

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број:03-1461/3
Датум:22.05.2015.

На основу члана 130. Статута Шумарског факултета а у вези члана 30. и члана 21.Правилника о докторским студијама, Декан Шумарског факултета доноси следећу

О Д Л У К У

Израђена докторска дисертација мр **Yousef Mansour Ali Bohajar** под насловом:

„Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“

са Извештајем Комисије ставља се на увид јавности у Библиотеци и интернет страници Факултета са роком од **30 дана**.

Одлуку доставити: Библиотеци Факултета, истаћи на огласну таблу и сајт факултета, писарници, Служби за наставу и студентска питања.

Д Е К А Н
Проф.др МИЛАН МЕДАРЕВИЋ

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:

Одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета у Београду, број одлуке 01-2050/1, од 25.03.2015. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидата **Yousef Mansour Ali Bohajar, MSc.**

2. Састав комисије:

1. **др Ратко Кадовић**, редовни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет;
2. **др Владимир Ђурђевић**, доцент,
Универзитет у Београду-Физички факултет,
3. **др Станимир Костадинов**, редовни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет;
4. **др Милан Кнежевић**, ред. проф.,
Универзитет у Београду-Шумарски факултет,
5. **др Снежана Белановић Симић, ванр. проф.**,
Универзитет у Београду-Шумарски факултет,

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме:

Yousef Mansour Ali Bohajar

2. Датум и место рођења, општина, држава: 10.01.1974. године у Elbayada, Либија

3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: /

13.01.2003., Пољопривредни факултет Al-Fateh Univerziteta, одсек за Високе студије и тренинг, област Земљиште и вода, „Проучавање утицаја неких фактора на испаравање амонијака од азотних ђубрива у земљишту“ (The study of the influence of some factors on volatilization of ammonia from nitrogen fertilizers in the soil).

**4. Научна област из које је стечено академско звање магистра
наука/мастера: /**

Универзитет у Београду је доставио одлуку број 06-613-95/2-10 од 04.02.2010. године, којом се признаје диплома магистарских студија са звањем магистар биотехничких наука, област агрономских наука – агрохемије.

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

„Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Материја је подељена у 8 поглавља, која садрже: 47 табела и 88 слика.

Докторска дисертација под насловом: „Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“ написана је на 232 стране (са основним информацијама), са прилозима, а без прилога 166 страна. Материја је подељена у 8 поглавља, која садрже: 39 табела и 64 слике, 53 прилога и 168 библиографских јединица на српском и страном језику, поређана је абecedним редом на 7 страна. На почетку рада су дате информације о менторима и члановима комисије, резиме, основни подаци о докторској дисертацији на српском и енглеском језику и кључне речи. Поголавља су структурирана тако да представљају посебне и логички повезане целине:

1. УВОД: 3-25. стр.
2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА: 26-52. стр.
3. РЕЗУЛТАТИ: 53-112 стр.
4. ДИСКУСИЈА: 113-146. стр.
5. ЗАКЉУЧАК: 147-150. стр.
6. ЛИТЕРАТУРА: 151-166 стр.
7. ПРИЛОЗИ: 167-174. стр.

Иза поглавља које се односи на графичке и табеларне прилоге, дате су потребне изјаве кандидата о ауторству, истовестности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. УВОД (1-6. стр.)

Поголавље **УВОД**, је подељено на четири подпоглавља: предмет докторске дисертације, научни циљ рада, основне хипотезе и преглед досадашњих истраживања. Дат је основни приказ проблематике која се односе на предмет докторске дисертације. Истиче се проблем односа човек-земљиште које је везан са проблемом озбиљне и глобалне деградације земљишта. Глобално гледано, природни процеси који битно доприносе развоју процеса деградације земљишта су: суше, аридизација и опустивавање. Ресурси, пре свега, обрадивог земљишта се константно смањују услед бројних антропогених процеса деградације: ерозије ветром и водом, заслањивања/алкализације, збијености, депозиције полутаната, загађивања органским материјама и недостатка елемената исхране. Разматра се концепт аридности са аспекта теоријских и емпиријских питања коришћења воде, „ефекта оазе“, потенцијалне евапотранспирације, класификације климе, индекса аридности и климатских аналога, радијације, микроклиме и др. питања. Аридност представља сталну карактеристику климе одређене области. С друге стране, суша није свакодневна појава, већ представља ванредну ситуацију изазвану дугим периодом дефицита падавина. То значи да, када су падавине нормалне, не долази до суше, иако се нормалне падавине могу значајно смањити. Суша је привремено одступање и разликује се од аридности, јер се може јавити у било којој климатској зони, за разлику од аридности, која представља сталну

одлику климе одређене области.

Имајући наведено у виду, дефинисан је основни циљ дисертације, а то је да се утврде промене у учесталости суша, њиховој трајности и јачини на подручју Делиблатске пешчаре, као Специјалног резервата природе, за период 1980-2010. год., као и да укажу на развој процеса аридизације, посебно са становишта деградације земљишта и одрживог управљања екосистемима овог подручја и предвиђају:

1. Утврђивање утицаја климатских фактора, углавном, падавина и температуре на појаву суша и развој процеса аридизације на подручју Делиблатске пешчаре;
2. Детерминисање људских активности које доприносе развоју наведених процеса са становишта губитка вегетационог покривача и њиховог интензитета;
3. Детерминисање ефеката суша и процеса аридизације на процесе деградације земљишта, пре свега, преко фактора еродибилности земљишта;
4. Утврђивање адаптивних механизма и њихових ефеката на ублажавање последица суша и аридизације.

