

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 108

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 108

ГЕОПРОСТРАНСТВЕН АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА АГРОЕКОЛОГИЧНИТЕ ФАКТОРИ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА ВИНЕНИ СОРТОВЕ ЛОЗЯ В ОБЛАСТ БУРГАС, БЪЛГАРИЯ

АНТОН ПОПОВ, СТЕФАН ПЕТРОВ

Катедра Картография и ГИС
e-mail: popov@gea.uni-sofia.bg; stephan_bg@abv.bg

Anton Popov, Stefan Petrov. GEOSPATIAL ANALYSIS AND EVALUATION OF AGRO-ECOLOGICAL FACTORS FOR GROWING WINEYARDS IN BURGAS REGION, BULGARIA

Vines are permanent corps that gives production over 30 years and they require long-term investments. Therefore, the place for creating vineyard has to be planed very carefully. This planning is based on a very good knowledge and understanding of the factors of the environment and their impact on the growth and productivity of the vine culture. Geographic Information Systems provide multicriteria decision analysis for solving spatial problems. Moreover, for each factor must be determined and assigned different weight in the final evaluation depending on the degree of influence.

Keywords: GIS, weighted overlay, agro-ecological factors, multicriteria decision analysis, Analytic Hierarchy Process.

УВОД

В „Национална стратегия за развитие на лозарството и винарството в Република България 2005–2025“ на Министерството на земеделието и храните (МЗХ) и Националната лозаро-винарска камара (НЛВК) е заложено, че основният фактор за запазване и поддържане на пазарните дялове е подобряване на качеството на предлаганото вино. Основният проблем, който стои пред страната, е реструктурирането, а на настоящия етап – и обновяването на лозовите насаждения. Реструктурирането на

лозаро-винарския сектор е ключов елемент за постигане на визията и стратегическите цели в тази стратегия (МЗХ, НЛВК, 2004).

След 2007 г. в Европейския съюз се налага забрана за увеличаване на площите с лозя. Подпомагане в Европейския съюз по отношение на производствения потенциал под формата на премии се предоставя по мярка „Преструктуриране и конверсия на винени лозя“. Това е и основната мярка за подпомагане на лозарството в периода 2009 – 2013 г., като тя е заложена и в Националната програма за подпомагане на лозаро-винарския сектор на България за периода 2014–2018 г. Допустимите дейности са:

- Конверсия на сортовия състав на насаждението със сортове, класифицирани за съответните лозарски райони на страната чрез презасаждане, без промяна на местонахождението на лозята.
- Преструктуриране на лозята чрез презасаждане с промяна на местонахождението на лозята и засаждане с права от Националния резерв.

И двете дейности са тясно свързани с научнообоснована оценка на агроекологичния потенциал на територията с цел да се определи какъв сорт ще се отглежда най-успешно в даден регион според изискванията му към факторите на средата и да се изберат най-подходящи райони при промяна на местоположението на лозята с цел подобряване на добивите и качеството на гроздето.

Агроекологичните фактори на средата са континуални природни явления, които оказват комплексно въздействие върху земеделските култури и добивите от тях. Тяхната оценка е необходима при агроекологичното изследване и райониране на дадена територия. Главната задача на подобно изследване е да се отговори на въпросите: какво е влиянието им върху продуктивността на земеделските култури и при какво съчетание от агроекологични фактори те се развиват най-добре (Попов, 1986). Географските информационни системи предоставят множество възможности за събиране, обработка, представяне и анализиране на данни за агроекологичните фактори, което ги прави незаменим инструмент при оценката на територията според степента ѝ на пригодност за отглеждане на определени земеделски култури, включително и на винени сортове лозя.

ЦЕЛ И ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

В България са налице условия за отглеждане на огромно разнообразие от сортове грозде, предполагащо и богатство от различни типове вина, които могат да бъдат произведени от тях. Всеки един сорт, независимо дали произхожда от България или от други части на света, се характеризира със свои специфични агроекологични изисквания и агрономични и технологични показатели. Това, от своя страна, определя дали гроздето притежава потенциал за развитие в конкретен почвено-климатичен район и дали има подходящ технологичен запас от редица групи вещества, нужни за получаване на желанния тип бели или червени вина. Правилният избор на местоположение лежи в основата на широк кръг от дейности, обуславящи проектирането на лозовите масиви, локализацията на винарските изби, както и технологичните процеси, водещи до получаването на висококачествени вина.

Главната цел на статията е да предложи ГИС базирана методология за анализ и интерпретация на агроекологичния потенциал на избрана територия, като се очертаят

районите по степен на пригодност за отглеждане на лозя за производство на качествени бели и червени вина. Подобна методология може да се използва от лозарите при оценка на даден район за кандидатстване по мярката „Преструктуриране и конверсия на винени лозя“.

Географските информационни системи дават богати възможности за комплексен анализ на множество агроекологични фактори, като се отчете тяхното пространствено разпространение и най-подходящата им комбинация за отглеждането на лозя за определени цели. Този изследователски процес е известен като мултикритериален анализ за вземане на решения (Multicriteria decision analysis, MCDA). При него се комбинират географски данни за множество фактори, като за целта за всеки фактор трябва да бъде изготвен пространствен слой в ГИС базата данни (Parimala, Lopez, 2012).

Специално внимание в статията е обърнато на един от главните проблеми при подобни комплексни изследвания чрез комбиниране на множество агроекологични фактори, а именно – определянето на адекватна тежест за всеки един от факторите. За да се намали субективизма при определяне тежестта на влияние на всеки фактор, трябва да се използва подходяща методология за изчисляване на теглата. В случая е избрана методологията на Аналитичния йерархичен процес (Analytical Hierarchy Process, AHP), разработена от Томас Саати (Saaty, 1980), при която се използва математически подход при избора на алтернативи. Изборът ѝ е обоснован от факта, че това е един от най-ефективните и надеждни методи за установяване на степента на значимост при оценката на съответните фактори, тъй като чрез сравняването им по двойки в голяма степен се преодолява склонността да се приписва висока значимост (тегла) на всички показатели. В допълнение са налице основните предпоставки и условия за приложението ѝ – йерархична структура на изследваното явление (в случая агроекологичния потенциал на територията), относително неголям брой показатели за описание на агроекологичните фактори, както и възможността да бъде комбиниран Аналитичният йерархичен процес с ГИС базирани алгоритми за моделиране и пространствено-аналитични операции.

