شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

کاربرد کانی‌های رسی در علوم پزشکی و سلامت

فریبا نعمتی شمس‌آباد[۱*]، محمدحسن صالحی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

رس‌ها به دلیل زیست سازگاری، سمیت کم و توانایی عمل به‌صورت یک حامل دارویی برای اهداف زیست پزشکی و سلامت مناسب هستند. داروهای خوراکی دارای معایبی هستند ولی انتشار کنترل‌شده و پایدار داروها به دلیل برقراری پیوند با رس‌ها و ایجاد یک فرمولاسیون کندرها می‌تواند این مشکلات را کاهش داده و یا برطرف سازد. در این تحقیق، استفاده از رس بنتونیت به‌عنوان کنترل‌کننده رشد سلول‌های سرطانی در محیط in vitro موردبررسی قرارگرفته است. بدین منظور، اثر کانی بنتونیت تولیدی معادن داخلی کشور پس از جداسازی در اندازه نانو بر ردیف سلولی سلول‌های سرطان خون K562 به روش SRB اندازه‌گیری شد. خلوص بیش از ۹۹ درصد رس همراه با ظرفیت تبادل کاتیونی بالای آن در اندازه نانو نشان داد بنتونیت توانایی بالقوه زیادی در کنترل رشد سلول‌های سرطانی را دارا می‌باشد. این نتایج می‌تواند مقبولیت بیشتری برای علم خاکشناسی در سطح جامعه فراهم نماید و پیش‌زمینه‌ای برای انجام و اهمیت بیشتر تحقیقات بین‌رشته‌ای و چند رشته‌ای و حتی ایجاد علم نوین خاک‌پزشکی باشد. مطالعات گسترده‌تری در رابطه با تأثیر این رس در دو اندازه نانو و میکرو و نیز به‌صورت آلی و اصلاح‌شده با نانو ذرات آهن و مقایسه آن با کانی سپیولیت ادامه دارد.

کلمات کلیدی: رس، سلول‌های سرطانی، داروسازی، بنتونیت.

مقدمه

کانی‌های رس به دلیل دسترسی آسان در طبیعت طیف وسیعی از کاربردها در صنایع مختلف را به خود اختصاص داده‌اند. امروزه رس‌ها به‌ویژه برای کاربردهای فعلی و بالقوه‌ی زیست پزشکی، بسیار موردتوجه هستند (Ghadiri و همکاران ۲۰۱۵). با تحقیقی کوتاه در تاریخ و در کتب طب می‌توان دریافت، استفاده از رس‌ها به‌عنوان دارو و برای درمان بیماری، قدمتی بسیار طولانی و یا حتی به‌اندازه سن بشر دارد (Carretero, 2002).

کانی‌های رس کاتیونی، دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ویژه مانند واکنش‌پذیری سطحی بالا (جذب بالا، تبادل کاتیونی، ظرفیت کلوئیدی یا انبساط)، رفتار رئولوژیکی خوب، ظرفیت بالای جذب اسید، انبساط بالا در آب (Ghadiri و همکاران ۲۰۱۵) و بیشترین تنوع واکنش هستند. درنتیجه این ویژگی‌ها آن‌ها را برای کاربردهای پزشکی مناسب می‌گرداند. کانی‌های رسی به‌طور گسترده‌ای در سالن‌های اسپا استفاده می‌شود. آن‌ها با آب (ژئوتراپی)، آب دریا یا آب دریاچه نمکی یا آب‌معدنی (پلوتراپی) و یا با پارافین مخلوط می‌شوند (Carretero, 2002). تعدادی از کاربردهای پزشکی کانی‌های رس شامل کاربرد در روش‌های مختلف تشخیص بیماری‌ها، تولید سیمان (رزین یا مواد پرکننده‌ی دندان و قالب‌های دندان در دندان‌پزشکی)، پیوند زدن استخوان‌ها یا ساختمان اوربیتال‌های کاشته شده، تحریک عضوهای فاقد تحرک، ترمیم شکستگی‌های دندان و ترمیم جراحات ناشی از جراحی جمجمه است (براتی و همکاران، ۱۳۸۹). از نانو ذرات رس برای احیای پزشکی و طراحی بیومتریک نیز استفاده‌شده است (Mousa و همکاران ۲۰۱۸). فرصت‌های جدید برای تحویل دارو از نانو ذرات آلوفان طبیعی بر سلول‌های سرطان ریه انسان بررسی‌شده است. نتایج در از بین بردن سلول‌های سرطانی بسیار اثربخش است (Toyota و همکاران ۲۰۱۷). داروهای گوناگون خوراکی مانند داروهای آنتی‌بیوتیک، ضد سرطان، ضد قارچی، ضدالتهابی و ضدافسردگی دارای معایبی مانند عوارض جانبی، دسترسی کم زیستی، حلالیت کم در آب و طعم ناخوشایند هستند. انتشار کنترل‌شده و پایدار دارو که ازجمله نیازهای دائم برای سیستم‌های مناسب تحویل دارو است می‌تواند این مشکلات را حل کند. کانی‌های رسی به دلیل زیست سازگاری، سمیت کم و خصوصیات ویژه موردنیاز دارویی برای این هدف مناسب هستند (Yang و همکاران ۲۰۱۶). نمونه‌های مهم‌ترین گروه کانی‌های رس در این زمینه گروه کائولین‌ها، اسمکتیت‌ها و رس‌های فیبری هستند (Massaro و همکاران a ۲۰۱۸).

