na punoj sunčevoj svetlosti. Prerijsko proso podjednako dobro uspeva na suvim peskovitim, plitkim kamenitim, ali i na humidnim zemljištima čija je reakcija rastvora iznad pH 5. Na zemljištima boljih proizvodnih sposobnosti i uz intenzivniju agrotehniku, može dati veoma visoke prinose nadzemne biomase podesne za korišćenje u ishrani domaćih životinja ispašom ili spremanjem sena.

5. Višegodišnji sirak (*Sorghum x almum* Parodi) prema pisanju *J. A. Dukea* (1982) najverovatnije je stvoren u Argentini, i to ukrštanjem samoniklog sirka *Sorghum halepense* L. sa gajenom vrstom *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Na većini svetskih jezika naziva se almum sirak (*Hacker*, 1992). Veoma je podesan za gajenje u aridnim predelima na zemljištima ugroženim eolskom erozijom. Danas se površine pod ovom značajnom krmnom biljkom nalaze u predelima od 25º severne, do 30º južne geografske širine, od nivoa mora do 700 m nadmorske visine. Kao pokrovnom usevu i pašnjačkoj vrsti ovom sirku odgovaraju područja sa 460-760 mm godišnjih padavina i temperature u rasponu 15-22ºC (*Cook et al*., 2005). Zahvaljujući vrlo snažnom i razgranatom korenovom sistemu, podjednako dobro uspeva na suvljim peskovitim, ilovastim i teškim glinovitim zemljištima u rasponu pH 5-8,5 (*Qureshi and Hussain*,1980;*Heuzé et al*., 2015). Po biološkim osobinama sličan je jednogodišnjim sirkovima, a zasnivanje pokrovnih useva izvodi se setvom semena. Ukoliko se koristiu ishrani domaćih životinja ispašom treba istaći da biljke u početnim fazama sadrže povećanu koncentraciju HCN i mogu biti otrovne za domaće životinje (*Bogdan*, 1977;*Olifson et al*. 1988), slika 7, Prilog 1.

6. Miskantus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.) je interspecijes hibrid stvoren u Evropi 1935. godine i predstavlja jednu od najproduktivnijih višegodišnjih trava u klimatskom području Mediterana (*Lewandowski et al*., 2000). U godinama maksimalne fotosintetske aktivnosti ova C_4 biljka u povoljnim uslovima spoljne sredine ima godišnji prirast biomase mase skoro 100 t ha^{-1}. Proizvedena biomasa može se iskoristiti na više načina. Sveža biomasa, pokošena u fazi intenzivnog porasta stabla može se osušiti i koristiti za ishranu domaćih životinja, zatim u raznim granama industrijske prerade ili kao biogorivo. Svojom bujnom nadzemnom masom i visinom biljaka (2-4 m) pruža odličnu zaštitu zemljišta od svih vidova erozije i životnu sredinu od različitih načina zagađenja, tako da se može gajiti

i u sistemu fitoremedijacije.Rod *Miscanthus*obuhvata veliki broj samoniklih vrsta i varijeteta od kojih se neki gaje kao dekorativne biljke. Za komercijalnu proizvodnju najveći značaj ima triploidni sterilni interspecijes hibrid dobijen ukrštanjem *Miscanthus sacchariflorus* (diploid) i *Miscanthus sinensis* (tetraploid). Budući da je sterilan, miskantus se umnožava vegetativnim putem reznicama koje predstavljaju delove podzemnih višegodišnjih stabala (*Dželetović i sar.*, 2006). Iz pupoljaka na reznicama izbijaju jednogodišnja stabla obrasla velikom lisnom masom. Tokom višegodišnjeg života biljaka, podzemna stabla se razgranavaju i svake naredne godine iz njih izbija veći broj jednogodišnjih stabala. Žiličasti korenov sistem sastoji se iz spleta adventivnih korenova koji izbijaju iz rizoma i prodiru u zemlju do 250 cm. Polovina mase korenova je u sloju ispod 90 cm dubine što omogućava biljkama lakše usvajanje biljnih asimilativa i vode iz dubljih slojeva zemljišta. Jednogodišnja stabla rastu na 10^{o}C dostižući visinu 3-4 m. Stabla su uspravna, čvrsta, elastična i ne poležu. Produkti fotosinteze iz nadzemnih organa tokom vegetacionog perioda prenose se u rizome i poslužiće za porast biljaka u narednoj godini. Na vrhovima stabala pojavljuju se cvasti metlice u kojima su cvetovi sterilni (slika 8, Prilog 1).

Miskantus je samonikla biljka koja raste na travnjacima, od tropskih i suptropskih, preko umereno toplih do subarktičkih predela istočne Azije. Za obrazovanje velike vegetativne biomase biljkama je potrebno puno vode koju usvaja iz dubokih slojeva i vrlo dobro koristi (*Clifton-Brown et al.*, 2002; *Dražić i sar.*, 2010). Na sušu je najosetljiviji u početnim fenofazama u godini zasnivanja zasada, odnosno dok ne formira moćan korenov sistem. Biljke imaju umerene potrebe u toploti. Dobro podnose visoke temperature vazduha i mrazeve tokom zimskog perioda, ako su rizomi formirani u dubljem sloju zemljišta. Miskantus se može gajiti na zemljištima različitih produktivnih osobina, pH vrednosti u rasponu između 5,5 i 7,5,na peskovitim, kao i na glinovitim i zemljištima sa visokim sadržajem organske materije (*Glamočlija i Dželetović*, 2006).

