

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/88

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

29. 4. 2025.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д
штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Abdoulrraouf (Almukhtar) Taboun

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Инжењерство материјала

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2019.

4. Година уписа на докторске студије: 2019.
-

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Инжењерство материјала

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације:

18. 2. 2025.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Abdulrraouf Almuktar Mohammed Taboun**

Име и презиме ментора: **др Весна Радојевић**

Звање: редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Stajcic, I.; Serpa, C.; Simovic, B.; Jankovic Castvan, I.; Dodevski, V.; **Radojevic, V.**; Stajcic, A. Fractal Analysis of Doped Strontium Titanate Photocatalyst. *Fractal Fract* 2024, 8 (10), 560. <https://doi.org/10.3390/fractalfract8100560>
2. O. Yerro, **V. Radojević**, I. Radović, A. Kojović, P. S. Uskoković, D. B. Stojanović, R. Aleksić, Enhanced thermo-mechanical properties of acrylic resin reinforced with silanized alumina whiskers, *Ceramics International*, 42, 9, 2016, 10779-10786, ISSN: 0272-8842 (IF 2014 2.605, Materials Science, Ceramics 4/26) doi: 10.1016/j.ceramint.2016.03.205
3. A. A. Elmadani, Nataša. Tomić, Ivana Radović, Marija M. Vuksanović, Dušica Stojanović, Radmila Jančić Heinemann, **Vesna Radojević**, Salt template zirconia reinforcing particles as possible reinforcement for PMMA matrix composite, *Advanced Composites Letters* 2019 **DOI:** [10.1177/0963693519879696](https://doi.org/10.1177/0963693519879696)
4. A. Elmadani, I. Radović, N. Z. Tomić, M. Petrović, D. B. Stojanović, R. Jančić Heinemann, **V. Radojević**, Hybrid denture acrylic composites with nanozirconia and electrospun polystyrene fibers. *PLoS ONE* (2019) 14(12): e0226528. IF(2018)= 2.776, ISSN 1932-6203 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226528>
5. G.A. Lazouzi, M.M. Vuksanović, N. Tomić, M. Petrović, P. Spasojević, **V.Radojević**, R. Jančić Heinemann, Dimethyl itaconate modified PMMA – alumina fillers composites with improved mechanical properties, *Polymer Composites*, Vol. 40 (2019) 1691-1701. <https://doi.org/10.1002/pc.24952>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

за кандидата **Abdulrraouf Almuktar Mohammed Taboun**

Име и презиме ментора: **др Милош Петровић**

Звање: ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Alazreg, A., Vuksanović, M. M., Egelja, A., Mladenović, I. O., Radovanović, Ž., **Petrović, M.**, Marinković A., Heinemann, R. J., “Mechanical properties of acrylate matrix composite reinforced with manganese-aluminum layered double hydroxide“, Polymer Composites, Vol. 44(10), pp. 6783-6792, August 2023, IF (2023)=3.9, ISSN: 0272-8397, DOI: <https://doi.org/10.1002/pc.27597>
2. Janićijević, A.; Filipović, S.; Sknepnek, A.; Salević-Jelić, A.; Jančić-Heinemann, R.; **Petrović, M.**; Petronijević, I.; Stamenović, M.; Živković, P.; Potkonjak, N.; Pavlović, V., „Structural, Mechanical, and Barrier Properties of the Polyvinylidene Fluoride-Bacterial Nanocellulose-Based Hybrid Composite“, Polymers, April 2024, vol. 16 (8), IF (2023)=4.7, ISSN: 2073-4360, DOI: <https://doi.org/10.3390/polym1608103>
3. Jovanović, M., **Petrović, M.**, Stojanović, D., Radulović, N., Pantelić, D., Stajčić, I., Uskoković, P., „3D-Printed Gelatin-Based Scaffold Crosslinked by Genipin: Evaluation of Mechanical Properties and Biological Effect“, Biopolymers, November 2024 (online), IF (2023)=3.2, ISSN: 0006-3525, DOI: <https://doi.org/10.1002/bip.23639>
4. H.T. Elhmali, C. Serpa, V. Radojevic, A. Stajcic, **M. Petrović**, I. Jankovic-Castvan, I. Stajcic, „Correlation between Agglomerates Hausdorff Dimension and Mechanical Properties of Denture Poly(methyl methacrylate)-Based Composites“, Fractal and Fractional, vol. 8 (6), pp. 314, May 2024, IF(2023)=3.6, ISSN: 2504-3110; IF (2022)=5.4; DOI: <https://doi.org/10.3390/fractalfract806031>
5. M. Jovanović, **M. Petrović**, S. Cvijić, N. Tomić, D. Stojanović, S. Ibrić, P. Uskoković, „3D Printed Buccal Films for Prolonged-Release of Propranolol Hydrochloride: Development, Characterization and Bioavailability Prediction“, Pharmaceutics, vol. 13 (12), 2021, IF(2021)=6.525, ISSN: 1999-4923, DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13122143>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 24. 4. 2025. године размотрило предложену тему и закључило да је

тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од
значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

- Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

**Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и
у једном писаном примерку за архиву Универзитета**

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 24. 4. 2025. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Abdoulrraouf (Almukhtar) Taboun**, број индекса 2019/4017, под називом: „**Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)**“.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За менторе се одређују др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Милош Петровић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Abdoullraouf Tabouna за израду докторске дисертације

Одлуком 2025-35/38 бр. од 20. 03. 2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Abdoullraouf Tabouna, мастер инжењера технологије - мастер инжењера за материјале, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом
3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат Abdoullraouf Taboun рођен је 07.06.1986. године у Yifren, Либија. Основну и средњу школу, као и факултет *College of medical Technology* завршио је у Мисурати, Либија. Мастер академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство материјала, завршио је 2019. године.

На Катедри за конструкционе и специјалне материјале на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду уписао је докторске академске студије 2020. године и све испите по наставном плану и програму положио.

Запослен је у настави на Факултету науке и медицинске технологије, Триполи, Либија. Од 2011-2018. био је демонстратор у настави, а од 2020. године је предавач.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је у оквиру докторских студија положио испите предвиђене планом и програмом, постигавши следеће оцене:

Предмет	Оцена	ЕСПБ
1. Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
2. Хемијска кинетика	6	5
3. Термодинамика чврстог стања	10	5
4. Наука о материјалима и инжењерство материјала	10	6
5. Физичко-механичка испитивања материјала - виши курс	10	5

6. Структура и својства композитних материјала	10	5
7. Квантификација визуелних информација	10	5
8. Метал, угљенични и керамички композити	10	5
9. Биокompозитни материјали	10	5
10. Синтеза, својства и примена керамичких биоматеријала	9	4
11. Физика материјала	10	4
12. Завршни испит	10	30

Завршни испит Физичко-механичка својства денталних композитних материјала добијених 3Д штампом, *Physic-mechanical properties of 3D printed dental composite materials*, одбранио је 18. 01. 2023. године.

Списак објављених радова

Категорија М21

1. Taboun, A.; Jovanovic, M.; Petrovic, M.; Stajcic, I.; Pesic, I.; Stojanovic, D. B.; Radojevic, V. *Citric Acid Cross-Linked Gelatin-Based Composites with Improved Microhardness*. *Polymers* **2024**, *16* (8), 1077. IF (2023)=4.7, ISSN: 2073-4360
<https://doi.org/10.3390/polym16081077>

Категорија М34

1. Taboun A., Jovanovic M., Petrovic M., Pesic I., D. Stojanovic, P. Uskokovic, V. Radojevic, *Composite scaffolds for regenerative dentistry applications*, Twenty fourth annual conference, YUCOMAT 2023, Herceg Novi, Montenegro, September 4-8, 2023, p. 174 <https://mrs-serbia.org.rs/index.php/book-of-abstracts-2023>

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада на докторској дисертацији, кандидат Abdoultraouf Taboun је показао да поседује способност и знање за бављење научноистраживачким радом. Поред реализације истраживања везаних за тему докторске дисертације, показао је и самосталност при обради и дискусији резултата. До сада је објавио један рад у међународном часопису из категорије М21 и саопштио један рад из категорије М34. На основу приказаних активности и резултата комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