* ایمیل نویسنده مسئول: nemati.fariba@gmail.com

کائولنیت و هالوسیت مهم‌ترین رس‌ها از خانواده کانی‌های ۱:۱ کائولین هستند. واحدهای سلولی کانی کائولنیت ازنظر بار الکتریکی خنثی است و دو واحد از طریق پیوند هیدروژنی به همدیگر متصل هستند اما دولایه هالویسیت به‌وسیله یک‌لایه از مولکول آب جداشده است. برخلاف اکثر کانی‌های سیلیکاتی که صفحه‌ای هستند، هالویسیت لوله‌ای یا کروی است (Dixon و همکاران ۲۰۰۲).

بنتونیت نوعی کانی است که خصوصیات و رفتار آن بسیار مشابه یکی از اعضای خانواده اسمکتیت به نام مونت‌موریلونیت است. کانی‌های گروه اسمکتیت دارای ساختار ۲:۱ با بار لایه‌ای ۰/۶ تا ۰/۲۵ در هر واحد فرمولی هستند و دارای کاتیون‌های تبادلی هیدراته در بین لایه‌های خود هستند. اسمکتیت‌ها به علت داشتن سطح زیاد و ویژگی قابلیت جذب زیاد از کانی‌های مهم خاک هستند. اسمکتیت‌ها در اثر خشک شدن منقبض و با خیس شدن منبسط می‌شوند (Dixon و همکاران ۲۰۰۲). بنتونیت مانند مونت‌موریلونیت خواص بسیار مناسبی دارد که به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود. همانند مونت-موریلونیت به‌شدت ریزدانه است و در آب و محلول‌های آلی به‌خوبی متورم می‌شود و شامل دو ورق سیلوکسان دارای کاتیون‌های تبادلی هیدراته است. ذرات منفرد رس دارای ساختار ورقه‌ای با ابعاد جانبی ۲۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر و ضخامت فقط ۰/۹۶ نانومتراست (Dixon و همکاران ۲۰۰۲).

سپیولیت جزء فیلوسیلیکات‌ها است، اما ساختمانی شبیه نوار از لایه‌های ۲:۱ ایجاد می‌نمایند و مولکول‌های آب می‌توانند در فضای خالی بین نوارها قرار بگیرند. این کانی دارای ساختار رشته‌ای است. به دلیل دارا بودن مواد فیبری، سوسپانسیون این رس تشکیل ژل ضخیمی حتی در غلظت‌های کم می-دهد (Dixon و همکاران ۲۰۰۲).

