

## کانی‌شناسی زیستی و ریخت‌شناسی سنگ‌های ادراری در اقلیم‌های

### مختلف استان خوزستان: با نگرش زمین‌شناسی پزشکی

علیرضا زراسوندی<sup>۱</sup>، مجید میدری<sup>۲\*</sup>، اسماعیل موسی‌پور<sup>۳</sup> و سروش مدبری<sup>۴</sup>

(۱) دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

(۲) کارشناس پژوهشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، heidari.majid006@gmail.com

(۳) استادیار، گروه اروولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

(۴) استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران

(\* عهده‌دار مکاتبات)

دریافت: ۹۱/۴/۲۳؛ دریافت اصلاح شده: ۹۲/۱/۳۱؛ پذیرش: ۹۲/۲/۲؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۲/۵/۳۱

#### چکیده

استان خوزستان به عنوان بخشی از کمربند سنگ کلبه‌ی آسیا-آفریقا و به دلیل قرارگیری در اقلیم‌های گرم و خشک، نیازمند مطالعات گسترده در زمینه بررسی کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری است. در همین راستا، مطالعات کانی‌شناسی با استفاده از روش‌های پراش پرتو ایکس و میکروسکوپ الکترونی روبشی، نشان دادند که سنگ‌های ادراری در استان خوزستان از منظر کانی‌شناسی در شش گروه کلسیم‌اکسالات، کلسیم‌اکسالات/فسفات، اوراته، اوراته/کلسیم‌اکسالات و اوراته/کلسیم‌اکسالات/فسفات قرار می‌گیرند. همچنین بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری تأیید می‌کند که از اقلیم‌های نیمه مرطوب مدیترانه‌ای (شمال شرق استان) به طرف اقلیم‌های فراخشک گرم (جنوب و جنوب غرب)، از فراوانی سنگ‌های کلسیم‌اکسالات کاسته و بر میزان انواع اوراته افزوده می‌شود. حضور کانی‌های نیاهايت و هیدروکسیل آپاتیت نیز که معمولاً به ندرت در سایر مطالعات گزارش شده‌اند، از پدیده‌های مهم کانی‌شناسی در سنگ‌های ادراری استان خوزستان است. با توجه به رابطه منفی نسبت منیزیم به کلسیم با تشکیل سنگ‌های ادراری، می‌توان از افزودن منیزیم در تصفیه خانه‌های شهری یا عبور منابع آب سطحی از لیتولوژی‌های با منیزیم بالا (نظیر مناطق دولومیتی) به جهت افزایش انحلال کلسیم و جلوگیری از هسته‌سازی استفاده کرد. همچنین سنگ‌های اوراته، تنها نوع سنگ‌های ادراری است که توسط درمان‌های پزشکی انحلال می‌یابند؛ زیرا درمان دارویی در مناطق جنوب و جنوب‌غربی خوزستان (بالاترین فراوانی سنگ‌های اوراته در استان) مؤثر می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پراش پرتو ایکس، کلسیم‌اکسالات، میکروسکوپ الکترونی روبشی.

#### ۱- مقدمه

(2008). این سنگ‌ها، توده‌های سخت شده‌ای از مواد آلی و غیرآلی هستند که از تجمع ترکیباتی نظیر کلسیم، فسفات آمونیوم، منیزیم و اسید اوریک در ادرار، تشکیل می‌شوند (Mohamed Ali & Nambi Raj 2008). سنگ‌های ادراری بر حسب محل شکل‌گیری در سامانه‌ی

بیماری سنگ‌های ادراری سومین عارضه‌ی رایج در بین بیماری‌های سامانه‌ی ادراری می‌باشد (Chandrajith et al. 2006) که به طور میانگین حدود ۲۰ درصد جمعیت جهانی را مبتلا ساخته است (Singh

علاوه بر این، نتایج بدست آمده از این پژوهش‌ها نشان دهنده‌ی این واقعیت است که آمار مبتلایان به سنگ‌های اداری در مناطق خاصی از جهان مانند خاورمیانه نسبت به سایر نواحی، بسیار بیشتر است که امروزه از این مناطق به عنوان کمربند جهانی سنگ کلیه‌ی آفریقا-آسیا، یاد می‌کنند (Abboud 2008b).

