



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## بهینه سازی عوامل موثر بر جذب سرب توسط رس، نانورس و نانو کامپوزیت مغناطیسی با استفاده از روش تاگوچی

نیلوفر صدری<sup>۱\*</sup>، مجید باقرنژاد<sup>۲</sup>، رضا قاسمی<sup>۳</sup> و سید علی اکبر موسوی<sup>۴</sup>

۱- دانش آموخته دکتری دانشگاه شیراز؛ \* [Niloofar.sadri91@gmail.com](mailto:Niloofar.sadri91@gmail.com)

۲- استاد بخش علوم و مهندسی خاک دانشگاه شیراز

۳- استاد بخش علوم و مهندسی خاک دانشگاه شیراز

۴- استاد بخش علوم و مهندسی خاک دانشگاه شیراز

### چکیده

رشد صنایع و به دنبال آن آلودگی محیط زیست به یک خطر بالقوه برای سلامت انسان، گیاهان و حیوانات تبدیل شده است. فرآیند جذب سطحی به دلیل اثربخشی بالا، هزینه پایین، سادگی و چند منظوره بودن، روشی ترجیحی برای حذف آلودگی آب و خاک است. این مطالعه با استفاده چهار جاذب سنتز شده از یک نمونه خاک مخلوط از راسته ورتی سولز واقع در استان فارس با هدف بهینه سازی و یافتن فاکتورهای مؤثر بر بهبود جذب سرب شامل ۱- نوع جاذب در چهار سطح (رس، نانورس، و نانوکامپوزیت مغناطیسی ۱۰۰ و ۲۰۰)، ۲- دوز جاذب در چهار سطح (۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۰۸ و ۰/۱ گرم)، ۳- زمان در چهار سطح (۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه) و ۴- پهاش در چهار سطح (۴، ۶، ۸ و ۱۰) با استفاده از طرح آزمایش به روش تاگوچی مورد بهینه سازی قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس در مورد ظرفیت جذب فلز سنگین نشان داد که دوز جاذب و نوع جاذب دو عامل مؤثر در کنترل فرآیند جذب سرب است. سطوح بهینه برای فاکتورهای دوز جاذب و نوع جاذب به ترتیب ۰/۰۴ گرم و نانوکامپوزیت مغناطیسی ۱۰۰ برآورد شد و همچنین سطوح بهینه برای پهاش و زمان به ترتیب ۶ و ۱۰ دقیقه به دست آمد.

واژگان کلیدی: بهینه سازی، تاگوچی، جذب، سرب

### مقدمه

پس از انقلاب صنعتی، رشد چشمگیر صنعت و فعالیت‌های مخرب انسانی به دو عامل تأثیرگذار در افزایش آزادسازی بیش از حد فلزات سنگین تبدیل شده‌اند (Rizwan et al., 2021). با توجه به نیاز روزافزون محصولات کشاورزی به آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی، عناصر سنگینی مانند سرب، کادمیم، روی و مس وارد خاک می‌شوند که از رایج‌ترین عناصر سنگین هستند. سرب (Pb) بیش از حد در محیط زیست به دلیل سمیت و تجمع زیستی، خطر بالقوه زیادی برای سلامت انسان ایجاد می‌کند. سرب یکی از سمی‌ترین یون‌های فلزات سنگین است که می‌تواند در اندام‌های مختلف بدن انسان از جمله استخوان‌ها، کلیه‌ها، ماهیچه‌ها و بافت مغز تجمع یابد و باعث بیماری‌های جدی شود (Chen et al., 2021). از این رو، پاکسازی آلودگی سرب توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. از فناوری‌هایی برای حذف فلزات سنگین از فاضلاب و خاک‌های آلوده استفاده شده است، از جمله می‌توان به استخراج با حلال، اصلاح الکتروکینتیک، انعقاد، جذب، جامدسازی/تثبیت (S/S) اشاره کرد (Feng et al., 2020; Chakraborty et al., 2020). با این حال، اکثر این روش‌ها نیاز به هزینه‌های عملیاتی بالا داشته و زمان‌بر هستند و محصولات جانبی خطرناکی تولید می‌کنند. در میان روش‌های ذکر شده جذب به طور قابل توجهی در پاکسازی خاک و آب



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



آلوده به فلزات سنگین کارآمد و مفید واقع شده است. به همین دلیل، یافتن جاذب‌هایی با سطح ویژه بالا و هزینه فرآوری پایین توجه محققان را به خود جلب کرده است. جاذب‌های زیادی توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته‌اند که یکی از آن‌ها جاذب