کائولینیت

کائولنیت در بسیاری از کاربردهای دارویی به‌عنوان مواد افزودنی یا ماده فعال استفاده‌شده است، (Awad و همکاران ۲۰۱۷). در سال‌های اخیر، کائولینیت به‌طور گسترده در آماده‌سازی بسیاری از داروها مورداستفاده قرارگرفته است که به‌عنوان هر دو جنبه کنترل راندمان دوز و واسطه فعال کمک می‌کند. علاوه بر خواص شناخته‌شده، مانند ظرفیت جذب، سطح ویژه، خواص رئولوژیک و تورم مطلوب، نفوذ و غیره، کائولینیت ممکن است باعث ایجاد و تسریع لخته شدن خون شود. به دلیل این ویژگی، آن را به‌عنوان عامل فعال برای لخته شدن در شیوه‌های معمول پزشکی استفاده می‌کنند و از سال ۲۰۱۳، توسط FDA به‌عنوان افزودنی معمول در گاز به دلیل کارایی آن در کنترل خونریزی بدون خطر و آسیب‌های حرارتی (به‌عنوان تجاری QuizClot Combat Gauze) استفاده‌شده است (Massaro و همکارانa ۲۰۱۸). پالیگورسکت و کائولینیت به‌عنوان محافظ‌های دستگاه گوارش مورداستفاده قرار می‌گیرند. اقدامات درمانی آن‌ها بر اساس سطح ویژه و ظرفیت جذب آن‌ها است (Carretero, 2002).

کائولینیت و مشتقات آن، علاوه بر کاربردهای دارویی کلاسیک، اخیراً به‌عنوان یک ماده امیدوارکننده در بسیاری از زمینه‌های نوآوری زیست پزشکی به شمار می‌روند (Awad و همکاران ۲۰۱۷).

هالویسیت

از نانولوله‌های هالویست برای بارگیری و انتشار کنترل‌شده داروها، بازسازی بافت و سیستم‌های تحویل ژن استفاده‌شده است. همچنین، با توجه به ظرفیت جذب بالای مولکولی به‌عنوان حذف‌کننده آلاینده‌ها یا واسطه مولکول‌های فعال بیولوژیکی برای بسته‌بندی مواد غذایی مورد بهره‌برداری قرارگرفته است (Massaro و همکارانb ۲۰۱۸). داروها می‌توانند در میان لایه‌های رس در نانولوله‌های هالوسیتی از طریق واکنش‌های بینابینی یا نیروی مویینگی وارد شوند و به‌این‌ترتیب، هیبریدهای رس- دارو با پلیمرهای بزرگ برای کنترل بهتر ویژگی‌های پایدار پوشش داده می‌شوند (Yang و همکاران ۲۰۱۶). ترکیب هالوسیت - سیکلودکسترین به‌عنوان حامل برای آزادسازی کلوتریموزال برای درمان کاندیدیاز (عفونت حاصله از مخمر جنس candida درجاهای مرطوب پوست) مورداستفاده قرارگرفته است. نتایج نشان داد در طول آزمایش دارو شکل فعال خود را حفظ کرده است؛ بنابراین، هیبرید هالوسیت را می‌توان به‌طور مؤثر به‌عنوان دارو برای درمان کاندیدیازیس به‌صورت خوراکی استفاده کرد (Massaro و همکارانa ۲۰۱۸).

بنتونیت

به‌طورکلی، اسمکتیت‌ها با سطح جذب بالا و خواص ویژه آن‌ها، به‌عنوان محافظ‌های دستگاه گوارش استفاده می‌شوند. خاصیت محافظت شدن هنگام تماس با اسید هیدروکلریک معده (pH 2) ویا روده (pH 6)، سبب این نوع کاربرد می‌شود. در این زمینه، سدیم بیدلایت به‌عنوان یک بافر معده تحت برچسب 'Beidelix' استفاده می‌شود (Carretero, 2002). تحقیقات نشان می‌دهد که بنتونیت‌ها ممکن است محافظت‌کننده‌های سلولی عالی

باشند و می‌توانند عوارض جانبی برخی از داروها مانند داروهای مورداستفاده در درمان سرطان را کاهش دهند. ذرات بنتونیت در بدن انسان یا حیوانات در افزایش رشد (به‌عنوان جاذب‌های سم)، بهبود سلامت (کاهش اثرات مضر داروها) و ارتقاء سلامتی (اصول فعال در مواد آرایشی و دارویی) مؤثر هستند. (Nones و همکاران ۲۰۱۵).