У савременој стоматолошкој пракси полимерни композити су пронашли широку примену у области регенерације коштаног ткива, дентина и ткива сличног пулпи, као и у испоруци лекова за лечење разних оралних и пародонталних болести. Регенеративне ендодонтске процедуре могу се дефинисати као биолошки засноване процедуре осмишљене да замене оштећене структуре, укључујући дентин и структуре корена, као и ћелије пулпно-дентинског комплекса. Имплатати за регенеративне ендодонтске процедуре треба да поседују добра механичка својства као и биолошке функције потребне за ткиво које се регенерише. Биоразградивост и биокompatibilност је неопходна пошто имплантат треба да буде ресорбован од околних ткива без потребе за хируршким уклањањем. Савремени биокompозитни материјали садрже више компонената, али су главни састојци органска

компонента или матрица и неорганска компонента или пунило, од чијих односа зависе физичке и хемијске карактеристике композита. Континуална фаза – матрица даје форму композита, а дисконтинуална фаза има функцију побољшања механичких својстава, а може модификовати и нека друга својства композита као на пример, топлотна, акустична, електрична, магнетна, оптичка и друга. Дисконтинуална фаза може бити у облику континуалних и кратких влакана, честица или слојева. На тај начин је могуће пројектовати и модификовати- кројити физичко-механичка и функционална својства композита, и процесирати материјале са унапред дефинисаним својствима.

Предмет ове докторске дисертације обухвата истраживања у области композитних материјала с полимерном матрицом с могућношћу пројектоване структуре и механичких својстава. Предвиђена је 3Д штампа и карактеризација микро до наномодификованих денталних композитних материјала на бази желатина са ојачањем од хидроксиапатита (НА)- $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ и трикалцијум фосфата (β -ТСР)- $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ као и умрежавање желатина лимунском киселином.

3Д штампа представља методу којом се додају слојеви материјала чиме се добијају прецизне структуре задате компјутерским моделом. Постоји неколико врста ове технике као што су фузиона депозиција, стереолитографија, екструзија из пасте, инк-џет штампа и ласерска штампа. 3Д екструзија из пасте представља методу која не захтева високу температуру и УВ третман, па је погодна за супстанце које су на то осетљиве, као што је желатин. Поред тога, 3д штампа има предност у производњи савремених медицинских средстава пошто омогућује персонализацију имплантата према потребама самог пацијента.

Желатин је перспективни природни полимер за ову примену због своје биокompatibilности, биоразградивости и доступности, али има слабија механичка својства. За постизање бољих механичких својстава иде се на формирање полимерних бленди или композита са неорганским честицама као и умрежавање желатина. Као агенси за умрежавање најпознатији су глутералдехид (GTA), генипин и лимунска киселина. GTA је неповољан због могуће цитотоксичности, док генипин даје карактеристично обојење тамно плавом бојом, па је код денталних материјала неприкладан. Лимунска киселина даје добре резултате уз задовољавајућу биокompatibilност. Код неорганских ојачања, најбоље резултате показује примена минерализованих агенаса попут биокерамике на бази калцијум фосфата. Најпознатије биокерамике на бази калцијум фосфата су хидроксиапатит (НА) $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ и трикалцијум фосфат (β -ТСР) $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$. Делимично се могу интегрисати у природно коштано ткиво. могу индуковати диференцијацију и раст матичних ћелија, а самим тим и формирање нове кости. НА има спор и ограничен ресорптивни потенцијал, тако да се не може у потпуности заменити новом кости, али може деловати као волуметријски пунила. Насупрот томе, -ТСР се лако ресорбује и заједно са својом међусобно повезаном порозном структуром, брзо се замењује новом кости. На тај начин је погодном комбинацијом ојачања могуће дизајнирати композитни имплантат захтеване функционалности.

У току израде ове дисертације истражиће се могућности добијања композитних имплантата побољшаних физичко-механичких својстава на бази желатина. Полазне идеје и претпоставке предвиђају процесирање композита са матрицом од желатина и ојачањем од честица НА и β -ТСР, умрежавање лимунском киселином, структурну и морфолошку анализу као и компарацију постигнутих физичко-механичких својстава.