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО И ИЗТОЧНИЦИ НА ДАННИ

За обект на изследването е избрана територията на област Бургас, където лозарството и винарството са силно развити. Низинният пояс в областта е представен главно от Бургаската низина, Карнобатското и Айтоското поле. Голяма част от територията е заета от хълмисти земи, които са подходящи за отглеждане на лозя. В северната ѝ периферия попадат части от Източна Стара планина, а в южната – от Странджа.

За създаване на пространствени слоеве в ГИС за избраните агроекологични фактори са използвани следните свободно достъпни източници на изходна информация:

- данни за Цифров модел на надморските височини (DEM) от проекта Shuttle Radar Topography Mission;
- климатични карти от Агроклиматичен атлас на България, 1982 г.;
- данни от климатични и дъждомерни станции от „Климатичен справочник на НР България“, 1983 г. и „Климатичен справочник за валежите в България“, 1987 г.;
- данни за почвените типове от Почвената карта на България в М 1:400 000, 1965 г., съставена под ръководството на проф. Велин Койнов;

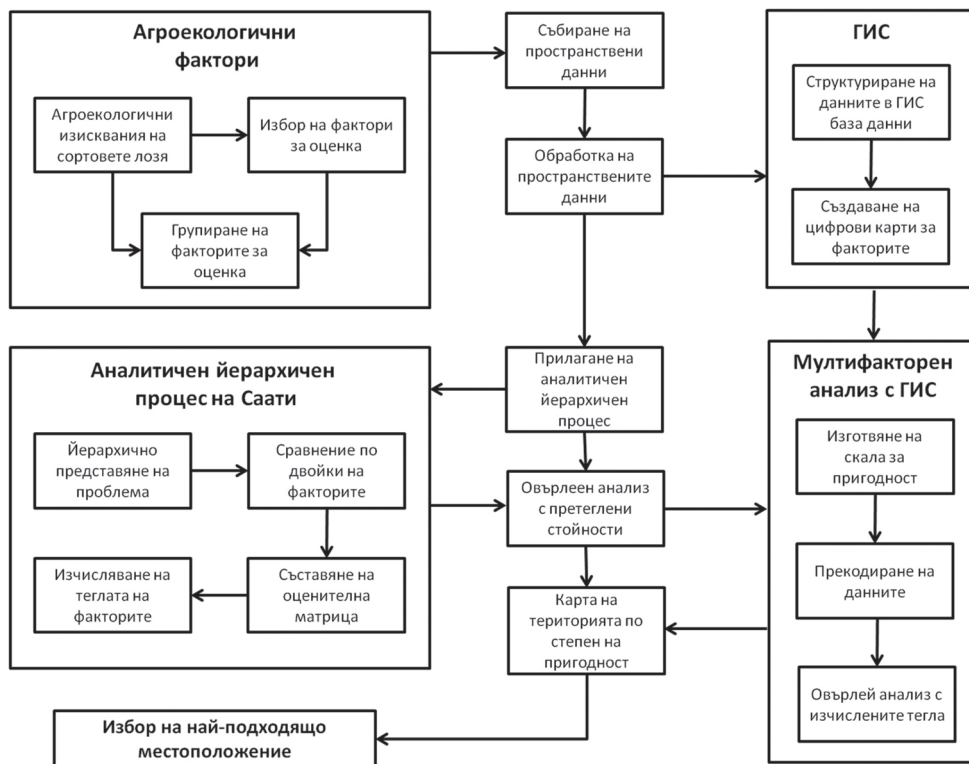
- данни за лозовите насаждения от проекта „Корин земно покритие 2012“ от Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС).

Тъй като изследването има преди всичко методологически характер, осигуряването на по-актуални климатични данни, които в България не са свободно достъпни за ползване, не е включено в обхвата на поставената задача.

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛТАТИ

Етапите на предложената методология са представени схематично на фиг. 1.

Първата стъпка при анализа включва изследване на агроекологичните фактори, които оказват най-съществено влияние върху развитието на лозовите насаждения при отчитане на техните агроекологични изисквания. На базата на това изследване се идентифицират факторите, които са лимитиращи за развитието на лозята и влияят



Фиг. 1. Методология на работния процес

Fig. 1. Methodology of work flow

върху продуктивността им и върху качеството на гроздето за различните видове качествени вина.

Най-важните фактори на външната среда, чието влияние е свързано пряко с реакцията на лозата, касаещи основно нейния растеж, плододаване и дълголетие, може да се групират по следния начин (Попов, 1986):

- Агроклиматични фактори – слънчева радиация, топлина, влага.
- Морфометрични фактори и географско местоположение – това са характеристики, свързани с релефа и местоположението, които обуславят климата – надморска височина, наклони на склоновете, изложение, географска ширина, близост до големи водни басейни и гори.
- Почвено-екологични фактори – свързани с типа и характеристиките на почвите.