رایج و طبیعی مانند رس است که به عنوان یک جاذب کارآمد، پایدار و تجدیدپذیر برای جذب انواع آلودگی در خاک و آب توصیف شده است (Asere et al., 2019; Peechattukudy and Dhoble, 2017). از سوی دیگر، کانی‌های رسی دارای سطح ویژه بالایی هستند و همچنین با هیدرولیز پیوندهای Al-OH یا Si-OH، بار سطحی منفی تولید می‌کنند که منجر به جذب فلزات سنگین از محلول آبی می‌شود (Zhou et al., 2016). اگرچه رس مقرون به صرفه، پایدار و سازگار با محیط زیست است، اما به دلیل ظرفیت جذب پایین، کمتر برای جذب آلاینده‌ها استفاده می‌شود. اخیراً، استفاده از فناوری نانو به عنوان یک فناوری کم‌هزینه و مؤثر می‌تواند در حذف آلودگی‌های زیست‌محیطی مؤثر باشد. نانومواد دارای خواص برجسته‌ای مانند سطح ویژه بالا، واکنش‌پذیری شیمیایی عالی، خواص فیزیکی برتر بوده که اخیراً بسیاری از محققان را به بررسی توانایی آن‌ها در حذف آلودگی خاک ترغیب کرده است (Seifpanahi Shabani et al., 2017; Kahkha et al., 2020). محققان خاطر نشان کردند که نانوذرات مغناطیسی به دلیل سطح ویژه بالا، خواص فیزیکی و شیمیایی مطلوب، در فرآیند تصفیه فاضلاب و حذف فلزات سنگین بسیار مؤثر هستند (Taki et al., 2020). روش تاگوچی از طراحی خاصی از آرایه‌های متعامد استفاده می‌کند که متغیرها را به صورت متعادل توزیع می‌کند و برای بررسی یک موضوع با تعداد کمی آزمایش و صرفه‌جویی در زمان و هزینه بسیار مؤثر است (Fernández-López et al., 2019). گزارشی در مورد کاربرد طراحی تاگوچی در ارزیابی اثربخشی پارامترهای مختلف بر جذب سرب توسط رس، نانورس و نانوکامپوزیت مغناطیسی وجود ندارد. اطلاعات کمی در مورد کاربرد همزمان عوامل متعدد در فرآیند جذب وجود دارد. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق به‌کارگیری رویکرد طراحی تاگوچی برای شناسایی مؤثرترین فاکتور برای افزایش جذب سرب از محلول آبی با استفاده از رس، نانورس و نانوکامپوزیت‌های مغناطیسی ۱۰۰ و ۲۰۰ است.

### مواد و روش‌ها

بر اساس مطالعات قبلی در مورد پراکندگی ورتی‌سولزها در استان فارس، ورتی‌سولزهای منطقه سپیدان واقع در جنوب ایران (30° 16'N 51° 59'E)، به دلیل ویژگی‌های ورتیک و محتوای رس بالا (۵۱٪)، به عنوان نماینده ورتی‌سولزها در استان فارس انتخاب شدند. برای جدا کردن بخش رس، به طور خلاصه، ۱۸۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه را به ۵۰ گرم نمونه خاک اضافه کردیم و سپس یک شب تکان داده شد. ذرات با اندازه کمتر از ۵۰ میکرومتر با استفاده از الک تر جدا شدند. سوسپانسیون خاک با استفاده از دستگاه سونیکیت مدل Sonics SONOPULS HD-4200 با توان ۱۵۰ کیلووات بر ساعت پراکنده شد سپس سوسپانسیون خاک در استوانه‌های یک لیتری قرار داده شد و بخش رس خاک با استفاده از قانون استوکس جدا شد و پس از آن سوسپانسیون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک شد. ۲- استخراج نانورس: نانورس با استفاده از روشی که توسط Calabi-Floody و همکاران (2015) شرح داده شده است، از بخش رس استخراج شد. به طور خلاصه، ۵ گرم رس در محلول ۱ مولار سدیم کلراید حل شد و به مدت ۳ دقیقه با قدرت ۲۱/۴ کیلوژول تحت امواج فراصوت قرار گرفت. محلول حاصل ۱۲ بار به مدت ۴ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شد تا ناخالصی‌های معدنی حذف شوند. اولین بخش آبی پس از سانتریفیوژ دور ریخته شد و محلول رویی که حاوی نانورس است، جمع‌آوری شد. ۳- نانوکامپوزیت‌های مغناطیسی ۱۰۰ و ۲۰۰: برای تهیه نانورس اصلاح‌شده مغناطیسی از روش توسعه‌یافته توسط Bourlinos و همکاران (2000) استفاده شد. ۱ گرم نانورس (استخراج شده از قسمت رس)، که از این پس به اختصار NC نامیده می‌شود، در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر دوبار تقطیر شده پخش شد. سپس، ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول کلراید آهن شش‌آبه (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O) با غلظت ۰/۰۲ مولار (پ‌هاش تنظیم شده توسط سدیم