7. Lupine pripadaju rodu *Lupinus* koji ima do sada opisanih 1.229 vrsta (*The Plant List*, 2014). Danas se u svetu gaji za različitu namenu 11 vrsta. Na području Mediterana u proizvodnji se nalaze sledeće vrste (*Kurlovich*, 2002), slika 9, Prilog 1:

1. *Lupinus albus* L. - bela lupina;
2. *Lupinus luteus* L. - žuta lupina,
3. *Lupinus hispanicus* Boiss. & Reut. - španska lupina,
4. *Lupinus polyphyllus* Lindl. - višelisna (dekorativna) lupina,
5. *Lupinus pilosus* Murr. - plava mediteranska lupina,

6. *Lupinus cosentinii* Guss. - peščana lupina,
7. *Lupinus palaestinus* Boiss. - sivo-bela lupina i
8. *Lupinus atlanticus* Gladst. - marokanska lupina.

Lupine su grupa leptirnjača koja se može gajiti u poljoprivredne svrhe radi zrna ili nadzemne biomase, zatim kao dekorativne biljka, kao pokrovni usevi, za biološko suzbijanje zemljišnih parazita i na devastiranim površinama u postupku remedijacije. U cilju povećanja količine i kvaliteta stočne hrane, lupine se sve više gaje u združenim usevima (*Savić et al*., 2009). U Evropi, lupine se često gaje kao pokrovni usevi u smešama sa žitima. Kao pokrovni usevi interesantne su, kako jednogodišnje, tako i višegodišnje vrste, a u aridnijim područjima i na nagnutim terenima najbolji rezultati dobiju se gajenjem španske lupine. Lupine su biljke azotoskupljačice koje, uz pomoć bakterija azotofiksatora tokom godine u zemljištu mogu sintetisati do 240 kg ha^{-1} azotnih soli (*Mateos et al*., 2015). Sorte sa visokim sadržajem otrovnih alkaloida najčešće se gaje na zemljištima zaraženim nematodama radi biološkog suzbijanja ovih patogena. Proizvedena biomasa sa pokrovnih useva može se koristiti kao siderat, kao malč ili stočna hrana. Na siromašnim i devastiranim zemljištima težeg mehaničkog sastava lupine snažnim korenovima bolje koriste asimilative i tako povoljno utiču na popravku opšteg stanja ovih površina. Lupine su jednogodišnje i višegodišnje biljke koje razvijaju snažan vretenast korenov sistem velike usisne moći. Ukupna masa korenova pojedinih lupina, može dostići 3-9 t ha^{-1} (*Maligin*, 1969). Cvetna stabla jednogodišnjih vrsta čvrsta su, razgranata, prosečne visine 50-120 cm. Listovi su složeni, imaju duge lisne drške (peteljke) čije su liske prstasto raspoređene. Cvetovi su petodelni, leptiraste građe, dvoploni i skupljeni u cvasti. Većina vrsta je stranooplodna, entomofilna. Plod je višesemena mahuna, a semena su različita po obliku, krupnoći i boji. Najkrupnija semena ima bela lupina.

Lupine, poreklom iz aridnih oblasti Mediterana imaju manje potrebe za vodom i tolerantne su na sušu (na primer bela, španska, peščana i marokanska). Potrebe prema toploti, takođe zavise od geografskog porekla vrste. Prema zemljištu su vrlo tolerantne i uspevaju, kako na peskovitim, tako i na teškim ilovastim zemljištima (*Nagorskaja*, 1969). Mogu se gajiti na zemljištu kisele (žuta i španska do pH 4,5) i alkalne reakcije (bela i uskolisna do pH 8,2).

8. Grahori, sastrice (*Lathyrus sp*. L.) na poljoprivrednim površinama se gaje radi zrna ili nadzemne biomase. Zrno takozvane „slatke“ sastrice važna je sirovina u industriji za dobijanje kazeina, skroba, zatim za izradu lepkova, plastičnih masa i elektroizolacionih materijala. Povoljne biološke osobine većine sastrica, posebno višegodišnjih, uticale su da se

one sve više gaje kao pokrovni usevi na terenima podložnim eroziji, zatim za remedijaciju zemljišta ugroženih rudnicima, industrijskim objektima, saobraćajnicama i slično. Kao biljke azotofiksatori sastrice obogaćuju zemljište azotnim solima. Korenovi sastrica deluju nematofobno tako da se setvom kao međurednih useva, ove biljke koriste za biološku borbu protiv zemljišnih štetočina u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Jednogodišnja i privredno najvažnija vrsta *Lathyrus sativus* L., pripada grupi najstarijih biljaka koje je čovek koristio u ishrani. Gajenje je započelo na prostoru suvih planinskih oblasti Centralne i Male Azije, Istočne Afrike i Balkanskog poluostrva. Jednogodišnja sastrica je biljka kratkog vegetacinog perioda, 80-110 dana. Biljke imaju vretenast korenov sistem sa bočnim žilama u površinskom sloju. Na korenovima žive bakterije azorofiksatori *Rhizobium leguminosarum*. stabla su polupolegljiva ili polegljiva, člankovita, prosečne visine 40-80 cm obrasla parno perastim listovima. Cvetovi su u pazusima listova leptirasti sa laticama različito obojenim. Sastrice su stranooplodne, medonosne biljke. Plod je mahuna sa 2-3 semena, različiteveličine i oblika (slika 10, Prilog 1).

Sastrice, u celini imaju umerene potrebe u vodi i uspevaju u predelima sa 400-650 mm godišnjih padavina. Vrlo dobro podnose sušu. Potrebe u toploti su male, tako da niču na 3-4^{o}C. Iznikle biljke podnose mrazeve do -6^{o}C. Pored niskih temperatura i mrazeva, većina vrsta dobro podnosi i visoke temperature. Sastrice uspevaju na slanim, lakim peskovitim suvim zemljištima. Većina jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta samoniklo raste u marginalnim agroekološkim i zemljišnim uslovima.