У односу на проблематику проучаваног подручја и теоријске оквира проблема којим се ова докторска дисертација бави, формулисане су следеће хипотезе:

1. Постоји значајно повећање утицаја управљања проучаваним подручјем током последњих 30 година;
2. Постоји значајна разлика у вегетационом покривачу током последњих 30 година, као последица појаве суше и процеса аридизације;
3. Систем управљања проучаваним подручјем и промене вегетационог покривача, уз појаву суше и процеса аридизације, значајно су утицали на убрзавање процеса деградације земљишта;
4. Систем управљања проучаваним подручјем, промене вегетационог покривача, појава суша и процеса аридизације, значајно су утицали на еродибилност земљишта и појаву ризика од развоја процеса ерозије ветром.

У подпоглављу **Преглед досадашњих проучавања** (6-23 стр.), приказан је преглед најважнијих резултата проучавања процеса деградације земљишта и, у ширем смислу, дезертификације и услова који до њих доводе, нарочито у полу-сушним и сувим суб-хумидним подручјима. У полу-сушним и сувим суб-хумидним подручјима процес деградације (дезертификације) земљишта и земљишног простора постаје иреверзибилан, када у зони кореновог система не постоје услови за одржавање минимума вегетационог покривача. Неуједначена годишња и међугодишња дистрибуција падавина, екстремни климатски догађаји, нарочито у току вегетационог периода у полусушним и аридним подручјима, су основни климатски атрибути који доприносе деградацији земљишта. Земљишта у наведеним подручјима су нестабилна, тако да се процеси деградације активирају само у случајевима ако остале компоненте земљишног простора пређу одређене граничне вредности. Током последње деценије, сведоци смо повећане фреквенције сушних периода и екстремних климатских догађаја, са свим штетним последицама у погледу деградације земљишта, посебно развоја процеса ерозије. Дезертификација у овом тренутку угрожава највише плитка и јако еродирана земљишта.

Аридност је критични фактор средине при детерминисању еволуције природне

вегетације узимајући у обзир водни стрес који се може јавити редукцијом вегетационог покривача. Међутим, постојећу природну вегетацију, у угроженим подручјима, карактерише висок капацитет адаптације и отпорности на сушне услове.

Суша, с друге стране, погађа практично све климатске регионе и више од половине планете је подложно сушама сваке године. Суша, као један од екстремних климатских услова, представља притајену природну опасност која произилази из дефицита падавина у односу на очекивано или "нормално", која, када се продужи на целу сезону или дужи временски период, лимитира задовољавање потреба за водом, како људских активности, тако екосистема. Суша која представља релативно, а не апсолутно стање, је привремено одступање, а не регуларан, саставни део климе.

Деградација земљишта је повећана током дужих периода са дефицитом падавина, високих температура и јаких ветрова, јер доприносе сушењу површинског слоја земљишта и губитка његове структуре. Имајући у виду поменуто, разматрање директног утицаја температуре и падавина на процесе деградације земљишта треба употпунити и индексима суше, који се могу базирати на један или више климатских параметара. Земљиште, клима, вегетација и систем управљања су главни фактори који утичу на осетљивост неког подручја, или животне средине према деградацији, кроз њихова специфична својства и/или њихове интеракције са пределом. Због тога су могући различити нивои ризика од деградације, као реакције на одређене комбинације горе поменутих фактора. Тако, комбинација неодговарајућег система управљања и неповољних услова земљишта, резултираће тежим обликом деградације, док комбинација истог типа управљања у условима квалитетнијег земљишта, може довести до занемарљивог облика деградације.

Суша се редовно јавља на широким подручјима пољопривредних региона Србије. Ови региони имају променљиве, нестабилне кишне падавине и врло често сушне периоде током јуна, јула и августа. Високе температуре ваздуха, суви и топли ветрови, повећане потребе биљака за водом и садржај влаге у земљишту испод границе већења, такође, карактеришу ове суве периоде. У Војводини, дефицит падавина је типичан и редовно утиче на смањење нивоа приноса. Постоји стални негативни тренд у количини укупних падавина, што је посебно изражено у топлијем делу године, а анализе показују да је период јули-август полусушан или сушан у 74% анализираних година.

Делиблатска пешчара је изоловани комплекс пешчаних маса који се налази у северном делу Србије, у јужном делу Баната, између Дунава и западних падина Карпата. Клима подручја је, генерално, семиаридна. Међутим, на падинама дина, јужне експозиције, током лета, а посебно у најтоплијим месецима (јул, август), климатски услови показују тенденцију ка аридности, јер температура површинског слоја земљишта може достићи и изнад 60°C током дана, и мањак воде у земљишту, који може износити око 25% од укупних падавина.

Појава и развој еолске ерозије на подручју Делиблатске пешчаре резултат заједничког деловања низа антропогених и природних фактора, при чему се антропогени фактори сматрају иницијалним узроцима. Од природних фактора најбитнији су климатски и то у првом реду: јак, пулзирајући и сув ветар – кошава, затим ситнозрни – песковити састав површинских слојева земљишта, релативно мале количине падавина и високе температуре ваздуха.

Свеобухватну контролу осетљивости земљишног простора према еолској ерозији чине клима, праћена својствима земљишта и вегетације и управљање земљишним простором. Посебан значај за развој еолске ерозије има недостатак влаге. Уз то долази сувоћа (осушеност) ниског вегетационог покривача и смањен капацитет за кохезију између честица. Фактори који контролишу овај недостатак влаге, обухватају количину

и фреквенцију падавина, сунчево зрачење, потенцијал евапорације и брзину ветра. Коришћење и управљање земљишним простором утиче на развој процеса еолске ерозије, углавном, контролисањем типа вегетационог покривача и својстава површине земљишта.