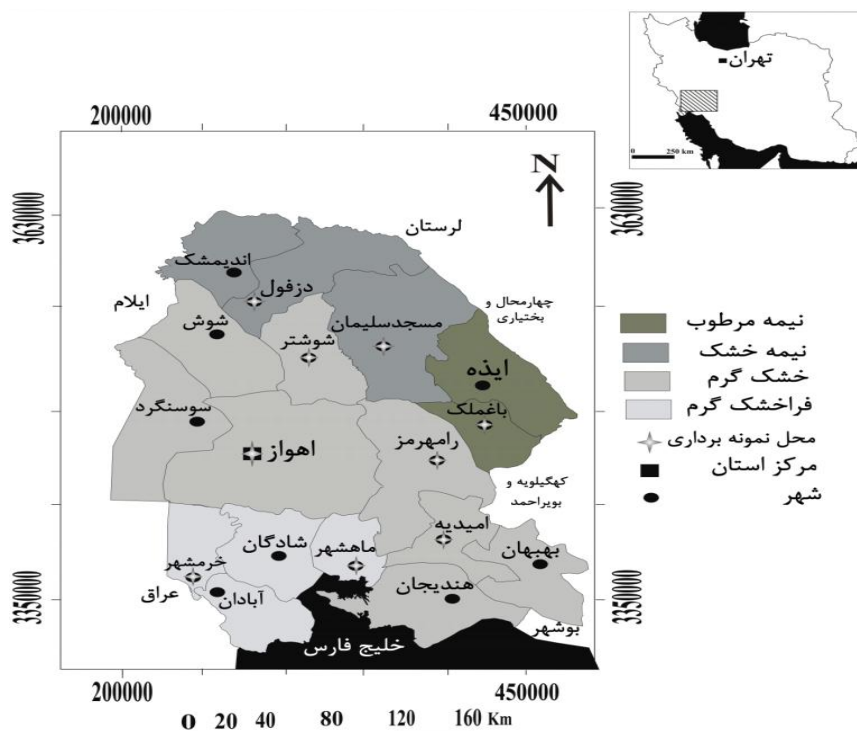
در این میان، استان خوزستان نیز به عنوان بخشی از کمربند جهانی سنگ کلیه‌ی آفریقا-آسیا و همچنین به سبب قرارگیری در اقلیم‌های گرم و خشک (رئیس‌پور ۱۳۸۷)، نیازمند شروع و بسط مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌ی بررسی پراکنش و ترکیب کانی‌شناختی سنگ‌های اداری می‌باشد. افزون بر این، مقایسه‌ی داده‌های حاصل از مطالعه‌ی کنونی با سایر مناطق دنیا می‌تواند، کمک شایانی در جهت شناسایی کانی‌های بومی استان خوزستان، تلقی گردد.

#### ۲- منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با وسعتی معادل ۶۳۶۳۳/۶ کیلومتر مربع بین ۴۷ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه‌ی طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی از خط استوا در جنوب غربی کشور ایران واقع گردیده است (رئیس‌پور ۱۳۸۷).

قرارگیری استان خوزستان در دو بخش جلگه‌ای و کوهستانی موجب شده که شرایط اقلیمی متفاوتی در بخش‌های مختلف استان حکمفرما باشد (تصویر ۱).