وجود رس مونتموریلونیت دردانه‌های کپسول کلروپرومازین- مونتموریلونیت موجب کاهش میزان انتشار و آزادی مداوم دارو برای یک دوره طولانی شد. (Djebbi و همکاران ۲۰۱۸). همچنین ایزوترم جذب اسید سینامیک در معده و مایعات روده با استفاده از مونت‌موریلونیت اصلاح‌شده، نشان‌دهنده انتشار طولانی‌مدت دارو از رس اصلاح‌شده بود که اصلاح سیستم دارویی و تولید یک داروی مناسب را نشان می‌دهد (Calabrese و همکاران ۲۰۱۷). متابولیسم متفورمین نسبت به رس در ایزوترم جذب از محلول‌های آبی، نشان می‌دهد. متفورمین به‌کاررفته در فضای بین لایه‌ای به‌عنوان یک‌لایه مولکول‌های مونو پروتون شده است و این سیستم با توجه به بهینه‌سازی بیشتر برای برنامه‌های تحویل دارو، امیدوارکننده بود (Rebitski و همکاران ۲۰۱۸). در بررسی رشد سلول‌ها در تعامل با بنتونیت در بعضی از غلظت‌ها، بنتونیت ممکن است اثرات نامطلوب مانند مرگ سلولی آپوپتوتیک، استرس اکسیداتیو و آسیب غشای سلولی ایجاد کند. از سوی دیگر، همان غلظت‌ها همچنین می‌توانند به افزایش حیات و زنده ماندن سایر انواع سلول‌ها کمک کنند (Nones و همکاران ۲۰۱۵). Cervini-Silva و همکاران (۲۰۱۷) رشد سلول سرطانی تحت اثر سپیولیت را نیز بررسی و نتایج را با اثر کانی بنتونیت مقایسه کردند (Cervini-Silva و همکاران ۲۰۱۷). مقایسه مستقیم بین داده‌های ارائه‌شده در تحقیقات این محققین به‌وضوح نشان داد که اثرات خلل و فرج بر تکثیر سلولی بستگی به نوع رس دارد. نتایج آن‌ها نشان داد در بعضی از انواع سرطان مانند سرطان عصب مرکزی بنتونیت‌ها تأثیر بیشتری نسبت به سپیولیت دارد و ترکیب اولیه کانی و تخلخل می‌تواند در مهار یا افزایش رشد انواع مختلف سلول سرطانی اثر داشته باشد (Cervini-Silva و همکاران ۲۰۱۷).

سپیولیت

برخی از تحقیقات در مورد امکان استفاده از سپیولیت، به‌عنوان عامل فعال یا امولسیون، در فرمولاسیون داروها وجود دارد (Carretero, 2002). نتایج استفاده از رس‌ها در اصلاح عوارض جانبی داروی Prazquantel نشان‌دهنده بارگذاری مؤثر داروها در بین لایه‌های مونت‌موریلونیت ولوله‌های سپیولیت بود. همچنین افزایش قابل‌توجهی از میزان انحلال و مقدار Prazquantel محلول، به‌طور بالقوه بهبود قابلیت زیستی این دارو را نشان می‌دهد (Sánchez و همکاران ۲۰۱۸). نقش کانی‌های رسی سپیولیت در رفتار تکثیر سلول‌های سرطانی انسان نیز گزارش‌شده است. همچنین در کنترل تکثیر سلول‌های U251 (سیستم عصبی مرکزی، گلوبوبلاستوم) و SKLU-1 (سلول‌های آدنوکارسینوم ریه) اثربخش بود (Cervini-Silva و همکاران ۲۰۱۷).