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



هیدروکسید روی (۲/۵) به صورت قطره قطره و در حال هم زدن اضافه شد و سپس به مدت ۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد تحت بخار اسید استیک قرار گرفت. پودر حاصل به مدت ۲ ساعت در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد کلسینه شد تا کامپوزیت نانورس مغناطیسی اصلاح شده (با نام Fe-NC100) به دست آید. همچنین نانوکامپوزیت با بار آهن بالاتر با افزودن ۲۰۰ میلی لیتر محلول FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (با نام Fe-NC200) تهیه شد. ۴- بهینه سازی تاگوچی و طراحی آزمایش: در این تحقیق، ۴ فاکتور، هر فاکتور در ۴ سطح مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). بنابراین آرایه متعامد به دست آمده L<sup>۱۶</sup> (۴<sup>۴</sup>) بود. تعداد آزمایشات (۱۶ آزمایش) در سه تکرار انجام گرفت. در ابتدا، میانگین نسبت سیگنال به نویز (SNR) هر عامل در هر سطح مشخص محاسبه شد. بسته به پاسخ مورد نظر، به طور کلی سه نوع SNR در روش آماری استفاده می شود: کوچکتر بهتر (SB)، بزرگتر بهتر (LB) و اسمی بهتر (NB) (Atil and Unver, 2000). در این مطالعه، نوع SNR بزرگتر بهتر در نظر گرفته شد زیرا هدف مورد نظر افزایش جذب است. معادله ارائه شده برای محاسبه SNR طبق معیار LB به شرح زیر است: معادله (۱):

$$SNR = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum \left( \frac{1}{RM} \right)^2 \right] \quad (1)$$

n: تعداد تکرارها و RM: نتایج آزمایش. سپس، از آنالیز ANOVA برای تعیین مهم ترین عامل مؤثر بر جذب با استفاده از نرم افزارهای Minitab 18 و Qualitek4 استفاده شد.

ظرفیت جذب (qe) (میلی گرم بر گرم) بر اساس معادله ۲ محاسبه شد

$$qe = \frac{(C_0 - C_e) * v}{m} \quad (2)$$

جدول ۱- فاکتورها و سطوح مورد بررسی در روش تاگوچی.

فاکتورها		سطوح			
		۱	۲	۳	۴
نوع جاذب	A	رس	نانورس	نانوکامپوزیت	نانوکامپوزیت
دوز جاذب (گرم)	B	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱
زمان (دقیقه)	C	۱۰	۳۰	۶۰	۱۲۰
پهاش	D	۴	۶	۸	۱۰

نتایج و بحث

نتایج تحلیل واریانس برای مقادیر میانگین qe برای یون فلزی سرب در جدول ۲ نشان داده شده است. دوز جاذب مهم ترین فاکتور در ظرفیت جذب فلز بود با درصد مشارکت ۹۲/۳ درصد و پس از آن نوع جاذب با درصد مشارکت ۳/۶ درصد و در پی آن پهاش و زمان به ترتیب هر کدام با درصد مشارکت ۲/۱۸ و ۱/۹ درصد رتبه های بعدی را به خود اختصاص دادند. Googerdchian و همکاران (2018) چهار فاکتور ۱- زمان ۲- غلظت اولیه یون سرب ۳- پهاش و ۴- مقدار جاذب را در چهار سطح در مطالعه بهینه سازی جذب یون سرب بر روی جاذب های نانوهیدروکسی آپاتیت با استفاده از روش تاگوچی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که راندمان حذف یون سرب عمدتاً تحت تاثیر مقدار دوز جاذب بود.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



جدول ۲- معنادار بودن عوامل مختلف با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) برای سرب