اداری به انواع کلیوی، مثانه‌ای و حالب (مجاری اداری) تقسیم می‌شوند (Durgawale et al. 2010, Singh et al. 2009). بر اساس ترکیب و مشخصه‌های کانی‌شناختی نیز سنگ‌های اداری در انواع کلسیم اکسالات (Calcium oxalate)، اسید اوریک (Uric acid)، استروویت (عفونی) (Struvite)، سیستین (Cystine)، زانتین (xanthine) و اوراته‌ی آمونیومی (ammonium urate) قرار می‌گیرند (Chandrajith et al. 2006, Hesse et al. 2009). سنگ‌های کلسیم اکسالات، بیشترین فراوانی (۷۰-۸۰) درصد را دارا می‌باشند (Frackowiaka et al. 2010, Singh et al. 2009). افزایش تعداد مبتلایان به سنگ‌های اداری در بسیاری از کشورهای جهان (Komleh et al. 1990, Mohamed Farook et al. 2006) به ویژه در جوامع پیشرفته و صنعتی (Basiri et al. 2010, Fazil Marickar & Vijay 2009) سبب شده که کانی‌شناسی، ترکیب و شرایط تشکیل سنگ‌های اداری در سال‌های اخیر به طور جدی مورد توجه قرار گیرد (Ancharov et al. 2005). این مطالعات تأیید می‌کنند که عوامل گوناگونی نظیر وضعیت زمین‌شناسی (Kohri et al. 1989)، میزان سختی آب (Schwartz et al. 2002, Bellizzi et al. 1999) و به طبع آن املاح محلول در آب مانند منیزیم، بی‌کربنات و کلسیم (Siener et al. 2004, Mairiang et al. 2002)، شرایط اقلیمی (Al-Eisa et al. 2002)، جنسیت، سن، رژیم غذایی (Basiri et al. 2005, Atan et al. 2010) و نژاد (Akoudad et al. 2010)، نقش به‌سزایی در تعیین ترکیب کانی‌شناختی سنگ‌های اداری ایفا می‌کنند.



تصویر ۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه به تفکیک اقلیم‌های جغرافیایی و پراکنندگی نمونه‌های جمع‌آوری شده

بر این اساس، استان خوزستان را از نظر شرایط اقلیمی می‌توان در چهار محدوده‌ی اقلیم نیمه‌مرطوب مدیترانه‌ای (شامل شهرستان‌های ایذه و باغملک)، اقلیم نیمه‌خشک گرم (مسجدسلیمان، اندیمشک و دزفول)، اقلیم خشک گرم (بخش‌های وسیعی از استان در نواحی غربی و جنوبی شامل اهواز، شوش، شوشتر، سوسنگرد، شادگان، هندیجان، بهبهان و رامهرمز) و اقلیم فراهشک گرم (در بخش‌ها و نواحی غربی و جنوب‌غربی استان نظیر شهرهای آبادان، خرمشهر و ماهشهر) قرار داد (رئیس‌پور ۱۳۸۷).

از منظر زمین‌شناختی نیز منطقه مورد مطالعه بخشی از کمربند کوهزایی زاگرس می‌باشد که محصول نهایی وقایع ژئوتکتیکی ناشی از برخورد صفحات ایران و عربستان است. کمربند کوهزایی زاگرس شامل سه ناحیه تکتونیکی موازی با امتداد شمال‌شرقی-جنوب‌غربی است: ۱- زون پلوتونیک-ولکانیک (کمربند ارومیه-دختر)؛ ۲- زون دگرگونی سندج-سیرجان؛ ۳- کمربند چین‌خورده زاگرس (زراسوندی ۱۳۸۸).

### ۳-۲- آزمایشات

در ادامه، بعد از آماده‌سازی و وزن‌سنجی نمونه‌ها، تعیین کانی‌شناسی سنگ‌ها با استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس (X-ray diffraction) (فیلیپس مدل ۳۰۴۰) در آزمایشگاه شرکت کانساران بینالود مستقر در پارک علم و فناوری پردیس (تهران) انجام پذیرفت. برخی از نمونه‌های جمع‌آوری شده نیز (باتوجه به وزن و اندازه) به وسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning Electron Microscope) (لئو مدل 1455 VP) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران اهواز در استان خوزستان، مورد تصویر برداری قرار گرفتند.

با توجه به اینکه آهک‌های شیمیایی-بیوشیمیایی و سازندهای ماسه-سنگی-کنگلومرایی با محدوده سنی کرتاسه تا کواترنر، عمده‌ترین ساختارهای سنگی موجود در استان را شامل می‌شوند، لذا استان خوزستان را به لحاظ چینه‌شناسی سطحی می‌توان به دو محدوده تقسیم نمود (زراسوندی ۱۳۸۸):

این آزمایش به منظور ریخت‌شناسی سنگ‌ها، شناسایی شکل بلورها و نوع کانی‌های سنگ‌های ادراری انجام پذیرفت (Abboud 2008b). به علاوه، مطالعه‌ی میکروسکوپی مقاطع نازک در پژوهش‌های زمین‌شناسی به منظور بررسی چگونگی شکل‌گیری سنگ‌ها، از اهمیت وافر برخوردار است.