هدف از این تحقیق بررسی اثر رس بنتونیت بر کنترل رشد سلول‌های سرطان خون به‌صورت in vitro است. این مطالعه زمینه‌ی جدیدی برای انجام و نشان دادن اهمیت بیشتر تحقیقات بین‌رشته‌ای و چند رشته‌ای و حتی ایجاد علم نوین خاک‌پزشکی می‌باشد. هدف علم خاک‌پزشکی، ارتقای سلامت جامعه از طریق درک، تبیین و توصیف ارتباط بین مواد و فرآیندهای خاکی با فاکتورهای بیماری‌زا است. این نتایج می‌تواند مقبولیت بیشتری برای علم خاکشناسی را فراهم آورد و جنبه دیگری از اهمیت این علم در سطح جامعه علمی و یا حتی جامعه عام را معرفی نماید.

مواد و روش‌ها

بنتونیت مورداستفاده در این تحقیق بنتونیت تولیدی معادن استان مرکزی است. تجزیه درصد عنصری نمونه با استفاده از دستگاه EDX مدل CAMSCAN MV-2300 انجام گرفت. این رس در اندازه نانو مورداستفاده قرار گرفت و جداسازی رس در اندازه‌ی ذکرشده به روش سانتریفوژ انجام شد (Kittrick and Hope, 1963) و نانو ذرات ۱۰۰ نانومتر و کوچک‌تر از آن جدا گردید. برای اطمینان از صحت تفکیک ذرات نانو بنتونیت، از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) مدلGPK NANO WIZARD-2 و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل KYKY-EM3200 استفاده گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) نانو بنتونیت با استفاده از روش استات سدیم در پ‌هاش۸/۲ محاسبه شد (Rhoades, 1982). به‌منظور بررسی اثر رس‌ها بر سلول‌های سرطان خون، ردیف سلول‌های سرطانی K562 (سرطان سلول‌های میلولوییدی خون انسان) از بانک سلولی انستیتو پاستور ایران تهیه و در محیط کشت RPMI 1640 (گیبکو، انگلستان) در حضور ۱۰ درصد FBS یا سرم جنین گاوی (گیبکو، انگلستان) پنی‌سیلین و استرپتومایسین در انکوباتور با ۵ درصد CO_2 و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد کشت داده شد. بررسی اولیه تأثیر رس بر سلول‌های سرطانی پس از کشت

ردیف‌های سلولی سرطان خون و تکمیل دوره رشد با اعمال رس بنتونیت به روشsulforhodamineB (SRB) انجام شد (Cervini-Silva و همکاران ۲۰۱۷). این روش برای محاسبه چگالی سلول، بر اساس اندازه‌گیری محتوای پروتئین سلولی بوده و یک روش رنگ سنجی است. در این روش، رنگ سنجی بر اساس توانایی رنگ SRB برای اتصال بقایای اسیدآمینه اساسی بر روی پروتئین‌ها است.

نتایج

نتایج تجزیه عنصری بیانگر خلوص بالای ۹۹ درصد رس مورداستفاده می‌باشد. خلوص هرچه بیشتر رس می‌تواند کمک بسیار زیادی در کنترل رشد سلول‌های سرطانی داشته باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی رس بنتونیت در اندازه نانو، ۱۰۳ سانتی مول بار بر کیلوگرم به‌دست آمد. خلوص بالا همراه با ظرفیت تبادل کاتیونی قابل‌توجه این رس، پتانسیل بسیار خوب این کانی را برای اهداف موردمطالعه نشان داد. نتایج اولیه همچنین بیانگر تأثیر ویژه نانو ذرات رس بنتونیت بر کنترل رشد سلول‌های سرطانی است زیرا رس بنتونیت دارای ساختار صفحه‌ای و خاصیت انبساط پذیری بالا و ظرفیت تبادل کاتیونی نسبتاً بالا می‌باشد. این ویژگی‌ها به عملکرد هرچه بهتر این رس‌ها در مهار رشد سلول‌های سرطانی کمک می‌کند. اگرچه بسته به نوع سلول موردمطالعه نتیجه‌گیری می‌تواند کاملاً متفاوت باشد زیرا اثرات متفاوت بنتونیت بسیار به نوع سلولی که با آن تماس دارد وابسته است. تعاملات بین سطوح سلولی و بنتونیت بسیار اختصاصی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد ویژگی‌های ساختاری رس‌ها ممکن است پیوندهای بیومولکول‌ها را به سمت مهار یا افزایش رشد سلولی ببرد. ساختار ویژه رس به‌عنوان محل اتصال برای مولکول‌های بیولوژیک فعال در تکثیر گلیوما (به‌عنوان‌مثال، EGFR) که منجر به ایجاد اختلال در چرخه رشد سلول می‌شود، بسیار دارای اهمیت است. نتایج این تحقیق با نتایج Cervini-Silva و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر بنتونیت در رشد سلول‌ها مطابقت دارد (Cervini-Silva و همکاران ۲۰۱۶).