Истиче се да је у последње време покренуто више пројеката и развијен већи број модела с циљем да се изврше процене осетљивости, обима и интензитета различитих процеса деградације, посебно, ерозије земљишта, широм света. Избор одређеног модела је од суштинског значаја за правилно идентификовање екосистема и процену његове осетљивости према деградацији земљишта. Међу бројним моделима, посебно је значајан MEDALUS (MEDiterranean Desertification And Land USE), модел који је развијен од стране Европске комисије. MEDALUS модел је широко коришћен на подручју европских држава као успешно средство за откривање најугроженијих подручја према деградацији земљишта.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (24-50 стр.)

Поглавље МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ састоји се из два основна подпоглавља. У првом делу, приказано је подручје проучавања (24- 35 стр.), у којем је дат опис, постанак и старост подручја Делиблатске пешчаре, орографске и хидрографске карактеристике Делиблатске пешчаре, геолошки састав, карактеристике климе, вегетација Делиблатске пешчаре и карактеристике земљишта. У другом подпоглављу „Методе проучавања“ (35-50 стр.), истиче се да су у оквиру ове докторске дисертације, обухваћене две основне групе: климатолошка проучавања и проучавања земљишта. Поред ових, урађене су анализе стања вегетације на Делиблатској пешчари и система управљања.

У оквиру климатолошких проучавања, пажња је посвећена климатским факторима који се најчешће користе у проучавању деградације земљишта. То се, пре свега, односи на падавине (P), температуру (T), ветар (V) и њихове екстреме, потенцијалну евапотранспирацију (PET), индекс суше (SPI- стандардизовани индекс падавина) за неколико различитих временских периода (1, 2, 3 и 12 месеци), индексе аридности - AI (aridity index) и BGI (Bagnouls-Gaussien aridity index). Изабране су четири метеоролошке станице, од којих се на три прате сви поменути климатски параметри (Банатски Карловац, Вршац и Бела Црква), док падавинска станица Падина, која се налази у северном делу Пешчаре, располаже подацима о падавинама на бази којих су изведени и вредности индекса SPI. Све климатолошке анализе су урађене за низ од 30 година, тј. за период 1981-2010, на основу података Републичког хидрометеоролошког завода.

Проучавања земљишта су обухватила две групе: теренска проучавања и лабораторијске анализе. У оквиру теренских проучавања, отворен је 31 профил земљишта: 10 педолошких профила се налази на пашњацима, 16 педолошких профила се налази у шумама (природним шумама и шумским културама) и 5 педолошких профила се налази у подручју влажних ливада. У оквиру теренског дела проучавања, извршен је морфолошки опис земљишта, са свим поступцима предвиђеним према методама ЈДПЗ (1966, 1997). Из отворених педолошких профила, узорци земљишта су узети из фиксних дубина, у складу са методама мониторинга земљишта ICPF (2010): 0-10, 10-20 и 20-40 cm.

Лабораторијска испитивања земљишта су извршена коришћењем ЈДПЗ метода (1997, 1966), за сваки издвојени слој земљишта. Гранулометријски састав земљишта је одређен третирањем узорака натријум-пирофосфатом, а фракционисање земљишта је вршено комбинованом пипет Б методом елутрације помоћу сита по Attebergu, уз одређивање процентуалног садржаја фракција; запреминска маса је израчуната као однос суве масе земљишта према запремини цилиндра; хигроскопна влага је одређена

сушењем на температури од 105°C у току 6-8 часова. Мерења рН вредности је вршено у H₂O и CaCl₂, корисћењем 1:3 односа земљиште : раствор. Садржај хумуса и угљеника је одређен по методи Тјурина у модификацији Симакова. Садржај укупног азота је одређен метомом Kjeldahla, а садржај лакоприступачних фосфора и калијума Al методом по Enger-Reihm-у. Однос угљеника и азота је одређен рачунским путем. Све анализе су вршене у 3 понављања.

За анализу еродибилности земљишта и његове отпорности према еолској ерозији, примењена је, пре свега, процена учешћа еродибилне фракције (EF) и фактора покорице земљишта (SCF) према RWEQ (Revised Wind Erosion Equation) (Frygear et al., 1999; Frygear et al., 2001)), заједно са ГИС анализама.

Аналитички подаци појединих својстава земљишта су обрађени применом математичко-статистичких метода: анализом варијансе (примењени су F-тест и LSD-тест ($P < 0,05$), анализом регресије и корелације, анализом кумулативне фреквенције. Све статистичке анализе су урађене за издвојене групе земљишта (по методи WRB) и за земљишта разврстана по групама вегетације. Статистичке анализе су вршене је у статистичком програму Statgraphics Plus. Подаци су обрађени путем дескриптивне статистике, корелационих и регресионах анализа као и анализе варијансе (ANOVA тест). У обради геопросторних података осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре и њихове међусобне зависности, користили смо савремене статистичке методе које омогућавају анализу података над растерским скуповима.

Применом ГИС алата (ArcGIS), израђене су карте степена угрожености земљишта процесима суше и аридизације и карте осетљивости подручја Делиблатске пешчаре у односу на процес деградације земљишта изазване сушама и аридизацијом.

Процена осетљивости земљишта на подручју Делиблатске пешчаре, применом модела MEDALUS, је базирана на увођењу и анализи физичких карактеристика простора, као што су квалитет земљишта, квалитет климе и квалитет вегетације. Карактеристике управљања, као што су тип коришћења земљишног простора и политике управљања, дефинисане као квалитет управљања, укључене су у смислу антропогеног утицаја који индукује процес деградације. Прорачуни индикатора за четири изабране групе извршени су полазећи од анализа појединих фактора које индукују деградацију земљишта и дефинисаних алгоритама. За сваки тип квалитета, урађена је синтезна карта.