Научни циљ истраживања је да се проуче процеси синтезе композитних материјала са модификованим пуниоцима и умрежавајућим агенсима; да се установе процесни параметри

за добијање ових композита; да се испита утицај процесних параметара на механичка, термичка и функционална својства добијених композита.

Релевантни библиографски извори:

1. Ahlfeld T., Lode A., Placht AM., Fecht T., Wolfram T., Grom S., Hoess A., Vater C, Bräuer C, Heinemann S, Lauer G., Reinauer F, Gelinsky M. *A comparative analysis of 3D printed scaffolds consisting of poly(lactic-co-glycolic) acid and different bioactive mineral fillers: aspects of degradation and cytocompatibility*, The Royal Society of Chemistry , Biomaterials Science, 16, 2023, 15 pages
2. Raddall G, Mello I and Leung BM *Biomaterials and Scaffold Design Strategies for Regenerative Endodontic Therapy*. Front. Bioeng. Biotechnol. 7, 2019, 317. p. 1-13, doi: 10.3389/fbioe.2019.00317
3. Zamora, I.; Alfonso Morales, G.; Castro, J.I.; Ruiz Rojas, L.M.; Valencia-Llano, C.H.; Mina Hernandez, J.H.; Valencia Zapata, M.E.; Grande-Tovar, C.D. *Chitosan (CS)/Hydroxyapatite (HA)/Tricalcium Phosphate (β -TCP)-Based Composites as a Potential Material for Pulp Tissue Regeneration*. Polymers 2023, 15, 3213. p, 1-16 <https://doi.org/10.3390/polym15153213>
4. Arthi, C.; Neya, N. R.; Hikku, G. S. *Nano-hydroxyapatite/collagen composite as scaffold material for bone regeneration*. Biomedical Materials 2023. <https://doi.org/10.1088/1748-605x/acc99e>
5. Gross, K. A.; Rodríguez-Lorenzo, L. M. *Biodegradable composite scaffolds with an interconnected spherical network for bone tissue engineering*. Biomaterials 2004, 25(20), 4955-4962. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.01.046>
6. Pallela, R.; Venkatesan, J.; Janapala, V. R.; Kim, S. K. *Biophysicochemical evaluation of chitosan-hydroxyapatite-marine sponge collagen composite for bone tissue engineering*. Journal of Biomedical Materials Research Part A 2012, 100(2), 486-495. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.33292>
7. Sathiyavimal, S.; Vasantharaj, S.; LewisOscar, F.; Pugazhendhi, A.; Subashkumar, R. *Biosynthesis and characterization of hydroxyapatite and its composite (hydroxyapatite-gelatin-chitosan-fibrin-bone ash) for bone tissue engineering applications*. International journal of biological macromolecules 2019, 129, 844-852. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.058>
8. Haider, A.; Gupta, K. C.; Kang, I. K. *PLGA/nHA hybrid nanofiber scaffold as a nanocargo carrier of insulin for accelerating bone tissue regeneration*. Nanoscale research letters 2014, 9, 1-12. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-314>
9. Sharma, K.; Sharma, S.; Thapa, S.; Bhagat, M.; Kumar, V.; Sharma, V. *Nanohydroxyapatite-, gelatin-, and acrylic acid-based novel dental restorative material*. ACS omega 2020, 5(43), 27886-27895. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c03125>
10. Tebyanian, H.; Norahan, M. H.; Eyni, H.; Movahedin, M.; Mortazavi, S. J.; Karami, A.; Nourani, M. R.; Baheiraei, N. *Effects of collagen/ β -tricalcium phosphate bone graft to regenerate bone in critically sized rabbit calvarial defects*. Journal of applied biomaterials & functional materials 2019, 17(1), 2280800018820490. <https://doi.org/10.1177/2280800018820490>
11. Taktak, R.; Elghazel, A.; Bouaziz, J.; Charfi, S.; Keskes, H. *Tricalcium phosphate-fluorapatite as bone tissue engineering: Evaluation of bioactivity and biocompatibility*. Materials Science and Engineering: C 2018, 86, 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.11.011>
12. Ferreira, M.M.; Brito, A.F.; Brazete, D.; Pereira, I.C.; Carrilho, E.; Abrantes, A.M.; Pires, A.S.; Aguiar, M.J.; Carvalho, L.; Botelho, M.F.; et al. *Doping β -TCP as a Strategy for Enhancing the Regenerative Potential of Composite β -TCP—Alkali-Free Bioactive Glass Bone Grafts. Experimental Study in Rats*. Materials 2019, 12, 4. <https://doi.org/10.3390/ma12010004>