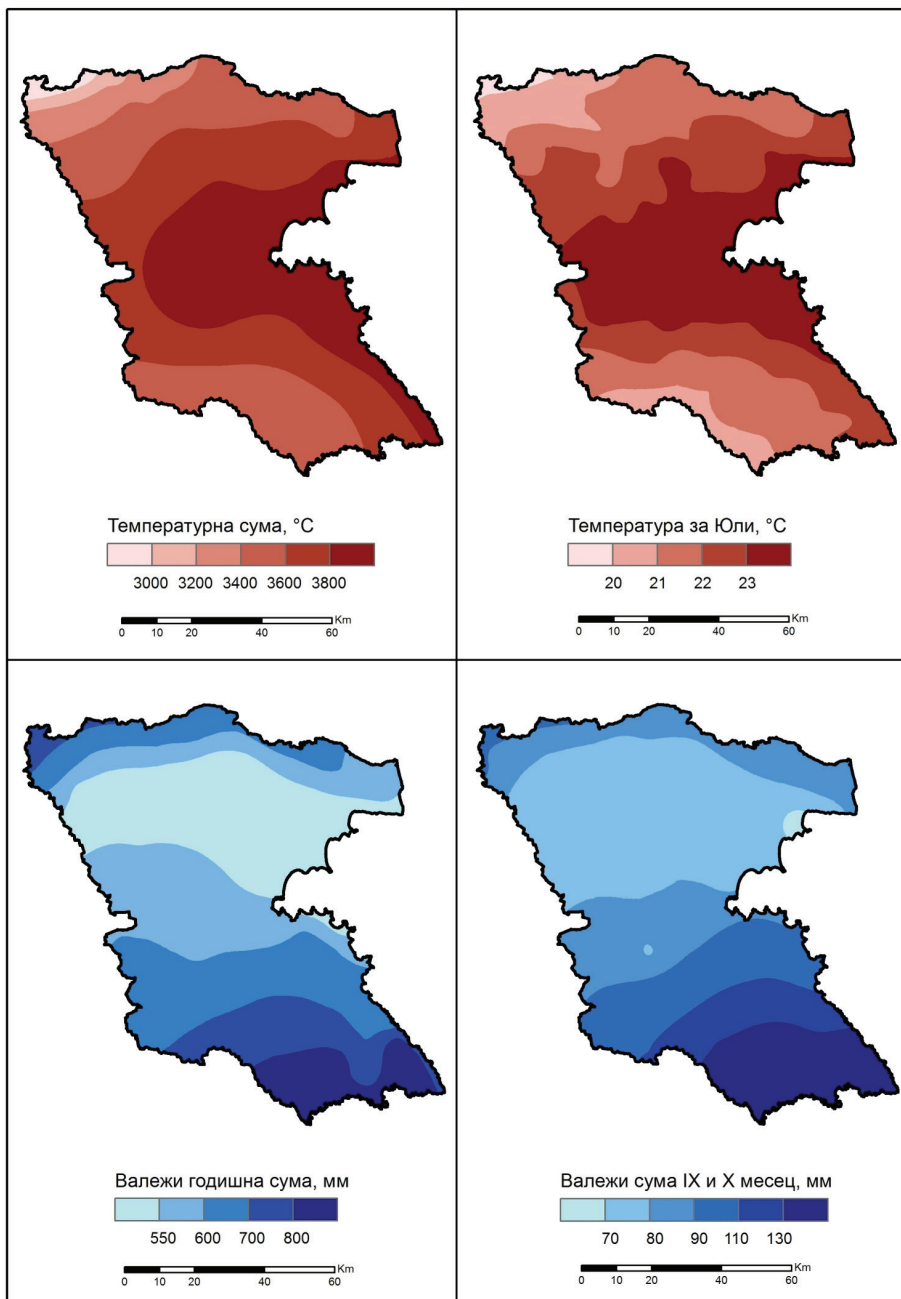
За целите на районирането отчитането на някои от основните фактори може да бъде ограничено в значителна степен. Тук се имат предвид преди всичко светлината и въздухът като фактори на средата, които придобиват лимитиращо значение в други територии на земното кълбо. Следователно, с оглед на решаваната конкретна задача, като главни агроклиматични фактори са определени топлината и влагата в тяхната взаимна връзка, и по-конкретно:

- количество на валежите, които влияят върху водния режим на почвата;
- термичните условия през периода на растежа и развитието на лозата;
- термичните условия и валежите през време на узряването на гроздето.

На основата на задълбочено проучване на дългогодишните изследвания в България и в чужбина относно изискванията на лозята към агроекологичните фактори на средата, за интегрирания овърлеен анализ са избрани следните показатели за оценка на агроекологичните фактори, за които се приема, че са лимитиращи за развитието на лозята и влияят върху продуктивността и качеството на гроздето:

1. Надморска височина.
2. Наклон на склоновете.
3. Изложение на склоновете.
4. Температурна сума за периода с устойчиво задържане на средната денонощна температура на въздуха над 10 °C.
5. Средна дневна температура на месец юли.
6. Годишна сума на валежите.
7. Количество на валежите за септември и октомври.
8. Почвени типове с данни за механичния им състав.

За всеки от изброените фактори и показатели е създаден растерен слой в ГИС с размер на клетката 100 m, като всички данни са трансформирани в координатна система WGS 84 проекция UTM35N. Данните за наклона и изложението на склоновете са получени директно от Цифровия модел на релефа чрез инструментите за пространствен анализ в ГИС. Растерните слоеве за всеки от климатичните фактори и показатели са получени чрез интегриране на модели от сканирани агроклиматични карти и интерполиране на данни от климатични и дъждомерни станции. Получените резултати за агроклиматичните фактори и показатели са показани на фиг. 2. Данните за почвените типове с информация за механичния им състав са получени чрез оцифряване на почвената карта.



Фиг. 2. Пространствени модели на климатичните фактори

Fig. 2. Spatial models of the climate factors

Вторият етап на анализа включва изготвяне на скала за оценка на пригодността и класификационна схема на стойностите на избраните фактори за територията с цел определяне при какво съчетание на разглежданите агроекологични фактори лозята дават най добра продукция. В ГИС е извършено прекодиране (реклафициране) на растерните слоеве, като при обработката на данните първо са класифицирани стойностите на показателите за агроекологичните фактори на принципа на бинарната (дихотомичната) скала – „подходящи“ (пригодни) и „неподходящи“ (непригодни). Горната граница на група „неподходящи“ се определя от долната граница на група „подходящи“. Групата „подходящи“, от своя страна, е диференцирана в три класа – „много подходящи“, „средно подходящи“ и „слабо подходящи“ (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

| Скала за пригодност Scale of situability | |
|---|----------------------|
| КОД | Степен на пригодност |
| 3 | много подходящи |
| 2 | средно подходящи |
| 1 | слабо подходящи |
| 0 | неподходящи |

За избраните две направления на лозарството – производство на качествени бели и червени вина, е направено прекодиране на слоевете по описаната скала, като стойностите на показателите за агроекологичните фактори са групирани по степен на пригодност.

Като лимитираща максимална стойност за надморската височина е приета 700 m, тъй като над тази височина условията за отглеждане на лозя за промишлени цели са неподходящи. Като най-подходящи са възприети територии с хълмист релеф и надморска височина 100–400 m, където за лозата има най-подходящи условия на осветление, относителна влажност на въздуха и въздушен дренаж.