بررسی‌های بیشتر در رابطه با تأثیر این رس در دو اندازه میکرو و نانو و نیز به‌صورت آلی و اصلاح‌شده با نانو ذرات آهن و مقایسه آن با رس فیبری سپیولیت توسط محققین مقاله ادامه دارد. همچنین اثرات این رس‌ها در تعامل با داروهای ضد سرطان نیز در آینده نزدیک بررسی و نتایج آن ارائه خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهند بنتونیت‌ها به دلیل انباشت محلول‌ها پس از تکثیر سلولی دچار انبساط، هیدراتاسیون و تبدیل می‌شوند. این ویژگی‌ها به عملکرد هرچه بهتر این رس‌ها در مهار رشد سلول‌های سرطانی کمک می‌کند. با توجه به نتایج اولیه این تحقیق، استفاده از رس بنتونیت به‌احتمال‌زیاد می‌تواند تأثیر مثبتی بر کنترل رشد سلول‌های سرطانی داشته باشد. اگرچه بسته به نوع سلول موردمطالعه نتیجه‌گیری می‌تواند کاملاً متفاوت باشد زیرا اثرات متفاوت بنتونیت بسیار به نوع سلولی که با آن تماس دارد وابسته است. به‌عنوان رویکرد جدیدی در پزشکی و سلامت کارآمد و موردتوجه می‌باشد. مطالعات گسترده‌تری در رابطه با تأثیر این رس در دو اندازه میکرو و نانو و نیز به‌صورت آلی و اصلاح‌شده با نانو ذرات آهن و مقایسه آن با رس فیبری سپیولیت توسط محققین این مقاله ادامه دارد. همچنین اثرات این رس‌ها در تعامل با داروهای ضد سرطان نیز در حال انجام است. نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند مقبولیت بیشتری برای علم خاکشناسی در سطح جامعه فراهم نماید و پیش‌زمینه‌ای برای اهمیت تحقیقات بیشتر بین‌رشته‌ای و چند رشته‌ای و حتی ایجاد علم نوینی بنام خاک پزشکی باشد.

منابع

براتی، م.، مستقیمی، م.، قلی‌پور، م. و سبزه‌ای، خ. ۱۳۸۹. معرفی رس و کانی‌های غیر رسی در صنعت داروسازی و استفاده از تولیدات ذخیره گنبدان در این صنعت. نخستین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد. ایران.

Awad, M.E., López-Galindo, A., Setti, M., El-Rahmany, M.M. and Iborra, C.V. 2017. Kaolinite in Pharmaceutics and Biomedicine. International Journal of Pharmaceutics, 533, 34–48.

Borrego-Sánchez, A., Carazo, E., Aguzzi, C., Viseras, C. and Sainz-Díaz, 2018. C.I. Biopharmaceutical Improvement of Praziquantel by Interaction with Montmorillonite and Sepiolite. Applied Clay Science., 160, 173–179.

Calabrese, I., Gelardi, G., Merli, M., Liveri, M.L.T. and Sciascia, L. 2017. Clay-Biosurfactant Materials as Functional Drug Delivery Systems: Slowing Down Effect in the in Vitro Release of Cinnamic Acid. Applied Clay Science, 135, 567–574.

Carretero, M.I. 2002. Clay Minerals and Their Beneficial Effects Upon Human Health: A Review. Applied Clay Science, 21, 155–163.

Cervini-Silva, J., Ramírez-Apan, M.T., Kaufhold, S., Ufer, K., Palacios, E. and Montoya, A. 2016. Role of bentonite clays on cell growth. Chemosphere 149, 57-61.