۱- مناطق شمال، شمال‌شرق و شمال‌غرب (آهکی، کنگلومرا و به میزان کمتر مارن، ماسه سنگ و شیل)؛

در مطالعات انجام شده در رابطه با سنگ‌های ادراری نیز برخی از محققین نظیر (Abboud 2008b)، بررسی مقاطع تهیه شده از این سنگ‌ها را در دستور کار قرار داده‌اند. به همین منظور در پژوهش کنونی نیز مقاطع تهیه شده از ۴ نمونه سنگ ادراری مورد مطالعه قرار گرفتند.

۲- مناطق جنوب‌شرق، جنوب و غرب (غالباً آبرفتهای کواترنر با منشأ تبخیری، سازندهای تبخیری آهکی-نمکی، ماسه سنگ و کنگلومرا).

### ۳- مواد و روش کار

#### ۳-۱- جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌ها

نتایج کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری گردآوری شده از مناطق مختلف استان خوزستان که با استفاده از روش پراش پرتو ایکس (XRD) تعیین شد، در جدول ۱ آورده شده است. داده‌های حاصل نشان می‌دهند که کانی‌های زیستی وولیت (Whewellite)، اسید اوریک و استروویت (عفونی)، مهم‌ترین فازهای کانیایی موجود در سنگ‌های ادراری استان خوزستان را شامل می‌شوند. کانی‌های زیستی نظیر هیدروکسیل آپاتیت (Hydroxylapatite)، ودلیت (Weddellite) و نیاहित (Niahite) نیز فازهای کانیایی فرعی را تشکیل می‌دهند.

به منظور انجام مطالعه‌ی حاضر، از ۴۰ سنگ ادراری گردآوری شده، تعداد ۱۰ نمونه از انواع مختلف سنگ‌های ادراری شامل سنگ کلیه، سنگ مثانه و سنگ حالب، از بیماران با محدوده‌ی سنی بین ۲۳ تا ۶۳ سال و از تاریخ ۱۳۸۹/۳/۱ تا ۱۳۸۹/۵/۱ انتخاب شد. در هنگام نمونه‌برداری جنسیت بیماران نیز مد نظر قرار گرفت و نمونه‌ها از ۶ بیمار مرد (نمونه‌های اهواز، مسجدسلیمان، شوشتر، خرمشهر و امیدیه) و ۴ بیمار زن (نمونه‌های باغملک، دزفول، ماهشهر و رامهرمز) که در بیمارستان‌های گلستان و آریا تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند، گردآوری شد. بیمارستان‌های آریا و گلستان واقع در شهر اهواز به دلیل امتیازاتی نظیر وجود مجموعه‌ای کامل از سنگ‌های ادراری و دسترسی

در همین راستا، تصاویر تهیه شده از نمونه سنگ‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، نتایج حاصل از آزمایشات پراش پرتو ایکس را تأیید می‌نمایند. افزون بر این، تصاویر SEM، در تعیین ریخت‌شناسی و همچنین مطالعه‌ی سایش سطح کانی‌های اولیه و ته‌نشینی کانی‌های ثانویه نیز تا حد بسیاری کارگشا می‌باشد (Hesse et al. 2009). در همین رابطه، تصاویر SEM به وضوح تشکیل بلورهای مونوکلینیک اسیداوریک را نشان می‌دهند. با توجه به این که بلورهای اسیداوریک به طور معمول به اشکال منشوری تشکیل می‌شوند، در پژوهش حاضر نیز اشکال منشوری این بلورها کاملاً قابل تأیید می‌باشد (تصویر ۲). کانی‌های کلسیم‌اکسالات نظیر ولیت نیز که به وسیله‌ی سیستم مونوکلینیک و ریخت‌شناسی صفحه‌ای قابل تشخیص هستند (Hesse et al. 2009)، در تصاویر SEM، به خوبی دیده می‌شوند (تصویر ۲). نکته‌ی دیگر اینکه فشردگی بلورهای کلسیم‌اکسالات سبب شده است که به طور معمول کانی‌های ثانویه قادر نباشند در فضای بین کانی‌های اولیه تشکیل شوند و به همین دلیل در بیشتر سنگ‌های ادراری، محدوده‌ی کانی‌های متعلق به گروه کلسیم‌اکسالات با سایر کانی‌های ادراری به خوبی قابل تفکیک است. تصاویر تهیه شده به وسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی روبشی علاوه بر کانی‌های اوارته و کلسیم‌اکسالات، تجمعات بلورهای فسفات مانند استروویت را نیز نشان می‌دهند. در این تصاویر اجتماع کانی‌های استروویتی به صورت تجمعی از مواد زمینه‌ای نشان داده شده است. وجود ریخت‌شناسی نامنظم نیز از دیگر ویژگی‌های ترکیبات فسفات است. در تصاویر با