9. Žuta lucerka (*Medicago sativa ssp. falcata* L.) je značajna krmna biljka aridnijih oblasti koje se odlikuju visokim letnjim temperaturama. Podesna je za gajenje na površinama podložnim eroziji jer stvara gustu biljnu masu i kompaktne busenove sa dobro razgranatim korenovima u plićem sloju zemljišta. Dobro uspeva i na zapuštenim zemljištima manje plodnosti, kao i na površinama u rekultivaciji. Često se gaji u cilju popravke hemijskih i fizičkih osobina zemljišta u procesu fitoremedijacije. Žuta lucerka je i medonosna biljka koja dugo cvjeta. Žuta lucerka samoniklo raste na površinama od zapadne Evrope do istočne Azije i spontano se ukršta sa plavm lucerkom dajući interspecijes hibride, na primer *Medicago ssp. x varia* (Martyn) Arcangeli. Ova višegodišnja biljka, koja u povoljnim uslovima živi i do 40 godina, razvija moćan korenov sistem velike usisne moći i maljava stabla visine oko 80 cm obrasla troperim listovima. Cvetovi su u grozdolikim cvastima, sa žutom krunicom. Biljka je stranooplodna, entomofilna, a plod je mahuna sa 2-3 semena. Intenzivno cveta celog leta i podesna je i kao pčelinja paša (slike 11. i 12, Prilog 1).

Iako najbolje uspeva u uslovima povoljnog vodnog režima, dobro podnosi sušu zahvaljujući jakom korenovom sistemu i kseromorfnoj građi. Ima velike potrebe u toploti tokom vegetacionog perioda, ali dobro podnosi kratkotrajne mrazeve do -5°C. Žuta lucerka je dobro adaptirana za rastenje u prirodnim travnjacima na suvim i siromašnim brdskim zemljištima iako najbolje uspeva na plodnim, rastresitim zemljištima, blago kisele, do blago alkalne reakcije.

Pored zeljastih biljnih vrsta kao pokrovni usevi-zasadi mogu se gajiti i višegodišnje drvenaste vrste. Zasnivanjem šumskih pojaseva od različitih vrsta drveća stvaraju se novi mikroklimatski uslovi i sprečavaju svi vidovi erozije. Šumski pojasevi se zasnivaju na obodima obradivih površina i uz otvorenu kanalsku i putnu mrežu. Postoji veliki broj biljnih vrsta koje se koriste za vetrozaštitne pojaseve, a izbor zavisi od ekoloških uslova za gajenje.

Prednost bi trebalo dati zimzelenim vrstama, zbog veće funkcionalnosti tokom cele godine. To mogu biti visokostablašice eukaliptusi, čempresi, borovi, kedrovi ili tuje. Iz grupe niskih grmova najpodesniji su lovor, planika, tamaris, berberis, lovor višnja ili mahonija. Navedene biljne vrste imaju relativno brz porast, adaptirane su na suvu mediteransku klimu, rezistentne na soli koje donose vetrovi duvajući sa mora. Korenov sistemovih vrsta manje se širi bočno i ne usvaja vodu sa okolnih poljoprivrednih površina, ali je dovoljno snažan da ih štiti od naleta vetrova. Sadnjom navedenih vrsta formiraju se spratoviti vetrozaštitni pojasevi (žbunje i visoka stabla) kao jednoredni ili višeredni. Broj redova u vetrozaštitnom pojasu zavisi od pravca i jačine vetrova kao i stepena zaštite koju ova barijera treba da pruži u određenom trenutku. Vetrozaštitni pojas sa najvećim brojem redova postavljaju se kao glavna zaštita proizvodnih površina i naselja od glavnog udara vetra. Iza tog glavnog ili zonskog vetrozaštitnog pojasa dolaze barijere sa manjim brojem redova, sve do jednorednih barijera. Uski vetrozaštitni pojasevi postavljaju se uz puteve ili pojedine zgrade. Pri podizanju vetrozaštitnih pojaseva u sredini strukture sade se visokostablašice i od njih zavisi do koje će udaljenosti određena površina biti zaštićena.

Ta je vrednost jednaka zbiru visine stabla u metrima i vrednosti 20-25. Do visokostablašica sade se srednje visoka stabla, a u spoljnim redovima grmlje. Ovako formirani vetrozaštitni pojasevi zatvoreni su po čitavoj visini i dubini. Ako se izostave niske žbunolike vrste, pojasevi su propusni u donjem delu.

U zavisnosti od lokalnih uslova i od uloge vetrozaštitnog pojasa u konkretnom slučaju moguće su različite konstrukcije vetrozaštitnog pojasa. Pri podizanju vetrozaštitnog pojasa najvažnije je da on bude postavljen upravno na udar dominantnog vetra. Mogu se tolerisati odstupanja do 30°. Na nagnutim terenima vetrozaštitni pojasevi se podižu upravno na pad

terena, pa tu istovremeno služe i kao mera protiv erozije vodom. Na velikim i ravnim površinama podižu se glavni i sporedni vetrozaštitni pojasevi u kojima su zastupljene najviše stablašice kako bi se proširio zaštićeni prostor. Razmak između glavnih vetrozaštitnih pojaseva može biti 200-300 m, a između sporednih sa manjim brojem redova i upravno na glavne vetrozaštitne pojaseve razmak je 1.000-2.000 m. Najveći broj redova stabala u pojasu je pet, što ima i praktičnog značaja.

***

Erozija vetrom je problem u Libiji i postaje široko rasprostranjen i ozbiljan tokom suša. Tokom 2008. godine, u okviru područja koje se nalazi u regiji Suluk u severoistočnom delu Libije, sprovedena su istraživanja vezana za ublažavanje posledica eolske erozije (*Nwer*, 2015). Istraživanja su između ostalog sprovedena jer je tokom februara 2008. godine, sa puteva u navedenom područjuuklonjeno 4.000 m^3 peskaili 400 kamiona,svaki nosivosti od10 m^3.Postojala je hitna potreba za zaštitu puteva od peska čime bi se smanjio rizik od saobraćajnih nesreća. Cilj predloga i sprovođenja navedenih mera zaštite od erozije vetrom, bio je da se obnovi vegetacioni pokrivač u regionu sa ukupnom površinom od 3.500 ha na potezu jugoistočno od Suluka, od gradskih predgrađa do 25 km udaljenosti.