درصد مشارکت (%)	نسبت F	واریانس	مجموع مربعات	درجه آزادی
۳/۶۰	۱۶/۷۷۵	۷/۹۶۱	۲۳/۸۸۴	۳
۹۲/۳۰	۵۸۳۱/۸۵۲	۲۷۶۷/۷۸۱	۸۳۰۳/۳۴۳	۳
۱/۹۰	۳/۲۰۲	۱/۵۲	۴/۵۶	۳
۲/۱۸	۸/۰۳	۳/۸۱۱	۱۱/۴۳۳	۳
خطا				
۰/۲۶۹		۰/۶۶۱	۱۶/۶۱	۳۵
٪۱۰۰/۰۰			۸۳۵۹/۸۳۳	۴۷
کل				

میانگین مشخصه پاسخ در هر سطح از چهار فاکتور مورد بررسی برای شاخص SNR (هرچه بالاتر بهتر) در جدول ۳ نشان داده شده است. هرچه مقدار عددی SNR در هر سطح نسبت به سطح دیگر بیشتر باشد، آن سطح به عنوان سطح بهینه انتخاب می‌شود. تفاوت بین بالاترین و پایین‌ترین مقدار SNR در هر عامل، نشان دهنده تأثیر بیشتر آن عامل بر پاسخها است. در مورد یون فلزی سرب، دوز عامل مؤثر بر جذب است و سطح ۱ بالاترین SNR را به خود اختصاص داد. در مورد نوع جاذب بالاترین مقدار SNR متعلق است به سطح ۳ همچنین در مورد زمان واکنش بالاترین مقدار SNR متعلق به سطح ۱ بود و برای فاکتور پهاش بالاترین مقدار SNR به سطح ۲ اختصاص یافت.

جدول ۳- میانگین مشخصه پاسخ در هر سطح از ضریب نسبت سیگنال به نویز

(S/N) (هرچه بزرگتر باشد بهتر است) برای سرب

SNR				
سطوح				
فاکتورها	۱	۲	۳	۴
نوع جاذب	۳۰/۹۶۸	۳۰/۸۷	۳۱/۲۲	۳۱/۱۶
دوز	۳۵/۳۳	۳۱/۹۵	۲۹/۳۷	۲۷/۵۸
زمان	۳۱/۱۴۵	۳۱/۰۱	۳۱/۰۱	۳۱/۰۶
پهاش	۳۱/۰۴۲	۳۱/۱۶	۳۰/۹۳	۳۱/۱

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، مجموعه‌ای از آزمایش‌ها برای تعیین تأثیر چهار عامل نوع جاذب، دوز، زمان و پهاش بر فرآیند جذب یون فلزی سرب انجام شد. آزمایش‌ها بر اساس آرایه متعامد تاگوچی  $L^{16}$  طراحی شدند دوز جاذب با رتبه اول نوع جاذب، پهاش و زمان به ترتیب با رتبه‌های دوم، سوم و چهارم تأثیرگذارترین عوامل بودند. سطوح بهینه برای نوع جاذب، دوز، زمان و پهاش برای سرب به ترتیب نانوکامپوزیت مغناطیسی ۱۰۰، ۰/۰۴ گرم، ۱۰ دقیقه و پهاش ۶ بود. طبق جدول ANOVA، مؤثرترین عامل در جذب سرب، دوز جاذب و پهاش بود. نتایج بهینه‌سازی نشان داد که طراحی آزمایش به روش تاگوچی با موفقیت برای تعیین میزان جذب یون سرب تحت تأثیر ۴ فاکتور به کار گرفته شد.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## فهرست منابع