Индикатори квалитета земљишта за картирање осетљивости подручја Делиблатске пешчаре, посебно су изабрани са аспекта (а) приступачности влаге и (б) отпорности према ерозији. У овом случају, квалитет земљишта је процењен на основу следећих параметара, за слој 0-10 см: текстуре земљишта, садржаја хумуса и садржаја CaCO₃. Препостављено је да су: матични супстрат, дубина песка, дренажност и др., уједначени и да их није неопходно анализирати посебно са становишта дефинисања и раздвајања класа у односу на степен заштите од процеса деградације услед суша и процеса аридизације.

Квалитет климе је процењен применом параметара који утичу на ерозивност земљишта, што је, такође, условљено приступачношћу воде вегетацији Делиблатске пешчаре. Квалитет климе је процењен на основу следећих параметара: индекса аридности, стандардизованог индекса падавина (за јул месец) и брзине ветра.

Квалитет вегетације је анализиран са аспекта: (а) типа биљног покривача, (б) заштите земљишта од ерозије и (ц) отпорности према суши. За подручје Делиблатске пешчаре, доминантни типови (групе) вегетације, груписани су у четири класе, са аспекта заштите од ерозије и отпорности према суши, а у три класе са становишта

покривености земљишта.

Са аспекта квалитета управљања и степена антропогеног утицаја на индуковање стреса значајни су интензитет коришћења и политика заштите подручја Делиблатске пешчаре као Специјалног природног резервата, за поједине типове коришћења.

Као финални корак у процени квалитета средине (квалитета земљишта, квалитета климе и квалитета вегетације) и квалитета управљања, дефинисан је тип осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре према деградацији изазваној сушама и процесом аридизације, на основу посебно дефинисаног алгоритма. На основу извршених анализа, урађена је синтезна карта осетљивости подручја Делиблатске пешчаре према деградацији.

3. РЕЗУЛТАТИ (51-111 стр.)

Резултати проучавања, такође, приказани су према карактеристичним групама. У оквиру климатолошких проучавања (51-69 стр.), детаљно су приказани резултати о падавинама, температурама, потенцијалној евапотранспирацији, стандардизованим индексу падавина (SPI-1, 2, 3, 6 и 12 месеци) и индексе аридности (AI и BGI), за ГМС: Банатски Карловац, Вршац и Белу Цркву и кишомерну станицу Падина, за период 1981-2010. год. Резултати су илустровани графиконима, хистограмима и картама, на укупно 26 слика, а приказују трендове појединих параметара климе и учесталост, посебно суша (преко SPI за различите периоде) и индекса аридности.

Вредности индекса SPI указују на интензитет остварених суша у анализираном периоду, имајући у виду категоризацију према WMO. Суша се дешава сваки пут када је SPI континуирано негативан и достиже интензитет од – 1.0 и ниже. Према томе, сваки догађај суше има трајање које је одређено његовим почетком (када SPI поприми негативан предзнак) и крајем (када SPI поново постане позитиван). Интензитет суше за сваки месец је одређен вредношћу који индекс достигне. Маркиране вредности SPI, приказане у одговарајућим табелама за сваку метеоролошку станицу, омогућиле су да се израчунају честине умерених, јаких и екстремних суша појединачно или све заједно, а затим и њихове вероватноће. Краткотрајне SPI-1, SPI-2, SPI-3 и SPI-6 суше, утичу на садржај влаге у земљишту, а SPI-12 на стање подземних вода и отицање воде.

Према подацима из наведених слика, видљиво је да је током 30. годишњег периода, највећи број појављивања вредности AI, за јул и август, припадају класама аридне и семиаридне климе, док за месец јун, доминирају године са вредностима AI које припадају хумидној и, нешто мање, семиаридној клими.

У оквиру проучавања земљишта (69-95 стр.), за потребе ове докторске дисертације, изабран је 31 педолошки профил. Издвојена земљишта су сврстана у четири групе, према WRB, и то: I група – Protic Arenosol (Calcaric), II група – Arenosol (Haplic, Calcaric), III група – Černozem (Arenic), IV група – Glaysol (Calcaric, Arenic). Дат је преглед типова земљишта по групама (морфолошки опис профила), илустрован са 8 карактеристичних фотографија профила. Поред овога, дат је приказ типова земљишта према групама вегетације. У односу на вегетацију, издвојене су четири групе: I група – степска травна вегетација, II група – влажне ливаде, III група – жбуње и IV група – природне шуме храста и липе и шумске културе.

Резултати основних физичких и водно-физичких својстава земљишта, добијених на основу лабораторијских анализа, према издвојеним групама, су приказани у табелама (Прилог – табеле 42, 43, 44 и 45, 46, 47, 48 и 49). На основу проведених лабораторијских анализа, одређена су основна хемијска својства проучаваних земљишта. Резултати су приказани у табелама, такође према издвојеним групама земљишта (Прилог – табеле 50, 51, 52 и 53).

Статистичке анализе својстава земљишта, физичких и хемијских, по групама земљишта и групама вегетације, за све анализиране параметре, и добијеним статистичким вредностима, за слојеве земљишта 0-10 и 10-20 см, приказане су у табелама 18-21.

У оквиру анализе еродибилности земљишта, а на основу података о анализама механичког састава земљишта за слој 0-25 mm, сви проучавани профили земљишта су подељени у класе према текстури земљишта. Издвојене су три групе земљишта по текстури: **песак, иловаст песак и песковита иловача**. За слој 0-25 mm земљишта, анализирани су и садржај CaCO_3 и садржај хумуса. У табелама 22 и 23, приказане су вредности за механички састав земљишта и садржај CaCO_3 и хумуса. Ове анализе су извршене с циљем да се ураде гранулометријске криве по текстурним класама, одреде вредности еродибилне фракције ($< 0,84 \text{ mm}$) и изврше прорачуни за EF и SCF факторе у RWEQ. Према подацима о средњим вредностима учешћа појединих фракција, урађене су гранулометријске криве, које су приказане на слици 39, на основу којих су одређене вредности еродибилне фракције ($< 0,84 \text{ mm}$), за издвојене текстурне класе земљишта. На основу једначина за RWEQ, израчунате су вредности за еродибилну фракцију (EF) и фактор покорице земљишта (SCF), а њихове средње вредности графички приказане. Такође, приказани су резултати статистичких анализа за наведене факторе, као и њихов просторни распоред на подручју Делиблатске пешчаре.