Registrovana su dva glavna izvora peska. Najveći leži daleko od oblasti istraživanja, južno i potiče od velike dine, dok se drugi izvor prostire na području severoistočno od lokacije istraživanja i posledica je destruktivnih ljudskih aktivnosti, kao što je marginalna poljoprivreda i stihijsko stočarstvo kojim se pašnjaci iscrpljuju, a vegetacija uništava.

Tehnike korišćene za kontrolu erozije vetra su zasnovane na participativnom pristupu, programu pripreme zemljišta i plantaža. U kojoj meri prinos useva odgovara eroziji zemljišta zavisi od nekoliko promenljivih kao što su vrsta useva, osobine zemljišta, upravljanje zemljištem, klimatskih karakteristika područja na kome je proces erozije registrovan.

Područje na kome su sprovedena istraživanja pripada mediteranskom regionu u okviru koga je karakteristična pojava vrućih leta sa najmanje dva ili tri suva meseca i hladnih kišnih zima, bez zamrzavanja zemljišta. Padavine se često javljaju u vidu oluja visokog intenziteta (*Bradburi*, 1981). Kao posledica pojava jakih oluja, mediteranska klima je opisana kao jedan od najagresivnijih razloga pojave erozije. Za region južnog Mediterana, karakteristična je i pojava pukotina u zemljištu koje se mogu formirati isušivanjem tokom leta, što za posledicu imaekstremnu disekciju na padinama.

Glavni problem u klimi ove regije su zimske padavine, kao važniji faktor koji izaziva eroziju, obzirom da nema adekvatnog vegetacionog pokrivača da štiti površinu zemljišta, naročito kultivisana zemljišta i pašnjake. Mediteranska klima ne favorizuje razvoj gustog vegetacionog pokrivača na padinama, što je loše za stabilizaciju zemljišta. Kao rezultat toga,

područja sa mediteranskim tipom klime se tradicionalno klasifikuju kao područja sa visokom potencijalnom erozijom (*Saunders and Ioung*, 1983; *Brovn*, 1990). U Libiji, gde je životna sredina ranjiva, pojava povremenih relativno jakih pljuskova, visokog intenziteta padavina, može usloviti oticanje po padini. Uništavanje prirodne vegetacije sa površina zemljišta je glavni faktor za ubrzavanje erozije zemljišta.

Istraživanje je sprovedeno od strane *Selkhozpromekport* (1980) ifokusiralo se na istraživanje osobina zemljišta i erozije zemljišta na severo-istočnom i u zapadnom delu Libije. Za 70,7% zemljišta proučenih na sjeveroistoku Libije, utvrđeno je da je pogođeno erozijom zemljišta. *Selkhozpromekport* (1980) razlikuje dve vrste ubrzane erozije: eroziju vodom i eroziju vetrom. Erozija vodom se registruje u obliku jaruga, i javlja seuglavnom unutar Jabala Akhdar Upland,dok je erozija vetrom registrovana u obliku deflacije u okviruprimorskih ravnica (*Selkhozpromexport*, 1980; *Mahmoud*, 1995; Nwer, 2005).

U prošlosti, primenjene antierozione mere bile su usmerene na zasnivanje vetrozaštitnihpojaseva. Takve mere i strukture pokazale su se isplative samo u slučaju velikih gazdinstava u vlasništvu, kao što je državno šumsko zemljište, ili u slučaju zemljišta na kojima je sprovedena rekultivacija, kao i delovi oko naselja. One su imale ograničenu primenu i uspeh na lokalnom nivou osim u slučaju kada su se takvi programi sprovodili po nalogu, pod pokroviteljstvom državnih ili lokalnih vlasti i ako je bilo obezbeđeno njihovo finansiranje.

Aktivnosti sprovedene u cilju sprečavanja erozionih procesa na navedenoj lokaciji obuhvatile su pripremu zemljišta, čiji je cilj bio da se raspoloživa voda od kišnice akumulira u formiranim mikro slivovima. Zemljište je pripremljeno pre kišne sezone da bi se izbeglo podizanje prašine koju izaziva vetar i odnošenje zemljišnih čestica. Drveće je posađeno na rastojanju 10x10 metara udaljenosti, žbunje na 5x5 metara između njih, dok su travne vrste direktno posejane između zasađenih vrsta. Na slikama 6. i 7. je prikazan izgled područja na kojima su sprovedene navedene mere.



Slika 6. Izgled sprovedenih radova na zasnivanjuvetrozaštitnih pojaseva u Libiji (izvor: N*wer*, 2015)



Slika 7. Izgled sprovedenih radova na zasnivanju vetrozaštitnih pojaseva u Libiji (izvor: Nwer, 2015)

Selekcija vrsta koje su korišćenje za podizanje vetrozaštitnih pojaseva je određena prema sledećim kriterijumima: bile su birane tolerantne vrste prilagođene uslovima osobina zemljišta i klimatskim uslovima za njihovo gajenje. One sutrebale da ispune glavnu ulogu projekta, da zaštite zemljište i da njihovi proizvodi ispunjavaju zahteve stanovništva koje ih koristi (stočna hrana, drvo za gorivo, voće, med i drugo).