Cervini-Silva, J., Ramírez-Apan, M.T., Kaufhold, S., Palacios, E., Gomez-Vidales, V., Ufer, K., del Angel, P. and Montoya, A. 2017. Cell growth underpinned by sepiolite. Applied Clay Science 137, 77–82.

Dixon, J., Amonette, J., Bleam, W. and Schulze, D. 2002. Soil mineralogy with environment application. Soil Science Society of America.

Djebbi, M.A., Boubakri, S., Bouaziz, Z., Elayachi, M.S., Namour, P., Jaffrezic-Renault, N. and Ben Haj Amara, A. 2018. Extended-Release of Chlorpromazine Intercalated into Montmorillonite Clays. Microporous Mesoporous Mater, 267, 43–52.

Ghadiri, M., Chrzanowski, W. and Rohanizadeh, R. 2015. Biomedical Applications of Cationic Clay Minerals. Royal Society of Chemistry, 1-3, 1-19.

Kittrick, J.A., and Hope, E.W. 1963. "A procedure for particle size separations of soils for x-ray diffraction analysis". Soil science, 96(5), 319-325.

Massaro, M., Campofelice, A., Colletti, C.G., Lazzara, G., Noto, R. and Riela, S. 2018. The Use of Some Clay Minerals as Natural Resources for Drug Carrier Applications. Journal of Functional Biomaterials, 9, 58, 1–22.

Massaro, M., Cavallaro, G., Colletti, C.G., Lazzara, G., Milioto, S., Noto, R. and Riela, S. 2018. Chemical Modification of Halloysite Nanotubes for Controlled Loading and Release. Journal of Materials Chemistry B, 6, 3415–3433.

Mousa, M., Evans, N.D., Oreff, R.O.C. and Dawson, I.J. 2018. Clay nanoparticles for regenerative medicine and biomaterial design:A review of clay bioactivity. Biomaterials, 159, 204-214.

Nones, J., Gracher Riella, H., Trentin, A.G. and Nones, J. 2015. Effects of bentonite on different cell types: A brief review. Applied Clay Science 105-106, 225–230.

Rebitski, E.P., Aranda, P., Darder, M., Carraro, R. and Ruiz-Hitzky, E. 2018. Intercalation of Metformin into Montmorillonite. Dalton Transation, 47, 3185–3192.

Rhoades, J.D. 1982. Cation-exchange capacity. pp. 149-157. In A. L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Toyota, Y., Okamoto, M. and Arakawa, S. 2017. New Opportunities for Drug Delivery Carrier of Natural Allophane Nanoparticles on Human Lung Cancer A549 Cells. Applied Clay Science, 143, 422–429.

Yang, J.H., Lee, J.H., Ryu, H.J., Elzatahry, A.A., Alothman, Z.A. and Choy, J.H. 2016. Drug–Clay Nanohybrids as Sustained Delivery Systems. Applied Clay Science, 130, 20–32.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Application of clay minerals in medical and health sciences

Nemati Shamsabad [1*], F., Salehi [2], M.H.

[1] PhD student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran

[2] Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran

Abstract

Clays are suitable due to their biocompatibility, low toxicity and ability to act as a carrier for biomedical and health goals. Oral medicines have disadvantages but the controlled release of drugs due to bonding with clays and creating a bubble formulation can reduce or eliminate these problems. In this research, the use of bentonite clay as a control agent for the growth of cancer cells in the in vitro environment was investigated. For this purpose, the effect of bentonite produced by domestic mines on the cell line of K562 leukemia cells was studied by the SRB method. High purity of this clay (>99%) as well as high amount of its CEC after isolation in nanoscale indicate that bentonite has high potential to control the growth of cancer cells. These results might provide a great acceptance for soil science in the society, and also open a new way for interdisciplinary and multidisciplinary researches with emerging a new science named pedomedicine. More studies are ongoing regarding the effect of this clay on the size of nanoscale and microscale, both organic and modified with iron nanoparticles, and its comparison with sepiolite mineral.

Keywords: Clay, cancer cells, pharmacy, Bentonite

[*] Corresponding author, Email: nemati.fariba@gmail.com