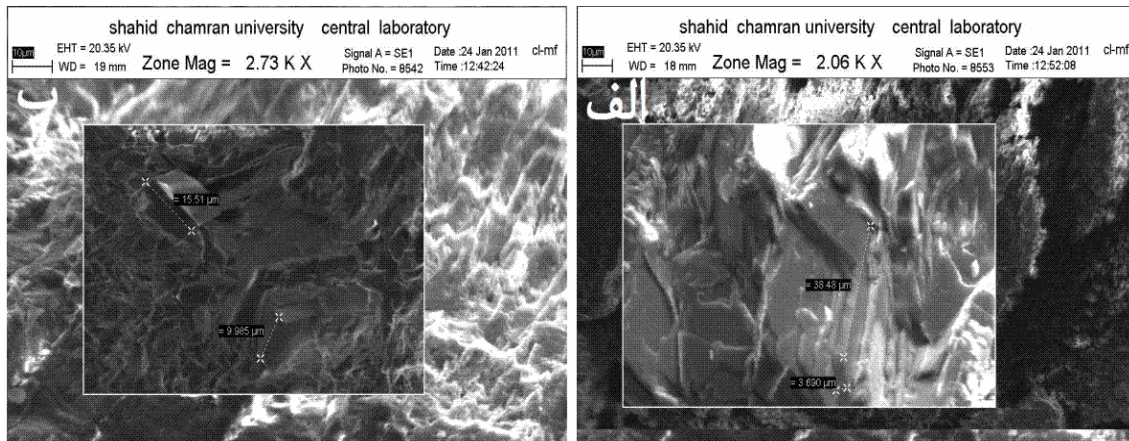
بزرگنمایی بالاتر نیز به خوبی می‌توان اشکال نیمه‌کروی را که ویژه‌ی کانی‌های فسفات هستند، مشاهده نمود (تصویر ۳). پس از مطالعات ریخت‌شناسی و در اولین گام، ترکیب کانی‌شناسی و خصوصیات نوری برخی از سنگ‌های ادراری گردآوری شده به وسیله‌ی میکروسکوپ پلاریزان تعیین شد. در این راستا، نتایج بدست آمده از مطالعات میکروسکوپ پلاریزان نشان می‌دهد که تنها دو گروه کانیایی کلسیم‌اکسالات و فسفات در مقاطع نازک تهیه شده از نمونه‌های جمع‌آوری شده از شهرهای مختلف استان خوزستان قابل تشخیص می‌باشند.

بافت لایه‌ای شعاعی همراه با تناوبی از کانی‌هایی با رنگ زرد و قهوه‌ای روشن تا بی‌رنگ از ویژگی‌های شاخص کانی‌های کلسیم-اکسالات به ویژه کانی ولیت است. وجود هسته‌ی بی‌شکل در مرکز لایه‌های متحدالمرکز نیز از دیگر خصیصه‌های گروه کلسیم‌اکسالات به شمار می‌رود (تصویر ۴).