Biljne vrste koje su izabrane za zasnivanje zasada bile su: *Acacia aneura, A. bivenosa subsp. vaii A. cianophilla, A. kiklopa A. farnesiana A. horrida, A.ligulata A., salicina, A. tetragonophylla A. tortilis*, *A. trineura, A. victoriae, Atriplex glauca*, *A. halimus, A. nummularia*, *Calligonumcomosum*, *C. spinosum*, *Casuarinaequisetifolia*, *Cenchrus*

ciliaris,Cupressus sempervirens, *Eucalyptuscamaldulensis, E. gomphocephala, E.microtheca.*

Projekat je uspešno sproveden i pokazao se opravdan za potrebe kontrole erozije vetrom. Kao zaključak, utvrđeno je da su glavne prepreke u borbi protiv dezertifikacije u Libiji institucionalna nestabilnost, održivost fondova i nejasni planovi upravljanja.

Primena konzervatorske prakse u kontroli i ublažavanju eolske erozije, izvodi se u cilju da se ili smanji sila vetra na površini zemljišta ili deluje tako da površina zemljišta postane otpornija na delovanje snage vetra. Uspeh je moguć ukoliko se nađe način da se saltacija čestica smanji a time i habanje zemljišnog pokrivača.

Zasnivanje stalnog vegetacionog pokrivača ili mogućnost prekrivanja vegetacionim ostacima, jedna je od metoda konzervacijske prakse u borbi protiv erozije vetrom. Biljke i biljni ostaci štite čestice zemljišta na površini apsorpcijom dela direktne sile vetra, zatvaraju se pokretne čestice zemljišta i utiče na jačanje kohezije zemljišta.

Kao material za tu namenu, mogu se koristiti ostaci useva kao što su seno, slama ili kukuruz i to približno u količini 0,9 do 1,8 t ha^{-1}, što se smatra dovoljnom količinom za kontrolu erozije u područjima gde je erozija već počela.

Distribucija navedenih vegetacionih ostataka može se sprovesti pomoću rasipača stajnjaka, ili čak ručno ako je područje malo. Ova mera zaštite se sprovodi rasturanjem po celoj proizvodnoj parceli ili po redovima gajenih biljaka, i predstavlja najefikasniji hitan tretman za zaustavljanje-ublažavanje eolske erozije. Rotirajuća motika ili mulčer pomaže ravnomernom rasturanju biljnih ostataka jer ih je potrebno sjediniti sa zemljištem na koje se aplikuju. Ako se postupak sprovodi dodavanjem kukuruznih stabljika, postupak se lakše sprovodi jer se u tom slučaju može izostaviti upotreba mehanizacije prilikom dodavanja odabranog materijala koji će služiti kao štit za sprečavanje odnošenja zemljišnih čestica dejstvom vetra.

Redovi vegetacije postavljeni normalno na pravac vetra takođe mogu pozitivno uticati na efikasniju zaštitu od eolske erozije, jer ukoliko su postavljeni paralelno sa pravcem najizraženijeg vetra, erozioni procesi izazvani ovim agensom će biti znatnije izraženi. Isto tako, biljni ostaci pozitivno deluju ukoliko ostanu na zemljištu u smislu stvaranja zaštitnog sloja koji sprečava odnošenje zemljišnih čestica.

Primena stajnjaka je takođe jedan od načina za smanjenje erozije vetrom iusporavanje brzine vetra na površini zemljišta, odnosno sprečavanje odnošenja zemljišta. Njegova primena svakako doprinosi efikasnijem gajenju ratarskih useva. Primena 6 do 8 tona stajnjaka po hektaru, efikasno kontroliše eroziju vetra na ugroženim lokacijama eolskom erozijom. Stajnjak treba da je optimalno vlažan obzirom da je njegova uloga, između ostalog,

da vezuje čestice zemljišta i na taj način spreči njihovo odnošenje vetrom. Mere predostrožnosti treba preduzeti prilikom čuvanja i primene stajnjaka, kakone bi došlo dokontaminiranja izvora vode.

Primena navodnjavanja kao mere za ublažavanje dejstva eolske erozije uglavnom je nepraktična, jer se površine izložene uticaju vetra brzo suše, tako da irigacija nema uticaja na ublažavanje erozionog procesa. Navodnjavanje orošavanjem kao posledicu može imati pogoršanje strukture zemljišta, tako da je i to jedna od negativnih strana njegove primene na područjima izloženim dejstvu eolske erozije. Primena navedene mere, može biti opravdana jedino ako se na području koje je ugroženo eolskom erozijom gaje visokoprofitabilni usevi, tako da se prilikomnavodnjavanja koristi veća količina vode kojom se postiže optimalna vlažnost zemljišta i na taj način sprečava odnošenje čestica zemljišta vetrom. Ovakva primena je skupa i zahteva znatna ulaganja.

U cilju zaštite zemljišta od eolske erozije, mogu se koristiti privremene veštačke barijere, ali one se koriste ako je relativno malo područje podložno eroziji vetrom. Na primer, područje koje se navodnjava može se zaštiti ogradama (pločama) od različitih vrsta materijala, pleterima od bambusa ili vrba, balama sena, zemljanim bancima, kamenim zidovima. Na taj način moguće je zaštititi zemljište od uticaja vetra na rastojanju 10 do 15 puta visine pregrade.

Kao materijali koji se primenjuju za zaštitu od erozije vetrom u primeni su i stabilizatori zemljišta, aditivi i lepkovi koji se koriste za agregaciju, spajanje čestica zemljišta. Oni su skupi, imaju privremeno dejstvo i koriste se jedino u proizvodnji visokoprofitabilnih useva, na primer povrća i cveća.

U primeni su i materijali na bazi nafte ili materijali organskog porekla koji su delimično našli svoju primenu, uz napomenu da oni nisu primenjivi na svim zemljištima zahvaćenim eolskom erozijom, s obzirom da delovanjem padavina, obradom i slično gube svoju funkciju.