Стање и улога вегетације на подручју Делиблатске пешчаре треба разматрати у контексту законске регулативе која је посвећена овом подручју. У основи зонирања, кроз тростепени режим заштите (у складу са важећим законом), зоном I степена заштите, према Просторном плану, обухваћени су простори које треба сачувати као такве - највредније са аспекта заштите природе, за које се као обавеза прописује очување, уз предузимање за то неопходних мера. Приказано је, такође, и стање површина под појединим режима заштите.

На основу ГИС анализа у примени модела MEDALUS, приказани су резултати процене осетљивости земљишта на подручју Делиблатске пешчаре, која је базирана на увођењу и анализи физичких карактеристика простора, као што су квалитет земљишта, квалитет климе и квалитет вегетације. Карактеристике управљања, као што су тип коришћења земљишног простора и политике управљања, дефинисане су као квалитет управљања, а укључене у смислу антропогеног утицаја који индукује процес деградације. Изабране четири групе индикатора су калкулисани полазећи од анализа појединих група које индукују стрес од деградације земљишта. За сваки од проучаваних квалитета, добијена су карте за изабране индикаторе са поделом на класе и површином коју поједине класе захватају. Поред тога, добијене су и синтезне карте појединих група квалитета (земљишта, климе, вегетације и система управљања), са бројем класа и површином коју одговарајућа класа захвата. Сви подаци су илустровани на сликама 46-61 и табелама 30-33. Синтезна карта осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре према деградацији (ESDP) према деградацији, изведена рекласификацијом вредности добијених претходним анализама и наведеним алгоритмом, приказана је на слици 62. У табели 34, приказане су класе осетљивости са површином коју захватају и то: није угрожено – 0,01%, потенцијално угрожено – 0,55%, фрагилно (F1, F2 и F3) – 43,18% и критично (C1, C2 и C3) – 56,26%. На основу растерске корелације између фактора, корелација квалитета вегетације и степена осетљивости земљишта према деградацији је 0,87, а између квалитета управљања и осетљивости према деградацији – 0,47.

4. ДИСКУСИЈА (112-146)

У оквиру овог поглавља, детаљно се разматрају поједине групе истраживања, а

результати се дискутују у односу на релевантну светску и домаћу литературу.

У оквиру климатолошких проучавања, посебна пажња је посвећена анализи Стандардизованог индекса падавина (SPI – 1, 2, 3 6 и 12 месеци) и индекса аридности AI (UNEP, 1992). На основу добијених резултата и проучавања литературе, констатовано је да индекс аридности BGI није погодан за подручје Србије, посебно Војводине. За сагледавање учесталости и јачине суше на подручју Делиблатске пешчаре, извршена је обрада расположивих података о месечним падавинама за горе поменуте метеоролошке станице.

Вредности индекса SPI указују на интензитет насталих дефицита или суфицита падавина у анализираном периоду, имајући у виду категоризацију WMO. Суша се дешава сваки пут када је SPI континуирано негативан и достиже интензитет од – 1.0 и ниже. Према томе, сваки догађај суше има трајање које је одређено његовим почетком (када SPI поприми негативан предзнак) и крајем (када SPI поново постане позитиван). Интензитет суше за сваки месец је одређен вредношћу коју индекс достигне. У ситуацијама када су вредности SPI веће од 1.0, говори се о вишку падавина.

Утврђено је да суше у хладном делу године (октобар-март) имају већу честину, него у периоду април-септембар. За период 1981-2010. године, регистроване суше (SPI-1 за јули), по метеоролошким станицама су: Банатски Карловац – 4 средње, 5 јаких и 1 екстремна; за Вршац – 3 средње, 3 јаке и 1 екстремна; за Белу Цркву – 6 средњих, 3 јаке и 3 екстремне и за Падину – 4 средње, 1 јака и 5 екстремних суша.

Неповољни ефекти утицаја суша, посебно јаких и екстремних, које су регистроване, извесно су изражени и у погледу деградације земљишта.

У погледу анализа индекса аридности AI, уочава се да је у категорији **полу-сушно**, на годишњем нивоу, са вредностима $AI < 0.5$, ушла само 2000. година. Такође, утврђено је да се Банатски Карловац, који се налази на северо-источној граници Делиблатске пешчаре, издваја по већој честини година (6) у категорији **мало-влажно**, када је $AI = 0.5-0.65$, у односу на Вршац (3) и Белу Цркву (2). У целини гледано, имајући у виду годишњи однос падавина и потенцијалне евапотранспирације (P/PET), на подручју Делиблатске пешчаре преовлађује **влажан** климат ($AI > 0.65$).

Међутим, када се индекс аридности разматра за топлу половину године, процена аридности климе се у потпуности мења. Резултати ових процена за период април-септембар, показали су да се број сезона са одликама **полу-сушно** и **мало влажно**, знатно повећао у односу на годишње вредности. У Банатском Карловцу су, од укупно 30 сезона, 12 ушле у категорију **полу-сушно**, 10 у **мало влажно** и 8 у **влажно**; у Вршцу 11, 7 и 12, и у Белој Цркви 8, 12 и 10, респективно.