13. Ngo, S.T.; Lee, W.-F.; Wu, Y.-F.; Salamanca, E.; Aung, L.M.; Chao, Y.-Q.; Tsao, T.-C.; Hseuh, H.-W.; Lee, Y.-H.; Wang, C.-C.; et al. *Fabrication of Solvent-Free PCL/ β -TCP Composite Fiber for 3D Printing: Physiochemical and Biological Investigation*. *Polymers* 2023, 15, 1391. <https://doi.org/10.3390/polym15061391>
14. Park, J.; Lee, S. J.; Jo, H. H.; Lee, J. H.; Kim, W. D.; Lee, J. Y.; Su, A. *Fabrication and characterization of 3D-printed bone-like β -tricalcium phosphate/polycaprolactone scaffolds for dental tissue engineering*. *Journal of industrial and engineering chemistry* 2017, 46, 175-181. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.10.028>
15. Zhang, L.; Liu, J.; Zheng, X.; Zhang, A.; Zhang, X.; Tang, K. *Pullulan dialdehyde crosslinked gelatin hydrogels with high strength for biomedical applications*. *Carbohydrate polymers* 2019, 216, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.04.004>
16. Uranga, J.; Nguyen, B.T.; Si, T.T.; Guerrero, P.; de la Caba, K. *The Effect of Cross-Linking with Citric Acid on the Properties of Agar/Fish Gelatin Films*. *Polymers* 2020, 12, 291. <https://doi.org/10.3390/polym12020291>
17. Hasan, R.; Sumnu, G.; Sahin, S.; Oz, E.; Oz, F. *The Effects of Citric Acid Crosslinking on Fabrication and Characterization of Gelatin/Curcumin-Based Electrospun Antioxidant Nanofibers*. *Antioxidants* 2023, 12, 1387. <https://doi.org/10.3390/antiox12071387>
18. Rawdkuen, S.; Sai-Ut, S.; Benjakul, S. *Properties of gelatin films from giant catfish skin and bovine bone: a comparative study*. *European Food Research and Technology* 2010, 231, 907-916. <https://doi.org/10.1007/s00217-010-1340-5>
19. Coppola, M.; Djabourov, M.; Ferrand, M. *Phase diagram of gelatin plasticized by water and glycerol*. In *Macromolecular symposia* (Vol. 273, No. 1, pp. 56-65) 2008. Weinheim: WILEY-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/masy.200851308>
20. Meyer, M. *Processing of collagen based biomaterials and the resulting materials properties*. *Biomedical engineering online* 2019, 18(1), 1-74. <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0647-0>
21. Meyer, M.; Morgenstern, B. *Characterization of gelatine and acid soluble collagen by size exclusion chromatography coupled with multi angle light scattering (SEC-MALS)*. *Biomacromolecules* 2003, 4(6), 1727-1732. <https://doi.org/10.1021/bm0341531>
22. Normand, V.; Muller, S.; Ravey, J. C.; Parker, A. *Gelation kinetics of gelatin: A master curve and network modeling*. *Macromolecules* 2000, 33(3), 1063-1071. <https://doi.org/10.1021/ma9909455>
23. Zhang, Z.; Li, K.; Zhou, W.; Gu, J. G.; Liu, Y.; Han, C. C.; Xu, S. *Factors Influencing the Interactions in Gelatin/Hydroxyapatite Hybrid Materials*. *Frontiers in Chemistry* 2020, 8, 489. DOI: [10.3389/fchem.2020.00489](https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00489)
24. Sathiyavimal, S.; Vasantharaj, S.; LewisOscar, F.; Pugazhendhi, A.; Subashkumar, R. *Biosynthesis and characterization of hydroxyapatite and its composite (hydroxyapatite-gelatin-chitosan-fibrin-bone ash) for bone tissue engineering applications*. *International journal of biological macromolecules* 2019, 129, 844-852. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.058>
25. Haider, A.; Gupta, K. C.; Kang, I. K. *PLGA/nHA hybrid nanofiber scaffold as a nanocargo carrier of insulin for accelerating bone tissue regeneration*. *Nanoscale research letters* 2014, 9, 1-12. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-314>
26. Tebyanian, H.; Norahan, M. H.; Eyni, H.; Movahedin, M.; Mortazavi, S. J.; Karami, A.; Nourani, M. R.; Baheiraei, N. *Effects of collagen/ β -tricalcium phosphate bone graft to regenerate bone in critically sized rabbit calvarial defects*. *Journal of applied biomaterials & functional materials* 2019, 17(1), 2280800018820490. <https://doi.org/10.1177/2280800018820490>
27. Wu, E.; Huang, L.; Shen, Y.; Wei, Z.; Li, Y.; Wang, J.; Chen, Z. *Application of Gelatin-Based Composites in Bone Tissue Engineering*. *Heliyon* 2024, 10 (16), e36258. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36258>
28. Liu, Y.; Zhao, Q.; Chen, C.; Wu, C.; Ma, Y. *β -Tricalcium Phosphate/Gelatin Composite Scaffolds Incorporated with Gentamycin-Loaded Chitosan Microspheres for Infected Bone Defect Treatment*. *PLoS ONE* 2022, 17 (12), e0277522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277522>