7. REZIME, ZAKLJUČCI I PREPORUKE

7. 1. Zaključci

Na osnovu rezultata proučavanja uticaja erozionih procesa na poljoprivredna zemljišta u Republici Libiji može se zaključiti sledeće:

- Procesi erozije poljoprivrednih zemljišta izraženi su, kako na severnim primorskim oblastima, tako i na južnim padinama brdsko-planinskog masiva koji se pruža od istoka ka zapadu države;

- Primorske oblasti izložene su erozionim procesima kao posledicom obilnih zimskih padavina i male upijajuće moći zemljišta koja su pretežno lakog peskovitog sastava. Usled ovakvih klimatskih i zemljišnih uslova severna područja ispresecana su brojnim vodotokovima stvorenim bujicama koje nastaju posle obilnijih padavina. Kroz ove vodotokove u niže oblasti i dalje u more sa vodom se odnose velike količine zemlje isprane sa poljoprivrednih površina;

- Južne strane poljoprivrednih pobrežja, okrenute ka pustinjama manje su izložene bujičnoj eroziji jer do ovih predela dospevaju manje količine padavina;

- Eolskom erozijom ugrožene su sve poljoprivredne površine, bez obzira na nagib terena. Celokupno područje Libije izloženo je stalnim vazdušnim strujanjima iz pravca južnih pustinjskih oblasti. Vetrovi, koji duvaju iz predela Libijske pustinje i Sahare, u pojedinim periodima godine (posebno leti) velike su brzine i snage usled značajnih razlika u temperaturi južnih i severnih predela. Duvajući iz pravca pustinja vetrovi podižu velike količine sitnog peska kojim zasipaju uski primorski pojas u kome se nalaze poljoprivredne površine;

- Slabljenjem jačine vazdušnih strujanja usled prepreka koje pružaju brdsko-planinski masivi na ova područja ispuštaju se velike količine peska kojim se zasipaju poljoprivredna zemljišta;

- U proteklim decenijama posledice globalnog zagrevanja planete ogledaju se u pojačanom intenzitetu i dužini trajanja ovih vazdušnih strujanja što ubrzava procese dezertifikacije poljoprivrednih površina;

- Pored izraženih uticaja abiotičkih činilaca na eroziju poljoprivrednih zemljišta u Republici Libiji evidentan je i uticaj čoveka koji se ogleda u sledećem:

A) Nagli porast broja stanovništva povećava potrebe za povećanjem površina za izgradnju naselja. Kako su za podizanje mesta za život najpodesniji primorski, kako zbog

povoljnije klime, tako i zbog blizine mora i morskih puteva, nova naselja se grade i stara proširuju u predelima koji se koriste za poljoprivrednu proizvodnju,

B) Pored naselja na ovom području podižu se i privredni objekti, pretežno na površinama podesnim za poljoprivrednu proizvodnju,

C) Radi bolje povezanosti i energetskih potreba u naseljenim područjima grade se nove saobraćajnice, dalekovodi, naftovodi, vodovodi, velika skladišta i drugi objekti koji, takođe umanjuju površine neophodne za poljoprivrednu proizvodnju,

D) Usled narastanja potreba za hranom za ljude i domaće životinje, raspoložive poljoprivredne površine se sve manje koriste u sistemu održive proizvodnje, već se sve intenzivnije eksploatišu što ima za posledicu ubrzano smanjenje njihove potencijalne rodnosti. Posledice neadekvatnog načina korišćenja zemljišta su opadanje njegove prirodne plodnosti smanjenjem udela organske suptance (humusa) što ubrzava procese vodne erozije.

7. 2. Preporuke

Rezultati dosadašnjih istraživanja u poljoprivrednim područjima Srbije vezani za izbor najcelishodnijih metoda zaštite zemljišta od erozije, poređeni sa istraživanjima koja se izvode u Libiji pokazuju da se erozioni procesi u velikom stepenu mogu ublažiti.

Da bismo odredili koje metode zaštite će se primeniti prethodno treba uraditi detaljnu analizu agroekoloških uslova svakog pojedinačnog poljoprivrednog područja uz celokupno sagledavanje delovanja svih abiotičkih i biotičkih činilaca koji utiču na eroziju zemljišta. U prethodnim poglavljima ovog rada ocenjene su proizvodne osobine zemljišta, obim biljne i stočarske proizvodnje i urađena analiza osnovnih klimatskih činilaca za četiri najvažnija poljoprivredna rejona. To su rejoni oko Tripolija, Bengazija, Bayde i Sabhe. Tri rejona se nalaze u području Mediterana i predstavljaju najvažniju poljoprivrednu oblast, dok je četvrto u središnjem delu države i definisano je kao rejon oaze.

Za zaštitu od erozije vodom na mediteranskim rejonima, idući od istoka, ka zapadu države, najefikasnije metode pruža gajenje višegodišnjih zeljastih biljaka koje posle godine zasnivanja stvaraju čvrstu ledinu na površini, a u rizosfernoj zoni snažnim i razgranatim korenovim sistemom odlično vezuju zemljište i sprečavaju ispiranje finih čestica zemlje. Zbog značajnog pozitivnog uticaja na zemljište ove biljne vrste nazivaju se pokrovni usevi. Radi boljeg efekta u sprečavanju erozije, ali i korišćenja proizvedene biomase kao stočne hrane, treba se opredeliti za gajenje 2-3 vrste, koje specifičnim morfološkim i biološkim osobinama bolje pokrivaju zemljište, zatim daju veću količinu biomase boljeg kvaliteta i oplemenjuju zemljište povećanjem organske supstance u biološki najaktivnijem horizontu.