У оквиру проучавања земљишта, анализирана су физичка својства, која утичу на водне, ваздушне и топлотне особине земљишта, микробиолошку активност, као и на процесе хумификације и минерализације. Од физичких својстава земљишта, у великој мери, је условљена еродибилност земљишта и земљишног простора, а наравно, и његова еколошко-производна вредност.

Вегетација, посебно шумско дрвеће, има велики утицај на физичка својства земљишта, који може бити негативан, али су у већини случајева утицај је позитиван. У условима Делиблатске пешчаре када матични супстрат представља растресита пешчана маса, вегетација (како травна тако и шумска) има веома важну улогу биомелиоратора.

Проведеним проучавањима, утврђене су разлике између издвојених група земљишта. Од физичких својстава, посебно је значајан утицај механичког састава на продуктивност земљишта, који се заснива на низу особина са којима је он везан. У семиаридној до семихумидној клими Делиблатске пешчаре, треба на првом месту

споменути структуру и водни капацитет. Са повећањем количине песка у механичком саставу земљишта, структура постаје све мање стабилна и на крају се потпуно губи. Водопропустљивост земљишта расте, док вододрживост опада. У повезивању честица песка посебну улогу има земљишни хумус и корење трава. Велика улога хумуса у овом процесу се види и по томе што се дехумизацијом зрна песка ослобађају и песак из везаног прелази у полувезано стање.

Хемијска својства земљишта зависе од низа фактора биотичке и абиотичке природе, у које, посебно, треба истаћи улогу матичног супстрата, климе, вегетације и других фактора, али у савременим условима веома важну улогу има и антропогени фактор. На хемијска својства земљишта Делиблатске пешчаре значајно утиче вегетација, при чему је улога шумске вегетације посебно велика. Услед разлагања шумске простирке долази до промене рН вредности, садржаја азота, садржаја хумуса и органског угљеника. Простирка утиче на повећање активне и хидролитичке киселости, а вредност за коју ће се смањити рН, зависи од врсте дрвећа која даје простирку. Концентрације азота расту, а повећава се и садржај хумуса и органског угљеника.

Добијени резултати показују да се сва проучавана земљишта карактеришу алкалном, слабо алкалном до неутралном реакцијом земљишног раствора, док у сасвим малом броју случајева, у појединим слојевима, реакција земљишног раствора је слабо кисела. Проучена земљишта Делиблатске пешчаре се разликују по карбонатности, која је уједно и показатељ степена развоја. До испирања карбоната из површинског слоја земљишта долази услед јаког влажења хумусног хоризонта после јаких киша, наглог топљења снега и брзог процеђивања воде у ниже слојеве.

У зависности од степена развијености земљишта, мења се и садржај хумуса, нарочито у површинским слојевима. Количина хумуса се постепено повећава у песку са напредовањем прогресивне сукцесије биљних заједница. Под шумским заједницама уочава се карактеристични шумски тип накупљања органске материје у земљишту. Карактеристичан је висок садржај хумуса у површинском делу профила (слојеви 0-10 цм, а у неким случајевима и у слојевима 10-20 см). Међутим, преласком из површинског слоја у доњи слој земљишта, садржај хумуса се знатно смањује, а даље опадање, с повећањем дубине, је постепено.

У шумским заједницама, у површинском делу земљишта, долази до великог нагомилавања слободних хумусних материја. До ове појаве долази услед несклада у брзини хумификације изумрлих биљних остатака, са једне стране, и могућности сједињавања органске и минералне компоненте због ниског учешћа фракције глине, са друге стране. Травне заједнице на Делиблатској пешчари показују одступање од шумских у погледу садржаја и вертикалног распореда хумуса. Под травним заједницама уочава се низак садржај хумуса у хумусно акумулативном хоризонту, који се креће од 1,05 до 3,54% и благо опада са дубином.

На основу извршених анализа садржаја азота, фосфора и калијума у проучаваним земљиштима Делиблатске пешчаре, јасно се истиче закључак да постоји веза између типа вегетације и садржаја поменутих елемената. Земљишта образована у шумским заједницама садрже знатно веће количине ових хранљивих материја, у односу на земљишта формирана под травним заједницама. Ово се посебно односи на површинске слојеве, наравно, делове хумусно-акумулативног хоризонта, где је и највећи садржај хумуса. Извршене анализе, такође, показују да постоји веза између садржаја макрохранва, с једне стране, и степена развоја земљишта, с друге.

Аналитички подаци појединих својстава земљишта обрађени су применом математичко-статистички хм метода (Статистички мултиваријациони пакет): анализом варијансе (примењени су F-тест и LSD-тест ($P < 0,05$)), анализом регресије и корелације, анализом кумулативне фреквенције. Све статистичке анализе урађене су за

издвојене групе земљишта (по WRB) и за земљишта разврстана по групама вегетације. У обради геопросторних података осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре и њихове међусобне зависности, примењени су савремене статистичке методе које омогућавају анализу података над растерским скуповима.

На основу резултата гранулометријске анализе, за слој 0-25mm проучаваних земљишта, издвојене су три текстурне класе: песак, иловаст песак и песковита иловача. Имајући у виду да еродибилна фракција (EF) укључује честице пречника $<0,84$ mm, утврђено је да се највеће вредности налазе у профилима са највећим садржајем песка. Значај еродибилне фракције се огледа у томе што представља горњу границу величине честица коју ветар може да покрене. На основу мултипле регресионе анализе, у односу на текстурне класе земљишта Делиблатске пешчаре, највећи утицај на еродибилну фракцију имају учешће песка, праха и хумуса, и то у 99,14% случајева за иловаст песак и песковиту иловачу, и у 98,77% случајева за песак са знатним утицајем калцијум-карбоната. Према анализама за подручје Европе, категорији високо еродибилних, спадају земљишта са $EF > 50\%$. Према овом критеријуму, земљишта на подручју Делиблатске пешчаре, тј. све издвојене текстурне класе припадају различитим категоријама еродибилности: високо еродибилна земљишта са 56,17% (текстурна класа – песак), средње еродибилна са 41,27% (текстурна класа – иловаст песак) и слабо еродибилна са 36,62% (текстурна класа – песковита иловача).