29. Al-Qahtani, A. S.; Tulbah, H. I.; Binhasan, M.; Shabib, S.; Al-Aali, K. A.; Alhamdan, M. M.; Abduljabbar, T. *Influence of Concentration Levels of β -Tricalcium Phosphate on the Physical Properties of a Dental Adhesive*. *Nanomaterials* 2022, 12 (5), 853. <https://doi.org/10.3390/nano120508>
30. Bian, M.; Hou, G.; Tan, Z.; Zhang, L.; Miao, S.; Zheng, B.; Zhou, F. *3D-Printed Ultra-Sensitive Strain Sensors Using Biogels Prepared from Fish Gelatin and Gellan Gum*. *Carbohydrate Polymers* 2025, 352, 123200. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.123200>.
31. Farnaghi, M.; Poursamar, S. A.; Farzan, M.; Farzan, M.; Kouhi, M.; Rafienia, M. *Enhancing the Biological Characteristics of Aminolysis Surface-Modified 3D Printed Nanocomposite Polycaprolactone/Nanohydroxyapatite Scaffold via Gelatin Biomacromolecule Immobilization: An in Vitro and in Vivo Study*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2025, 249, 114505. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2025.114505>.

3. Полазне хипотезе

У току израде ове дисертације истражиће се могућности синтезе хибридних композитних материјала на бази желатина. На основу детаљног литературног прегледа закључено је да се уградњом неорганских модификованих микро до нано неорганских пунилаца као и умрежавањем желатина могу дизајнирати напредни композитни материјали за примену у регенеративној стоматологији. За полимерну матрицу предвиђен је желатин као природни полимер са добром биокомпатибилношћу. Предвиђена је 3Д штампа композитних структура са могућом применом као имплантата у регенеративним ендодонтским третманима. Одредиће се оптимални садржај као и однос честица НА и β -ТСР и затим дефинисати процес умрежавања желатина у композиту. На тај начин ће се добити композити бољих механичких и термичких својстава у односу на полазну матрицу. Као агенс за умрежавање користиће се лимунска киселина која је изабрана због оптималног односа ефективности и биокомпатибилности. Полазна хипотеза је да се комбинацијом неорганских наночестица и умрежавањем могу дизајнирати жељена физичко-механичка својства насталог хибридног композита. Познато је да се додатком неорганских наночестица повећава тврдоћа као и термичка својства композита, док се умрежавањем постиже дуже време ресорпције имплантат. На тај начин се ови имплантати могу користити и за доставу лекова и за дужи временски период у регенеративној ендодонтској пракси.