Като гранична максимална стойност на наклона е възприета 20 градуса, тъй като при по-големи наклони се нарушава овлажняването на почвата поради бързото оттичане на валежите.

Лозя може да се отглеждат на склонове с всякакво изложение, като избора на изложение зависи и от местоположението на лозовите насаждения. Тук е направена класификация на изложението на склоновете повърхнини най-вече с оглед на изискванията на лозята към температурата за производство на качествени вина.

Групирането на данните за температурата, валежите и почвите по степен на пригодност е извършено по преценка на автора въз основа на изследванията, направени от Стоев (Стоев, 1961) и Пенков (Пенков, 1993, 2005) по отношение на изискванията

на лозята към факторите на околната среда за получаване на качествена реколта за производство на бели и червени вина (табл. 2, 3).

Следващата стъпка е извършване на интегриран овърлеен анализ с претеглени стойности в ГИС с така прекодираните растерни данни. Овърлейните операции са едни от най-мощните инструменти на пространствения анализ, които се използват за комбиниране на различни слоеве с данни (Попов, Димитров, 2009). При овърлейните операции няма ограничения за броя на комбинираните слоеве. При овърлей с много слоеве

Таблица 2
Table 2

Прекодиране на стойностите за теренните и климатични фактори
Reclassifying of terrain and climat factors

| Характеристика | Код за пригодност | Групиране на стойностите на характеристиките за отглеждане на лозя | |
|---|-------------------|--|---------------------------------|
| | | Бели вина | Червени вина |
| Надморска височина, метри | 0 | над 700 | над 700 |
| | 3 | 100–400 | 100–400 |
| | 2 | 50–100; 400–500 | 50–100; 400–500 |
| | 1 | 0–50; 500–700 | 0–50; 500–700 |
| Наклон, градуси | 0 | над 20 | над 20 |
| | 3 | 5–15 | 5–15 |
| | 2 | 3–5; 15–17 | 3–5; 15–17 |
| | 1 | 0–3; 17–20 | 0–3; 17–20 |
| Изложение | 0 | | |
| | 3 | юг, югозапад | юг, югозапад |
| | 2 | запад, изток, югоизток | запад, изток, югоизток |
| | 1 | северозапад, север, североизток | северозапад, север, североизток |
| Средна температура на въздуха за най-топлия месец, градуси | 0 | под 15 | под 16 |
| | 3 | 18–23 | 23–26 |
| | 2 | 17–18; 23–24 | 20–23 |
| | 1 | 15–17; над 24 | 16–20 |
| Температурна сума на въздуха за периода с T над 10 градуса, градуси | 0 | под 2600, над 3700 | под 3200 |
| | 3 | 2800–3200 | 3600–4000 |
| | 2 | 2700–2800; 3200–3400 | 3400–3600; 4000–4200 |
| | 1 | 2600–2700; 3400–3700 | 3200–3400; над 4200 |
| Годишна сума на валежите, mm | 0 | над 850 | над 850 |
| | 3 | 600–700 | 600–700 |
| | 2 | под 600; 700–800 | под 600; 700–800 |
| | 1 | 800–850 | 800–850 |
| Сума на валежите за септември и октомври, mm | 0 | над 120 | над 120 |
| | 3 | 80–90 | 80–90 |
| | 2 | 65–80; 90–100 | 65–80; 90–100 |
| | 1 | под 65; 100–115 | под 65; 100–115 |

Таблица 3
Table 3

Прекодиране на почвените типове
Reclassifying of soil types

| КОД | Почвен тип в област Бургас | Пригодност на различните типове почви | |
|--|--|---------------------------------------|--------------|
| | | Бели вина | Червени вина |
| <i>Дълбоки почви в равнинните и хълмисти области</i> | | | |
| 4 | Черноземи слабо излужени, пясъкливо-глинести | 1 | 3 |
| 6 | Черноземи силно излужени, тежко пясъкливо-глинести | 1 | 3 |
| 11 | Карбонатни и типични чернозем-смолници, леко глинести | 0 | 1 |
| 12 | Излужени чернозем-смолници, глинести | 0 | 1 |
| 13 | Канеленовидни чернозем-смолници, тежко пясъкливо-глинести и глинести | 0 | 1 |
| 15 | Сиви горски, средно и тежко пясъкливо-глинести | 1 | 3 |
| 18 | Светлосиви, повърхностно оглеени, леко пясъкливо-глинести | 1 | 1 |
| 19 | Канелени горски типични, тежко пясъкливо-глинести до леко глинести | 1 | 2 |
| 20 | Канелени горски излужени, тежко пясъкливо-глинести | 1 | 3 |
| 21 | Канелени горски смолницовидни (тъмни), излужени, тежко пясъкливо-глинести до леко глинести | 1 | 1 |
| 22 | Канелени горски силно излужени до слабо оподзолени, средно пясъкливо-глинести | 3 | 3 |
| 23 | Канелено-подзолисти (псевдоподзолисти), леко пясъкливо-глинести до глинесто-пясъкливи | 1 | 1 |
| 24 | Канелено-подзолисти (псевдоподзолисти), повърхностно оглеени, предимно леко пясъкливо-глинести | 1 | 1 |
| 26 | Рендзини (хумусно-карбонатни), пясъкливо-глинести | 1 | 1 |
| 27 | Ливадно-канелени, тежко пясъкливо-глинести | 0 | 1 |
| 29 | Ливадни чернозем-смолници, леко глинести | 0 | 1 |
| 31 | Алувиални и алувиално-ливадни, пясъкливи и пясъкливо-глинести | 3 | 1 |
| 32 | Делувиални и делувиално-ливадни, пясъкливи и пясъкливо-глинести | 3 | 1 |
| 33 | Ливадно-черноземовидни, заблатени, тежко пясъкливо-глинести до леко глинести | 0 | 0 |
| 34 | Ливадно-блатни, леко глинести | 0 | 0 |
| 35 | Торфено-блатни | 0 | 0 |
| 36 | Пясъци | 0 | 0 |
| 37 | Засолени почви (солонци, солончази и др.), пясъкливо-глинести | 0 | 0 |
| <i>Ерозиран почви</i> | | | |
| 44 | Ерозиран излужени канелени | 3 | 3 |
| 45 | Ерозиран канелено-подзолисти (псевдоподзолисти) | 3 | 2 |
| 47 | Ерозиран излужени чернозем-смолници | 1 | 2 |
| <i>Плитки почви в полупланинските и планински райони</i> | | | |
| 51 | Плитки светлосиви горски (псевдоподзолисти) | 1 | 1 |
| 54 | Плитки канелени горски, типични и излужени | 3 | 3 |
| 55 | Плитки излужени канелени горски | 3 | 3 |
| 56 | Плитки излужени тъмни канелени горски | 2 | 2 |
| 57 | Плитки канелени горски с рендзини | 2 | 2 |
| 58 | Плитки силно излужени до слабо оподзолени канелени горски | 2 | 3 |
| 59 | Плитки канелено-подзолисти (псевдоподзолисти) | 2 | 2 |
| 60 | Плитки жълтоземно-подзолисти (псевдоподзолисти) | 1 | 1 |
| 61 | Плитки канелени и канелено-кафяви горски | 2 | 3 |
| 62 | Плитки кафяви горски | 1 | 3 |
| 99 | Водни площи | 0 | 0 |