Стање вегетације, посебно шума, на подручју Делиблатске пешчаре, приказано је по различитим периодима, од 1912. године, до последње шумско-привредне основе (2007-2017. год.). Доношење Закона о Делиблатској пешчари од стране Скупштине САП Војводине (крајем 1976. године), Делиблатска пешчара је проглашена за објекат од посебног друштвеног интереса и добила статус Специјалног природног резервата. На овај начин је истакнута основна функција система, а то је заштита подручја Делиблатске пешчаре од еолске ерозије и спречавање дефлације према околини. Највећи део шума и шумских култура, по врстама дрвећа (87,4%) налази се у III степену заштите где је у потпуности дозвољена шумарска производња, док су у I и II степену заштите потпуно забрањени било какви привредни радови.

У оквиру GIS анализа и примене MEDALUS модела за процену осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре према деградацији, извршене су анализе квалитета земљишта (са аспекта еродибилности), квалитета климе (са аспекта ерозивности и односа према суши), квалитета вегетације и квалитета система управљања.

На основу анализираних индикаторских вредности параметара и синтезом карата, издвојене су три класе квалитета земљишта: високог, средњег и слабог квалитета. Највише је заступљена класа средњег квалитета, на 82,89% површине, затим класа високог квалитета на 5,05% површине и класа слабог квалитета земљишта на 12,06% површине.

На основу рекласификације вредности добијених анализом података изабраних параметара квалитета климе и синтезом карата, издвојене су две класе: средњег и слабог квалитета. Клима слабог квалитета захвата површину од 53,76%, док класа средњег квалитета захвата 46,24% површине.

После извршених анализа и процена индекса покривености земљишта, отпорности вегетације према суши и у односу на заштиту песковитих земљишта од ерозије, издвојене су три класе квалитета вегетације: висок квалитет захвата површину од 78,46% , средњи квалитет захвата 16,74%, док класа слабог квалитета захвата 4,79% територије Пешчаре. Ови резултати су од посебног значаја јер, упркос великом ризику од деградације, захваљујући великој процентуалној покривености вегетације, она доприноси високој заштити од ерозије и доброј отпорности према сушама.

Рекласификацијом вредности добијених анализом података изабраних индикатора, урађена је синтезна карта Индекса квалитета управљања. Према овој карти, издвојене су три класе квалитета управљања: висок квалитет захвата 11,14%, средњи квалитет захвата 51,04% и слаб квалитет захвата 37,82% територије Пешчаре. Посебно је значајно да су површине под издвојеним класама мозаично распоређене на простору Делиблатске пешчаре, што је у складу са важећим системом коришћења и управљања. Прорачун горе наведена четири индекса квалитета и финални индекс осетљивости подручја Делиблатске пешчаре, извршен је на основу алгоритама, према којима су добијене синтезне карте за сваки индекс квалитета. Наведен је кратак опис класа осетљивости земљишта Делиблатске пешчаре, које су идентификоване применом модела и приказане на карти и њихова заступљеност.

На основу ових резултата, подручје Делиблатске пешчаре је, са аспекта осетљивости, подељено на четири класе: класа N – земљишта нису угрожена, захвата 0,01% територије; класа P – потенцијално угрожено, захвата 0,55% површине; класа F – фрагилно, подељена је у три подкласе: F1 – 2,50%, F2 – 7,49% и F3 – 33,19% површине; класа C – критично, подељена је на три подкласе: C1 – 1,92%, C2 – 29,42% и C3 – 24,92 % површине. Ови резултати, такође, показују, да 99,44% површине Делиблатске пешчаре припада класама „фрагилно“ и „критично“, и наглашавају ширење и интензитет опасности која прети од деградације земљишта овог подручја.

Промене у квалитету индекса вегетације, због примењене политике управљања, како током историје заштите овог подручја, тако и примене система у оквиру Специјалног резервата природе, јасно је показано кроз коефицијент корелације (0,87), који показује висок степен условљености заштите земљишта и вегетације, као и кроз степен условљености примењеном политиком управљања (коефицијент корелације 0,47).

5. ЗАКЉУЧАК (146-149)

У оквиру поглавља **ЗАКЉУЧАК** су концизно и прецизно сублимирани резултати комплетних истраживања и приказане информације о оцени испуњености најважнијих циљева дисертације.

Резултати добијени применом модела MEDALUS потврђују да представља корисно средство за симулације које подржавају одрживо управљање земљишним простором у подручјима осетљивим према процесима деградације, као што је Делиблатска пешчара. Систем се односи на област валидације оквира осетљивих подручја животне средине и посебно је дизајниран за локални мониторинг дезертификације/деградације у подручју Медитерана. Такође, овај систем омогућује разматрање додатних, варијабли које карактеришу специфичне услове станишта, зависно од констелације локалних услова средине.

Исти проблем се односи и на процедуру класификације, интерпретацијом различитих слојева информација. У ствари, класификације симплификују податке сумирајући вредности више атрибута унутар ограниченог броја класа. Интерпретација података захтева хомогене класификације са организовањем података у референтне системе, или када се упоређују различити типови екосистема. Ови кључни кораци у анализама и управљању условима у одређеној области, огледају се у предложеној анализи на основу примењеног модела MEDALUS, на једноставан и прихватљив начин. У случају Делиблатске пешчаре, промене у квалитету индекса вегетације, због примењене политике управљања, како током историје заштите овог подручја, тако и примене система у оквиру Специјалног резервата природе, јасно је показано кроз коефицијент корелације, који показује висок степен условљености заштите земљишта и вегетације. Техника симулације, примењена са постојећим информацијама и подржана

прикупљеним подацима, може се користити за проучавање специфичних процеса деградације, укључујући, пре свега, ерозију ветром.