4. Научне методе истраживања

У току израде ове дисертације планирано је процесирање композита уградњом честица НА и β -ТСР у полимерну матрицу и њихова карактеризација. У почетним истраживањима у оквиру ове дисертације предвиђена је карактеризација полазних конституената. Такође, пошто је предвиђено и накнадно умрежавање желатина, пратиће се развој структуре, као и хемизам реакције. Настале хемијске везе токо процесирања и умрежавања испитаће се применом FTIR спектроскопије. Термичка својства добијених композитних материјала биће испитана применом DSC анализе. Морфологија и структура композита као и расподела честица у композиту испитаће се скенирајућом електронском микроскопијом (SEM). Механичка својства ће се испитивати методом микроиндентације и испитивањем затезањем. Биолошка доступност биће испитивана кроз испитивање биокомпатибилности материјала према захтевима стандарда ISO 10993-5 и одређивања *in vitro* цитотоксичности медицинских средстава.

5. Очекивани научни допринос

Као основни научни допринос докторске дисертације очекује се:

- Развој модела и структуре композитног имплантата са дефинисаним уделом и односом хибридних ојачања
- Дефинисање оптималних процесних параметара 3Д штампе за развој модела композитног имплантата
- Успостављање корелације између процесних параметара и морфологије као постигнутих физичко-механичких и функционалних својстава добијених хибридних композита

На овај начин ће бити могуће дизајнирати композитне материјале са проширеним опсегом примене у стоматологији и дефинисаним физичко-механичким својствима у зависности од специфичних функционалних конституената.

6. План истраживања и структура рада

Докторска дисертација ће бити писана на енглеском језику. У току рада на дисертацији предвиђене су следеће фазе и активности у истраживању: Карактеризација полазних конституената FTIR методом, DSC методом, SEM анализом и механичким испитивањима; Дефинисање оптималног састава, структуре као и процеса умрежавања желатина у композитном имплантата; дефинисање процесних параметара 3Д екструзије из пасте хибридних композита, а успешност у постизњу оптималних својстава пратиће се карактеризацијом добијених композита, након чега ће се кориговати процесни параметри или модификовати метода; карактеризација добијених композитних материјала у погледу морфологије, испитивања физичко-механичких својстава и биокompatibilности; успостављање корелације између процесних параметара и остварених физичко-механичких својстава.

Предвиђа се да ће у докторској дисертацији бити обрађена следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментали део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.*

У поглављу *Увод* биће дефинисани главни циљеви дисертације, предмет истраживања и допринос дисертације. *Теоријски део* докторске дисертације обухватиће анализу претходних истраживања која се односе на стање ове проблематике у области регенеративне стоматологије у досадашњим истраживањима у свету; могућности добијања хибридних полимерних композитних материјала са унапред дефинисаним својствима за примену у регенеративној ендодонтској процедури; примена нових метода синтезе као и карактеризације хибридних денталних композита

У оквиру поглавља *Експериментали део, Резултати, Дискусија* и *Закључак* биће испраћени сви кораци претходно постављени и дефинисани у оквиру фаза и активности планираних истраживања.

У поглављу *Литература* теоријска разматрања биће испраћена литературним наводима, а такође ће бити дат приказ актуелних истраживања у овој области, као и радови проистекли из резултата експерименталних истраживања ове дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да кандидат Abdulrraouf Almuktar Mohammed Taboun испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Комисија

сматра да је тема предложене докторске дисертације под насловом Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications) научно заснована и да представља значајан научни допринос научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Инжењерство материјала за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матичан. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Abdulraouf Almuktar Mohammed Tabouni одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За менторе се предлажу др Весна Радојевић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Милош Петровић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 15. 04. 2025.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Весна Радојевић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Милош Петровић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Душица Стојановић, научни саветник
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Ивана Стајчић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке 'Винча'