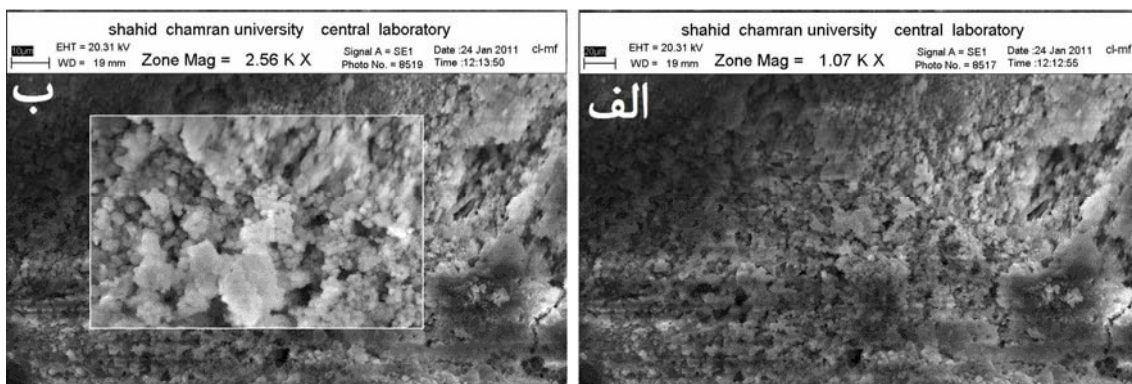
ترکیبات فسفات نیز با ویژگی‌هایی از قبیل بلورهای نیمه‌کروی، دانه-ریز و اغلب نامنظم، در زیر میکروسکوپ قابل شناسایی هستند. رنگ کانی‌های فسفات که در مطالعه‌ی حاضر شامل استروویت و نیاهیت هستند در محدوده‌ی خاکستری روشن تا بی‌رنگ قرار می‌گیرند. در نمونه‌های مورد مطالعه، هسته‌ی منظم و تبلور یافته در سنگ‌های فسفات قابل مشاهده نیست. در مقاطع مطالعه شده در مطالعه‌ی حاضر نیز کلسیت مهم‌ترین جزء سازنده‌ی هسته به ویژه در سنگ‌های ادراری نوع کلسیم‌اکسالات را تشکیل می‌دهد.

جدول ۱- نتایج مطالعات کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری با استفاده از روش پراش پرتو ایکس در استان خوزستان