За варијације климе, погоршање услова земљишта и промене система коришћења земљишта, потребан је континуелни мониторинг који постаје подршка стратегији одрживог управљања земљишним простором. Добијени резултати илуструју да је на подручју Делиблатске пешчаре, изводљив мониторинг деградације/дезертификације, будући да је једноставан и флексибилан у примени релевантних, јевтиних варијабли и широко применљивих изван наведеног подручја.

6. ЛИТЕРАТУРА (150-165)

У раду је коришћена обимна и релевантна домаћа и страна литература, те извори података са разноврсних научних web портала. Највећа пажња посвећена је публикацијама најрелевантнијих научних часописа у области деградације земљишта и геоинформационих технологија. Поред тога, коришћена је обимна литература коју су публиковали водећи истраживачки центри у Европи.

7. ПРИЛОЗИ (166-231)

У оквиру овог поглавља кандидат приказује табеларне и графичке прилоге који су усклађени са структуром претходно наведених поглавља.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Комисија констатује да је MSc Yousef Mansour Ali Bohajar, у потпуности испунио план предвиђен пријавом докторске дисертације. Добијени резултати истраживања су систематично и прегледно приказани, а дискусија заснована на добром познавању проучаване научне области, праћена најновијим научним сазнањима. Сазнања до којих је дошао су од великог значаја, како са теоријског, тако и практичног, за научну област којом се бави, али представљају и важну компоненту у даљој имплементацији проучаваног модела у карактеристичним подручјима Републике Србије, која су захваћена различитим процесима деградације. Низ препорука и праваца развоја и унапређења будућих истраживања, које се износи у закључном делу, сумирају резултате истраживања тако да представљају драгоцен допринос ове докторске дисертације. Закључци прате структуру истраживања и исправно су формулисани. Имајући у виду да се као услов за одбрану докторске дисертације поставља објављен рад у часопису међународног значаја, комисија констатује да је кандидат коаутор једног рада у часопису категорије M23.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Имајући у виду одабрани предмет истраживања, као и постављене циљеве и хипотезе од којих се у истраживању пошло, комисија сматра да је кандидат резултате примене моделских прорачуна, базирао на добро утемељеној теоријској основи, до њих дошао квалитетном применом одговарајућих, савремених и комплексних, посебно, геоинформационих метода, доказујући дефинисане хипотезе и успешно реализујући постављене циљеве истраживања. Комисија констатује да су резултати истраживања јасно и прегледно изложени, методолошки исправно анализирани и тумачени, и

илустровани релевантним табеларним и графичким приказима.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Комисија констатује да је докторска дисертација MSc Yousef Mansour Ali Bohajar написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме за коју је, одлуком 02 број: 61206-2664/2-13 од 11.06.2013. године Веће Научних области Биотехничких наука Универзитета у Београду дало сагласност.

2. На основу укупне оцене докторске дисертације, комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду Шумарског факултета, да докторску дисертацију кандидата MSc Yousef Mansour Ali Bohajar, под насловом „Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“ прихвати за јавну одбрану.

3. Докторска дисертација MSc Yousef Mansour Ali Bohajar, под насловом: „Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“, представља оригиналан допринос науци. Оригиналност докторске дисертације огледа се, пре свега, у идентификовању истраживачког проблема, приступу његовој обради, квантификовању појединих компоненти примењеног модела, којим се дефинишу зоне осетљивости подручја Делиблатске пешчаре према деградацији, а који до сада нису били предмет истраживања у контексту савремених и комплексних, посебно, геоинформационих метода проучавања, при чему су добијени нови резултати, објашњени на јединствен начин. Један од оригиналних резултата овог рада су и израђене каарте за сваки од издвојених индикатора квалитета (земљишта, климе, вегетације и система управљања). На основу ових података, урађене су синтезне карте квалитета (земљишта, климе, вегетације и система управљања), извршена подела по класама и заступљеност класа по површини и процентуално. На основу посебног алгоритма, урађена је синтезна карта осетљивости земљишта и земљишног простора подручја Делиблатске пешчаре према деградацији, извршена подела на класе осетљивости, израчуната заступљеност појединих класа по површини и процентуално. Имајући у виду тростепени систем заштите у оквиру СРП Делиблатске пешчаре, просторна заступљеност појединих класа осетљивости омогућује преглед угрожености појединих објеката и представљају пресудне информације као основу за планирање система заштите земљишта и појединих природних вредности, мониторинг у циљу одрживог управљања екосистемима у смислу даљег развоја и евалуације вредности на овом подручју.

4. Комисија није уочила недостатке који би евентуално могли утицати на резултате истраживања у току израде докторске дисертације.

IX ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене докторске дисертације, комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета, да докторску дисертацију кандидата **MSc Yousef Mansour Ali Bohajar** под насловом „Суше и процес аридизације као фактор деградације земљишта на подручју Делиблатске пешчаре“ прихвати за јавну одбрану.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

ментор

др Ратко Кадовић, ред. проф.

Универзитет у Београду, Шумарски
факултет

коментор

др Владимир Ђурђевић, доцент

Универзитет у Београду, Физички
факултет

члан комисије

др Станимир Костадинов, ред. проф.

Универзитет у Београду, Шумарски
факултет

члан комисије

др Милан Кнежевић, ред. проф.

Универзитет у Београду, Шумарски
факултет

члан комисије

др Снежана Белановић Симић,
ванр.проф.

Универзитет у Београду, Шумарски
факултет