обикновено предварително се построява йерархичен модел на овърлейните операции. При овърлей на растерни слоеве често се прилага методология, наречена Map Algebra (Mapematics), разработена от Чарлз Томлин и Джоузеф Бери специално за математическо и логическо комбиниране на слоеве с растерни данни в ГИС (Попов, 2012). При работа с растерни модели на данните математическите операции се извършват клетка по клетка, като важно изискване е комбинираните слоеве да имат еднакъв размер на клетката и да са в една и съща координатна система. За целта се използват математически и логически оператори, които се намират в т. нар. Map Calculator (или Raster Calculator). Когато се приема, че един от налаганите слоеве е по-важен от останалите слоеве, може да се използва тегловен коефициент, с който се умножават стойностите в този слой. С това се подчертава значението на този слой като фактор в резултативния слой (т. нар. овърлей с претеглени стойности). За целта обаче е важно предварително добре да се знае какво точно означават стойностите на пикселите в комбинираните слоеве. Недостатък на овърлея с претеглени стойности е субективизмът при определяне на коефициентите за тегло при отделните фактори (обикновено се дефинират чрез експертна оценка).

За да се намали именно този субективизъм при задаване на тегло за отделните фактори, в настоящето изследване за изчисляване на тегловните коефициенти при овърлейния анализ е приложен Аналитичният йерархичен процес (Saaty, 1980). Методът предполага наличие на теглата на критериите, определящи тяхната относителна важност спрямо главната цел – изборът на най-предпочетената алтернатива. Методът, предложен от Саати, е теглата да бъдат определяни чрез изчисляване на собствените вектори и стойности на определена матрица. Тази матрица се получава от информацията, получена чрез сравнение по двойки на критериите на основата на скала за оценка на критериите. Саати прилага т. нар. фундаментална деветстепенна скала за сравняване на два показателя (Saaty, 2008), показана в табл. 4. Най-ниската, първа степен, индицира еднаква степен на значимост на показателите или „безразличност“ помежду им. Най-високата, девета степен, изразява доминиране на сравнявания показател над сравнявания в сравнителната матрица.

При прилагането на метода на Саати може да се следват следните стъпки (Ramanathan 2001):

Стъпка 1: Структуриране на проблема в йерархичен модел.

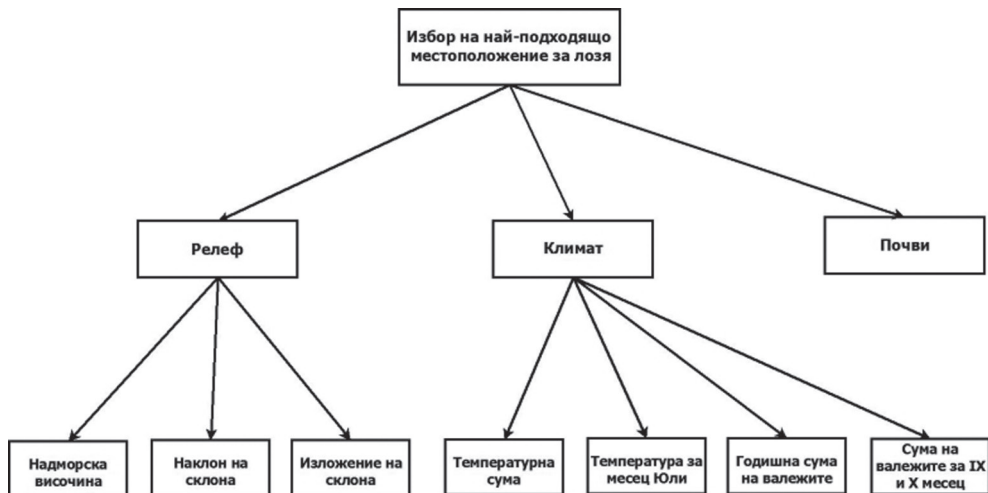
Тя включва разбиране на проблема, за който трябва да се вземе решение на отделни елементи в зависимост от техните общи характеристики и образуването на йерархичен модел с различни нива. Всяко ниво в йерархията съответства на една характеристика на елементите в това ниво. В най-горната степен е същността на проблема. Междинните нива отговарят на критерии и подкритерии. В случая проблемът, който се решава, е изборът на най-подходящо местоположение за създаване на нови лозя (фиг. 3). Този проблем е пряко зависим от агроекологичните фактори, които, категоризирани в три групи (релеф, климат, почви), формират първото ниво на йерархия. Следващото ниво се формира от отделните фактори във всяка група.

Стъпка 2: Сравнение по двойки на критериите и създаване на матрица за оценката.