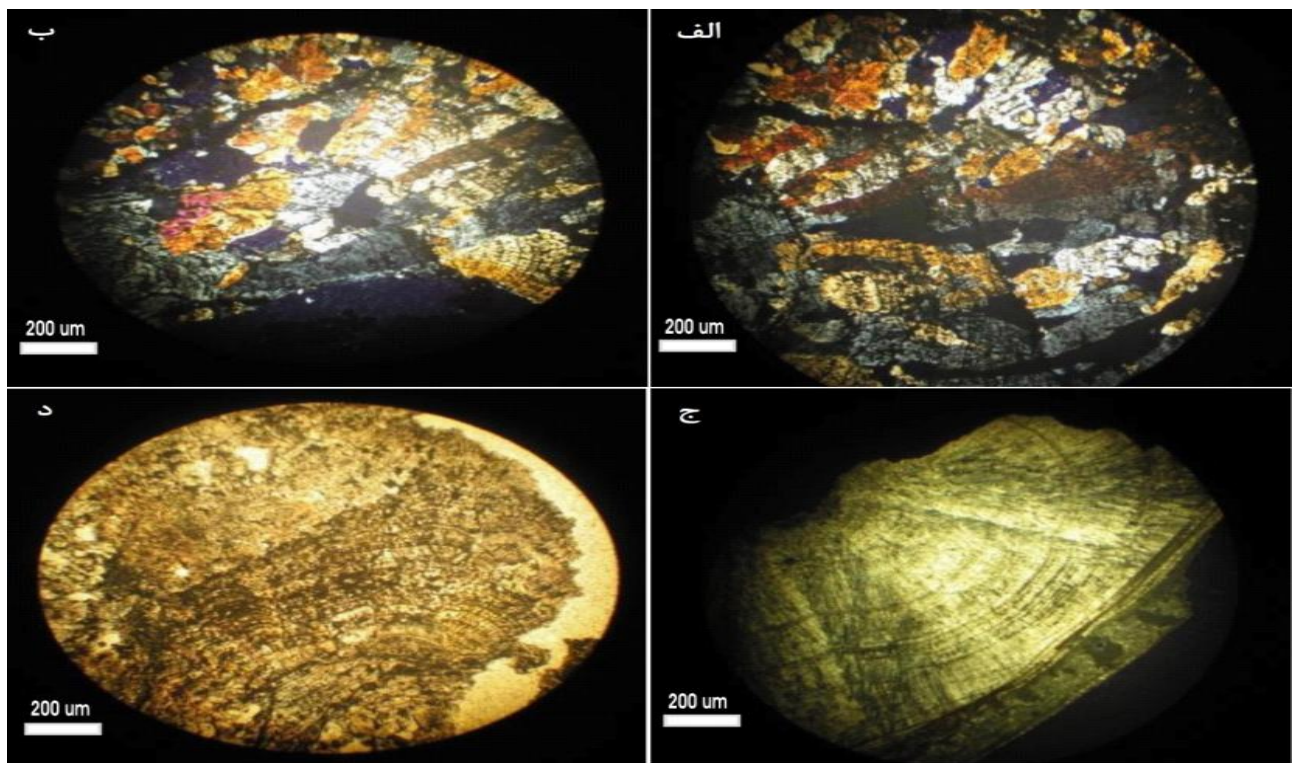
نوع سنگ	جنسیت	محل سکونت بیمار	سن	فازهای کانیایی اصلی	فازهای کانیایی فرعی
حالب	مرد	اهواز	۲۴	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O)	هیدروکسیل آپاتیت Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)
مثانه	مرد	اهواز	۵۴	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O) نیاهیت (NH <sub>4</sub> ) (Mn.Mg,Ca) PO <sub>4</sub> ,H <sub>2</sub> O
مثانه	زن	دزفول	۲۳	استروویت (NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> ,6H <sub>2</sub> O)	-
کلیه	مرد	مسجدسلیمان	۶۳	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O) ودلیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O)
مثانه	زن	باغملک	۲۹	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O)	-
کلیه	مرد	شوشتر	۴۹	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	-
کلیه	زن	ماهشهر	۶۳	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	-
کلیه	مرد	خرمشهر	۳۴	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	-
کلیه	زن	رامهرمز	۴۰	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O)	-
کلیه	مرد	امیدیه	۴۶	اسید اوریک (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> )	ولیت (CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O)



تصویر ۲- تصاویر SEM: الف. ریخت‌شناسی صفحه‌ای و سیستم مونوکلینیک بلورهای کلسیم‌اکسالات و ب. ریخت‌شناسی منشوری و سیستم مونوکلینیک بلورهای اوراته



تصویر ۳- تصاویر SEM: ریخت‌شناسی نامنظم (الف) و اشکال کروی و نیمه کروی (ب) ترکیبات فسفات‌نظیر کانی‌های استروئیتی



تصویر ۴- کانی وولیت که به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای قابل مشاهده است (الف و ب)، ساختار لایه‌ای متحدالمرکز و شعاعی که مشخصه کانی‌های کلسیم‌اکسالات است (ج و د).