Od navedenih vrsta, opisanih u disertaciji,u vlažnijem istočnom području (Bayda i Bengazi), za zasnivanje pokrovnih useva na površinama pod intenzivnom biljnom proizvodnjom (ratarskom i voćarsko-vinogradarskom) treba koristiti jednogodišnje trave sudanska trava, jednogodišnji sirak i interspecijes hibrid ove dve vrste. Navedene biljne vrste dobro su adaptirane na aridnije uslove, ali i veoma povoljno reaguju na navodnjavanje. Snažnim korenovim sistemom one mogu iskoristiti biljne asimilative i vodu iz dubljih slojeva zemljišta, a nadzemnom biomasom odlično prekrivaju površinu sprečavajući evaporaciju i ublažavaju sve vidove erozije zemljišta. U godini proizvodnje daju 2-3 otkosa vrlo kvalitetne stočne hrane koja se može koristiti za ishranu svih vrsta domaćih životinja, i to kao sveža ili za spremanje sena.

U aridnijim predelima i na lakšim peskovitim zemljištima trebalo bi se opredeliti za višegodišnje pokrovne useve. Najpodesnije vrste bile bi prerijsko proso ili višegodišnji almum sirak. Ove vrste mogu se gajiti kao čisti usevi, ali je celishodnije formirati smeše sa višegodišnjim grahorom ili lupinama. Smeše ovih vrsta na površini će obrazovati gust travni pokrivač koji ima višestruko pozitivno delovanje na zemljište štiteći ga od erozije vodom i vetrom uz, istovremeno povećanje njegove prirodne plodnosti. Višegodišnje vrste, jednom posejane, na površini ostaju duži niz godina razvijajući se iz podzemnih organa, a delom i samorasejavanjem. Biomasa koju tokom godine obrazuju predstavlja vrlo kvalitetnu stočnu hranu i najčešće se koristi kao seno ili za obročnu ispašu domaćih životinja.

U povoljnijim zemljišnim uslovima i u predelima sa više padavina višegodišnji pokrovni usev može se formirati sadnjom miskantusa. Ova biljna vrsta, zavisno od vodnog režima, obrazuje visoka olistala stabla koja se posle odsecanja dobro regenerišu tako da se može koristiti obročnom ispašom ili za kosidbu. Od pokošene biomase može se proizvesti voluminozna stočna hrana dobrog kvaliteta. Pored toga, biomasa služi kao sirovina u mnogim granama industrijske prerade. Gusti zasadi miskantusa pružaju dobru zaštitu od eolske i odličnu od vodne erozije. U povoljnim uslovima i uz pravilno korišćenje zasad može trajati do dvadeset godina.

U voćnjacima i vinogradima za zaštitu od erozije vodom trebalo bi na međurednom prostoru gajiti lupine (mediteranska, španska, marokanska ili peščana) koje su dobro adaptirane na aridnije uslove Mediterana. U povoljnijim uslovima vodnog režima (prirodni ili navodnjavanje) na međurednom prostoru u voćnjacima dobrouspeva žuta lucerka jer formira gustu ledinu i kompaktne busenove sa dobro razgranatim korenovima u plićem sloju zemljišta. Sve leptirnjače (lupine, lucerke, grahori) su važne biljke azotoskupljačice. Radom simbiotskih bakterija na korenovima sintetišu se značajne količine azota u zemljištu što povoljno utiče na njegove hemijske osobine.

Kao pokrovni usevi u oaznim predelima mogu se gajiti grahori, prerijsko proso i slonova trava, kao i hibridi ove dve vrste. Ove biljne vrste vrlo dobro podnose sušu i vrlo visoke temperature vazduha. Sa nekoliko zalivanja tokom godine obrazovaće biomasu koja se, dok je mlađa, može koristiti za ishranu domaćih životinja. Navedene biljne vrste, pojedinačno ili u smeši, formiraju gustu ledinu i čuvaju zemljište od prekomernog zagrevanja, evaporacije i erozije.

U agroekološkim uslovima Srbije za sprečavanje erozije vetrom najbolje rezultate pokazali su vetrozaštitni pojasevi (slike 16. i 17, Prilog 1). Efekat ovih živih pokrovnih zasada zavisi od izbora i kombinacija vrsta (žbunje, visokostablašice, zimzelena stabla i tako dalje) koje će se koristiti za podizanje pojaseva, debljine pojaseva i pravca postavljanja na dominantne vetrove.

Za zaštitu poljoprivrednih površina u proučavanim rejonima za podizanje zaštitnih pojaseva trebalo bi gajiti zimzelene visokostablašice kao što su čempresi, borovi, eukaliptusi, kedrovi i tuje. Između ovih zasadausađuju se u međuredove niske grmolike biljke, na prime lovori i lovor višnje, zatim, planike, tamarisi, berberisi i mahonije. Navedene vrste brzo rastu, tolerantne su na sušu, soli i visoke temperature vazduha.

Pored živih zaštitnih pojaseva (pokrovni usevi i zaštitni vetropojasevi) u novije vreme za sprečavanje erozije koriste se i takozvani neživi pojasevi. Oni mogu predstavljati različite improvizovane zidove izgrađene od priručnih materijala. U zemljama severne Afrike često se koriste pleteri od granja i listova palmi i različita granjevina koja ostaje posle seče drveća i rezidbe voćaka. Na nepoljoprivrednim površinama (nagibi i kosine pored puteva, obale rečnih tokova) za sprečavanje erozije koriste se kombinovano višegodišnji travni usevi u koje se postavljaju plastične rešetke koje sprečavaju ispiranje površinskog sloja zemljišta posle bujičnih kiša ili od eolske erozije.