При тази стъпка елементите на определено ниво се сравняват по двойки по отношение на специфичен елемент от горното ниво. Създава се оценителна матрица за

Фундаментална скала от абсолютни числа, приложена от Саати
Fundamental Scale of Absolute Numbers of Saaty

| Интензивност на значение | Определение | Обяснение |
|--------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | еднаква значимост | две дейности допринасят в еднаква степен за оценката |
| 2 | слаба значимост | преценено е, че единият показател е малко по-значим за крайната оценка |
| 3 | средна значимост | преценено е, че единият показател е по-значим за крайната оценка |
| 4 | малко над средна значимост | |
| 5 | силна значимост | преценено е, че единият показател е много по-значим за крайната оценка |
| 6 | малко над силна значимост | |
| 7 | много силна и доказана значимост | единият показател е очевидно по-значим от другия за крайната оценка, като това е видно от практическия опит |
| 8 | много, много силна значимост | |
| 9 | изключителна значимост | доказано е че единият показател е в най-висока степен по-значим от другия за крайната оценка. |



Фиг. 3. Структуриране на проблема в йерархичен модел

Fig. 3. Structuring of the problem into a hierarchical model

изчисляване на приоритети на съответните елементи. Първо, критериите се сравняват по двойки по отношение на основната цел. Оценителната матрица, означена като A , ще се формира на база на сравненията. Всеки елемент A_{ij} на матрица се формира чрез сравняване на елемент от реда A_i с елемент от колоната A_j :

$$A = (a_{ij})(i, j = 1, 2, \dots, n), \quad [1]$$

където n е броят на критериите.

Сравнението на всеки два критерия C_i и C_j (например релеф и климат, фиг. 3) по отношение на главната цел, се прави като се отговори на въпроса „кой от двата критерия е по-важен за основната цел и с колко?“. В случая се използва скалата на Саати от табл. 4, за да се оцени тази значимост на критериите един спрямо друг. Елементите a_{ij} на матрицата се подчиняват на следните правила:

$$a_{ij} > 0; \quad a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}; \quad a_{ii} = 1 \quad \text{за всяко } i. \quad [2]$$

Стъпка 3: Определяне на теглата и консистентността на предпочитанията.

След като е определена оценителната матрица за критериите по отношение на главната цел, се изчисляват теглата на критериите и консистентността на предпочитанията. Съгласно Саати (Saaty, 1980), приоритетите на отделните критерии може да се установи чрез изчисляване на собствения вектор w на матрицата A :

$$Aw = \lambda_{max}w, \quad [3]$$

където λ_{max} е най голямото от собствените числа на матрицата A и съответстващия му собствен вектор w съдържа само положителни стойности. Когато векторът w се нормализира, той се превръща във вектор на теглата за съответния критерии по отношение на основната цел.

Теглата може да се изчислят и по следния начин (Alijani, 2011). Във всеки ред на оценителната матрица се намира средното геометрично от стойностите, след което тези тегла се нормализират, като всяко от тях се раздели на сумата им.

Консистентността на оценителната матрица може да се определи чрез изчисление на т. нар. съотношение за консистенция – *consistency ratio (CR)*:

$$CR = \frac{CI}{RI}. \quad [4]$$

Във формула [4] CI е индекс за консистенция, а RI е индекс за случайност. CI се изчислява по формулата:

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}. \quad [5]$$

RI е индекс за консистенция на реципрочна матрица от случайно генерирани стойности от 17 възможни $\{1/9, 1/8, 1/7, \dots, 1, 2, 3, \dots, 8, 9\}$. Саати (Saaty 2008) изчислява средни стойности на RI за случайно генерирани матрици, като тези стойности може да се видят в табл. 5.

Таблица 5
Table 5

Стойности на индекса RI съгласно Саати
Random index of Saaty

| Размерност | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,54 | 1,56 |

Колкото по-висок е индексът CR на матрицата, толкова по-ненадеждни са входните стойности за теглата на критериите. Като цяло съотношение за консистенция под 0,10 се счита за приемлив (Saaty, 2008). Ако стойността е по-висока, решенията не могат да бъдат надеждни и трябва да се изчисли отново оценителната матрица.

Както беше отбелязано, при специализацията на един или друг район по отношение на лозарството и винарството, определящо значение се отдава на климатичните условия, от които зависи не само дали определени сортове ще може да се отглеждат, но също така и количеството и качеството на гроздето. За посочения пример може да се приеме, че при оценката за избор на местоположение най-голямо значение има климатът, след това релефът, пряко оказващ влияние върху климатичните фактори, и след това почвата, която се влияе от човешката намеса (табл. 6).

По аналогичен начин се съставят и оценителните матрици за отделните фактори във всяка група.

При обработка на данните за групата за теренните условия (табл. 7) най-висока оценка е дадена на надморската височина, тъй като тя пряко влияе върху термичните условия и условията на овлажнение. С по-ниски оценки са заложени слоевете за накло-

Таблица 6
Table 6

Оценителна матрица и тегла за групите от фактори
Judgmental matrix and Weighting of groups with factors

| | Климат | Релеф | Почви | Тегло | Нормализирано тегло |
|--------|--------|-------|-------|-------------|---------------------|
| Климат | 1 | 2 | 3 | 1,82 | 0,54 |
| Релеф | 1/2 | 1 | 2 | 1,00 | 0,30 |
| Почви | 1/3 | 1/2 | 1 | 0,55 | 0,16 |
| | | | | 3,37 | 1 |

$$\lambda_{\max} = 3,009; \quad CI = 0,005; \quad CR = 0,008$$

Таблица 7
Table 7

Оценителна матрица и тегла за факторитеот група Релеф
Judgmental matrix and Weighting of factors in group Terrain

| Критерий | Надморска височина | Наклон на склоновете | Изложение на склоновете | Тегло | Нормализирано тегло |
|--|--------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------------------|
| Надморска височина | 1 | 2 | 3 | 1,82 | 0,54 |
| Наклон на склоновете | 1/2 | 1 | 2 | 1,00 | 0,30 |
| Изложение на склоновете | 1/3 | 1/2 | 1 | 0,55 | 0,16 |
| | | | | 3,37 | 1 |
| $\lambda_{\max} = 3,009; CI = 0,005; CR = 0,008$ | | | | | |