- Asere, T., Stevens, C., Laing, G. (2019). Use of (modified) natural adsorbents for arsenic remediation: a review. *Science of The Total Environment*, 676, 706–720.
- Atil, H., Unver, U. (2000). A Different Approach of Experimental Design: Taguchi Method. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(9), 1538–1540.
- Bourlinos, A. B., Karakassides, M. A., Simopoulos, A., Petridis, D. (2000). Synthesis and Characterization of Magnetically Modified Clay Composites. *Chemistry of Materials*, 12(9), 2640–2645.
- Calabi-Floody, M., Rumpel, C., Velásquez, G., Violante, A., Bol, R., Condrón, L. M., & Mora, M. L. (2015). Role of Nanoclays in carbon stabilization in Andisols and Cambisols. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15, 587–604.
- Chakraborty, R., Asthana, A., Singh, A.K., Jain, B., Susan, A.B.H. (2020). Adsorption of heavy metal ions by various low-cost adsorbents: a review. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1–38.
- Chen, Y., Xu, F., Li, H., Li, Y., Liu, Y., Chen, Y., Li, M., Li, L., Jiang, H., & Chen, L. (2021). Simple hydrothermal synthesis of magnetic MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-sludge biochar composites for removal of aqueous Pb<sup>2+</sup>. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 156, 105173.
- Feng, W., Zhang, S., Zhong, Q., Wang, G., Pan, X., Xu, X., Zhou, W., Li, T., Luo, L., Zhang, Y. (2020). Soil washing remediation of heavy metal from contaminated soil with EDTMP and PAA: Properties, optimization, and risk assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 381, 120997.
- Fernández-López, J.A., Angosto, J.M., Roca, M.J., Doval Miñarro, M. (2019). Taguchi design-based enhancement of heavy metals bioremoval by agroindustrial waste biomass from artichoke. *Science of the Total Environment* 653:55–63.
- Googerdchian, F., Moheb, A., Emadi, R., Asgari, M. (2018). Optimization of Pb (II) ions adsorption on nanohydroxyapatite adsorbents by applying Taguchi method. *Journal of Hazardous Materials*, 349:186–194.
- Kahkha, M.R.R., Kaykhahi, M., Kahkha, B.R., Khosravi, H., Tohidlou, E. (2020). Simultaneous Removal of Heavy Metals from Wastewater Using Modified Sodium Montmorillonite Nanoclay. *Analytical Sciences*, 10;36(9):1039-1043.
- Peechattukudy, L., Dhoble, R. (2017). Removal of Nitrate from water by adsorption: a review. *International Journal of Science Engineering and Technology*, 3, 323–325.
- Rizwan, M.S., Imtiaz, M., Zhu, J., Yousaf, B., Hussain, M., Ali, L., Ditta, A., Ihsan, M.Z., Huang, G., Ashraf, M., Hu, H., (2021). Immobilization of Pb and Cu by organic and inorganic amendments in contaminated soil. *Geoderma*, 385, 114803.
- Seifpanahi Shabani, K., Doulati Ardejani, F., Badii, K., and Olya, M. E. (2017). Preparation and Characterization of Novel Nano-Mineral for the Removal of Several Heavy Metals from Aqueous Solution: Batch and Continuous Systems. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3108–S3127
- Taki, K., Choudhary, S., Gupta, S. and Kumar, M. (2020). Enhancement of geotechnical properties of municipal sewage sludge for sustainable utilization as engineering construction material. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119723.
- Zhou, Y., Wang, X., Khan, A., Wang, P., Liu, Y., Alsaedi, A., Hayat, T., & Wang, X. (2016). Environmental remediation and application of nanoscale zero-Valent iron and its composites for the removal of heavy metal ions: A review. *Environmental Science & Technology*, 50(14), 7290–7304.

**Optimization of factors affecting lead adsorption by different adsorbents using the Taguchi method**Niloofar Sadri<sup>a\*</sup>, Majid Baghernejad<sup>a</sup>, Reza Ghasemi-Fasaei<sup>a</sup>, Ali Akbar Moosavi<sup>a</sup><sup>a</sup>Department of Soil Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.**Abstract**

The growth of industries and the subsequent environmental pollution pose significant risks to the health of humans, plants, and animals. The adsorption process is a preferred method for removing water and soil pollution due to its high effectiveness, low cost, simplicity, and versatility. This study focused on four adsorbents synthesized from a mixed soil sample of the Vertisols order located in Fars Province. The objective was to identify the factors that improve lead adsorption. The study examined: 1- The type of adsorbent at four levels (clay, nanoclay, and magnetic nanocomposite at 100 and 200). 2- The adsorbent dose at four levels (0.04 g, 0.06 g, 0.08 g, and 0.1 g). 3- The contact time at four levels (10, 30, 60, and 120 minutes). 4- The pH at four levels (4, 6, 8, and 10). The Taguchi experimental design was used to carry out the analysis. The results from the analysis of variance indicated that the adsorbent dose and type significantly influenced the lead adsorption process. The optimal factors for the adsorbent dose and type were determined to be 0.04 g and the 100 magnetic nanocomposites, respectively. Additionally, the optimal levels for pH and contact time were found to be 6 and 10 minutes, respectively.

**Keywords: Adsorption, Lead, Optimization, Taguchi**

---

\* Corresponding author

E-mail address: niloofar.sadri91@gmail.com.