PRILOZI



Slika 1. Geografska karta Libije



Slika 2. Putna mreža Libije



Slika 3. Sudanska trava



Slika 4. Krmni sirak



Slika 5. Slonova trava



Slika 6. Prerijsko proso



Slika 7. Almum sirak



Slika 8. Miskantus



Slika 9. Lupina



Slika 10. Grahor



Slika 11. Žuta lucerka



Slika 12. Dunjica



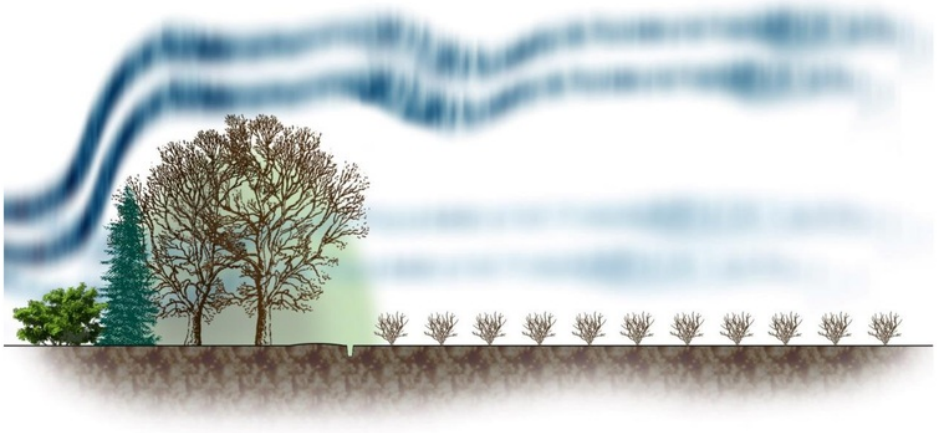
Slika 13. Halfa trava



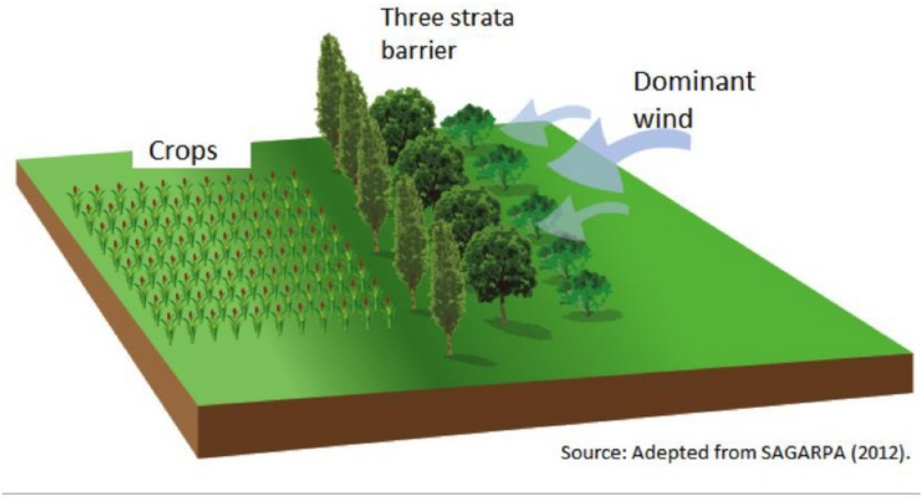
Slika 14. Halfa trava



Slika 15. Vetrozaštitni pojas



Slika 16. Delovanje vetrozaštitnog pojasa



Slika 17. Delovanje vetrozaštitnog pojasa

EKOLOŠKE DETERMINANTE PRIMARNIH METODA I NAČINA SPREČAVANJA EROZIJE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U LIBIJI

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	nardus.mpn.gov.rs Internet	1582 words — 4%
2	www.voda.hr Internet	429 words — 1%
3	vok.org.rs Internet	413 words — 1%
4	www.savjetodavna.hr Internet	242 words — 1%
5	www.geografija.hr Internet	198 words — 1%
6	hrcak.srce.hr Internet	101 words — < 1%
7	www.ef.uns.ac.rs Internet	54 words — < 1%
8	fedorabg.bg.ac.rs Internet	22 words — < 1%
9	www.nice.org.uk Internet	18 words — < 1%
10	Arabi, Ibn. "Illegal migrations of population in Libya", Pravo - teorija i praksa, 2015. Crossref	16 words — < 1%

11	Vera Silva, Luca Montanarella, Arwyn Jones, Oihane Fernández-Ugalde, Hans G.J. Mol, Coen J. Ritsema, Violette Geissen. "Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union", Science of The Total Environment, 2018 Crossref	12 words — < 1%
12	journalepm.org Internet	10 words — < 1%
13	en.wikipedia.org Internet	10 words — < 1%
14	curis.ku.dk Internet	9 words — < 1%
15	www.psiholoskikutak.com Internet	9 words — < 1%
16	www.elitesecurity.org Internet	9 words — < 1%
17	www.siz-au.com Internet	9 words — < 1%
18	Blagojevic, Jovana, Violeta Oro, Ivan Nikolic, Tatjana Popovic, Goran Aleksic, Veljko Gavrilovic, and Zarko Ivanovic. "Morpho-physiological study of Alternaria spp. isolates from celery", Zastita bilja, 2014. Crossref	8 words — < 1%
19	Bratic, Marija, and Filip Stojiljkovic. "Demographic movements in rural settlements municipality of Knjazevac", Glasnik Antropoloskog drustva Srbije, 2015. Crossref	8 words — < 1%
20	ibn-sina.net Internet	8 words — < 1%
21	mmc.et.tudelft.nl Internet	8 words — < 1%

22	apiculturauruguay.blogspot.com Internet	8 words — < 1%
23	"Rooftop Urban Agriculture", Springer Nature, 2017 Crossref	8 words — < 1%
24	Stojanovic, Boban, Vladimir Radivojevic, and Tanja Stanisic. "Institutional assumptions of competition policy efficiency", Ekonomski horizonti, 2012. Crossref	7 words — < 1%
25	Dornik, Andrei Dragut, Lucian Urdea, Pet. "Knowledge-based soil type classification using terrain segmentation.(Report)", Soil Research, Oct 2016 Issue Publications	6 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES	OFF	EXCLUDE MATCHES	OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY	OFF		