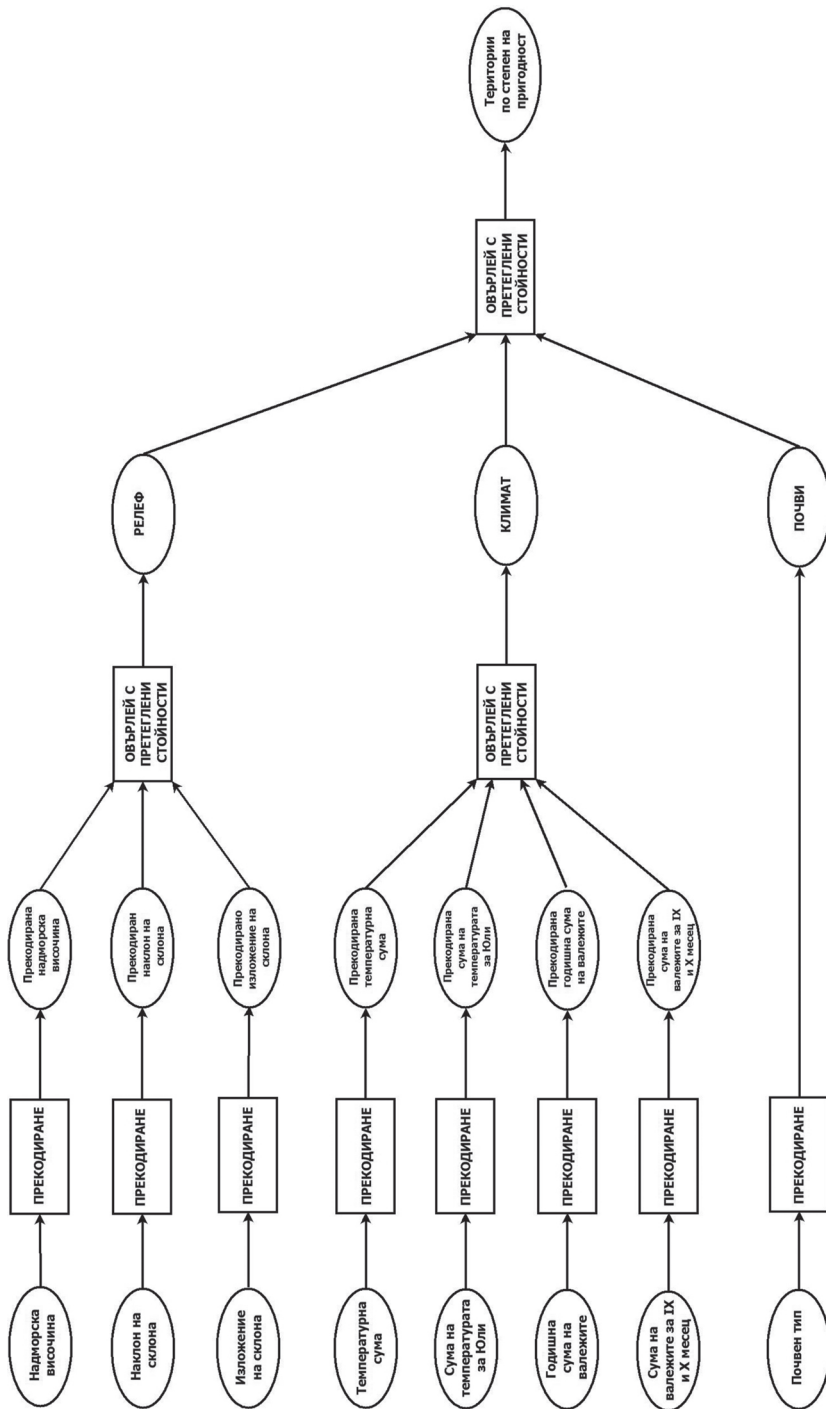
ни и изложение на склоновете, тъй като това са фактори, които оказват влияние върху микроклимата на по-малка територия и не са с такова голямо значение като надморската височина при определяне на по-големи райони.

От климатичните фактори с най-голямо значение при районирането на лозята са топлината и влагата. Най-голяма тежест тук е зададена на температурната сума за периода с устойчиво задържане на температурата над 10 градуса, тъй като това е основният показател, който определя дали даден сорт лоза ще може да се отглежда на определена територия. Следваща тежест е зададена на температурата през най-топлия месец. За двата показателя за валежите са зададени равни тегла (табл. 8).

Таблица 8
Table 8

Оценителна матрица и тегла за факторитеот група Климат
Judgmental matrix and Weighting of factors in group Climat

| Критерий | Температурна сума | Температура за юли | Годишна сума на валежите | Сума на валежите септември и октомври | Тегло | Нормализирано тегло |
|--|-------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------|---------------------|
| Температурна сума | 1 | 2 | 3 | 3 | 2,06 | 0,46 |
| Температура за юли | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 1,19 | 0,26 |
| Годишна сума на валежите | 1/3 | 1/2 | 1 | 1 | 0,64 | 0,14 |
| Сума на валежите септември и октомври | 1/3 | 1/2 | 1 | 1 | 0,64 | 0,14 |
| | | | | | 4,53 | 1 |
| $\lambda_{\max} = 4,010; CI = 0,003; CR = 0,006$ | | | | | | |



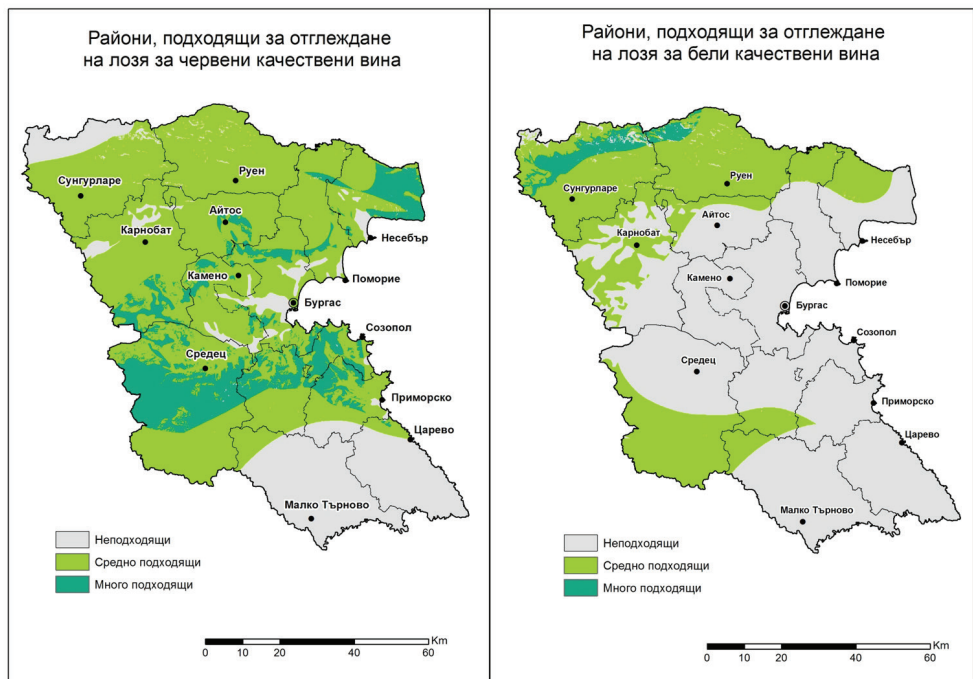
Фиг. 4. Блок-схема за овърлей анализ с претеглени стойности в ГИС

Fig. 4. Block diagram of Weighed overlay analysis with GIS

Чрез интегриран овърлеен анализ с претеглени стойности в ГИС и с така изчислените тегла за групите и отделните фактори в групите, се получава комбиниране на отделните слоеве по степен на пригодност и получаване на резултантен слой с районите с най-подходящи условия за отглеждане на лозя за производство на качествени бели и червени лозя. Моделът на аналитичния процес е показан на фиг. 4.

В резултат на извършения овърлеен анализ се получават резултативни слоеве с класифициране на територията по степен на пригодност за отглеждане на лозя за производство на качествени бели и червени вина (фиг. 5).

Сортовете за производство на качествени бели вина изискват сравнително по-хладен климат, с температурни суми за вегетационния период около 3000 °С, годишна сума на валежите 600–700 mm, като количеството им през месеците септември и октомври не бива да превишава 90–100 mm. Почвите трябва да бъдат с лек механичен състав (леко до средно пясъчливо-глинести) и с по-голяма почвена влажност, с оглед в гроздето да се запази по-висока обща киселинност при умере-



Фиг. 5. Райони в област Бургас, подходящи за отглеждане на лозя за производство на качествени бели и червени вина

Fig. 5. Territories in Burgas region suitable for growing vineyards and producing white and red quality wines

но съдържание на захари в момента на технологична зрялост. Както се вижда от фиг. 5, най-подходящи райони за производство на такива вина в област Бургас се намират в по-прохладните региони около южните склонове на Стара планина в общините Сунгурларе и Руен.

Висококачествени червени сухи вина се получават при висока температурна сума през вегетационния период около 4000 °C, годишна сума на валежите 600–700 mm, като количеството им през месеците септември и октомври не бива да превишава 100 mm, а лозята трябва да се отглеждат върху средно и тежко пясъчливо-глинести почви. Както се вижда от фиг. 5, на територията на област Бургас има много райони, подходящи за производство на такива вина в северните и централните части на областта около Сунгурларе, Карнобат, Айтос, Камено, Средец, Созопол.

Южните райони в общините Малко Търново и Царево се характеризират с голямо количество на годишните валежите – над 750 mm и на валежите през периода на узряване на гроздето през септември и октомври – над 120 mm. Това може да повлияе неблагоприятно върху качеството на гроздето, ако лозята се отглеждат в тези райони.

Валидирането на получените резултати изисква те да бъдат сравнени с фактическото разположение на блоковете с лозови масиви в изследваната територия. След като се комбинират получените слоеве със слоя с лозя по Корине 2012, може да се направи оценка доколко съществуващите лозови насаждения попадат в така определените райони за отглеждане на лозя за производство на качествени вина. Направеният анализ показва, че 94% от съществуващите лозя на територията на област Бургас са разположени в райони, подходящи за производство на грозде поне за един вид качествено вино – бяло или червено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решенията за използване на земята винаги са били част от развитието на човешкото общество. Първоначално хората са установявали най-подходящото използване на дадена територия след множество опити на принципа на пробите и грешките. Днес географските информационни системи са незаменим инструмент в процеса на взимане на решения за използването на дадена територия по такъв начин, че ресурсите на околната среда да се оползотворят по най-добрия начин, като същевременно бъдат съхранени и опазени. Това планиране трябва да се основава както на много добро познаване и разбиране на факторите на природната среда, така и на ясно предвиждане на резултатите от определен тип земеползване.

Пространствено-аналитичните операции и алгоритми на мултифакторния овърлеен анализ с ГИС в комбинация с методите на Аналитичния йерархичен процес за изчисляване на теглата на отделните критерии при извършването на комплексни оценки, дават много добра основа за оптимално планиране и развитие на територията. Предложената методология може да бъде използвана не само при агроекологично райониране на други земеделски култури, но и при решаване на сложни екологични, икономически, социални и политически проблеми, свързани с избор на алтернативи и взимане на решения за едни или други дейности в географското пространство.

ЛИТЕРАТУРА

- Министерство на земеделието и храните, Национална лозаро-винарска камара, Национална стратегия за развитие на лозарството и винарството в Република България 2005–2025 г. С., 2004.
- Министерство на земеделието и храните, Национална програма за подпомагане на лозаро-винарския сектор на България за 2014–2018 г. С., 2013.
- Пенков, М. 1993. Създаване на нови лозя, С., Агропрогрес.
- Пенков, М. 2005. Избор на най-подходящи земи за отглеждане на лозя, овощни и полски земеделски, култури в България С.
- Попов, А. 1986. Агроэкологический потенциал природных комплексов Верхнефракийской низменности (НРБ) и некоторые проблемы его рационального использования. Дис. МГУ, Москва.
- Попов, А., С. Димитров. 2009. Приложение на ГИС в планирането и управлението на територията, С., Изд. Фондация ЛОПС.
- Попов, А. 2012. Географски информационни системи: основи на геоинформационното моделиране. С., Анубис.
- Стоев, К. 1960. Райониране на лозарството в България, Научни трудове, том III. С., Земиздат.
- Alijani S., B. Alijani. 2011. Analysis of climate hazards in relation to urban designing in Iran. – *Advances in Science & Research*, 6.
- Parimala, M., D. Lopez. 2012. Decision making in agriculture based on land suitability – spatial data analysis approach. – *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 46, 1.
- Ramanathan, R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. – *Journal of Environmental Management*, 63.
- Saaty, T. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York.
- Saaty, T. 2008. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors. – *The Analytic Hierarchy/Network Process*, RacSam, 102.

Постъпила април 2015 г.