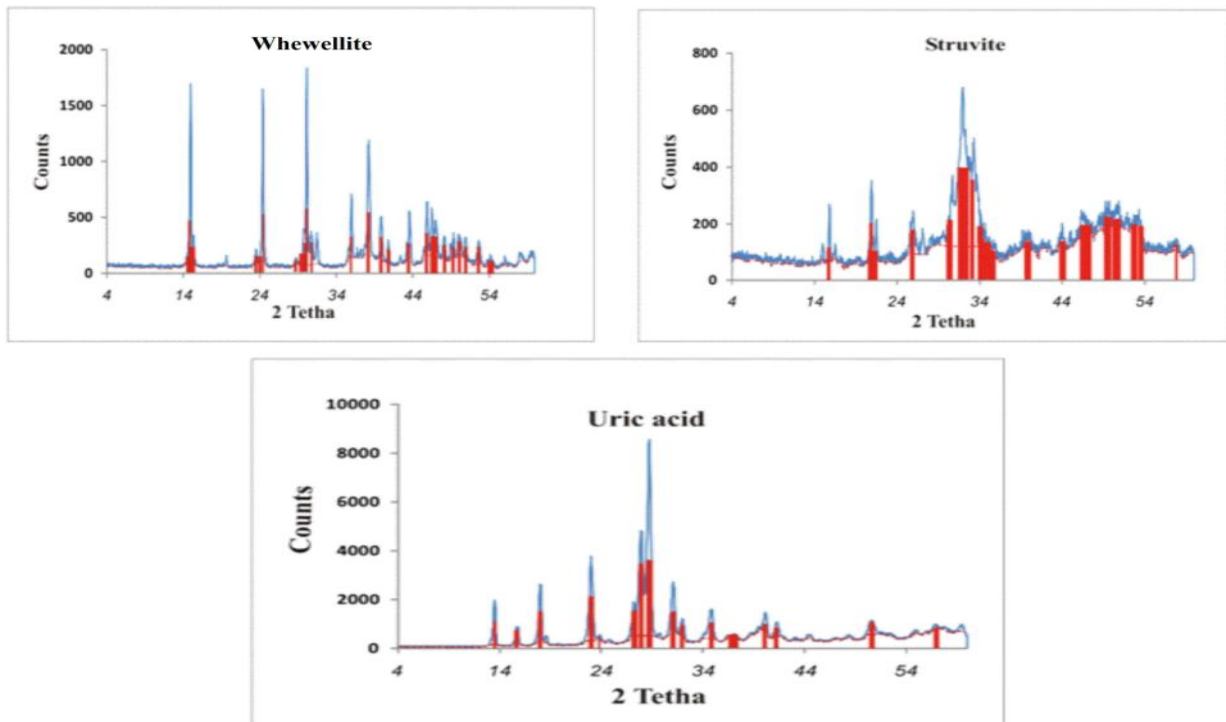
## ۵- بحث

به تشابه شرایط تبلور کانی‌های فسفات و کلسیم اکسالات که در محیط‌های قلیایی تشکیل می‌شوند (Hesse et al. 2009)، همراهی این دو کانی در مطالعه‌ی حاضر نیز قابل انتظار بود؛ اما حضور کانی‌های فسفات به همراه گونه‌های اسید اوریک که در شرایط اسیدی ( $pH < 6$ ) تشکیل می‌شوند (Hesse et al. 2009)، نشان از تغییر  $pH$  سامانه‌ی ادراری از اسیدی به قلیایی دارد که ممکن است، از ترکیب رژیم غذایی و آب آشامیدنی مورد استفاده بیماران ناشی شود. این تغییر در اسیدیته‌ی ادرار موجب شده که کانی‌های فسفات و کلسیم اکسالات نیز در پاره‌ای از موارد به همراه فازهای اوراته شکل گیرند. این نکته را نیز باید یادآور شد که سنگ‌های عفونی (استروویت) و فازهای فرعی نظیر نیا‌هیت که با ترکیبات عفونی موجود در سنگ‌های ادراری مرتبط می‌باشند، در این مطالعه به طور کامل در نمونه‌های مثانه‌ای و حالب وجود دارند که این موضوع نشان از فراوانی سنگ‌های عفونی در بخش‌های مثانه و مجاری ادراری دارد (تصویر ۵). ترکیبات متعلق به گروه اوراته (به ویژه اسید اوریک) نیز که حدود ۶۰ درصد تنوع کانیایی سنگ‌های ادراری در ناحیه‌ی مورد پایش را به خود اختصاص داده‌اند، نسبت به سایر کانی‌ها از فراوانی بالاتری برخوردارند (تصویر ۵). نکته جالب توجه دیگر در باب کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری در استان خوزستان، پراکنش قابل توجه انواع استروویتی و کانی‌هایی نظیر نیا‌هیت است. این کانی‌ها که متعلق به ترکیبات گروه فسفات هستند، معمولاً عناصری نظیر منگنز (Bridge & Robinson 1983) و منیزیم را در ترکیب خود جای می‌دهند.

بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعات کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری، گروه‌های کانیایی مهم در خوزستان را می‌توان در شش گروه کلسیم‌اکسالات (CO)، کلسیم اکسالات/فسفات (CO/Ph)، فسفات (Ph)، اوراته (U)، اوراته/کلسیم‌اکسالات (U/CO) و اوراته/کلسیم-اکسالات/فسفات (U/CO/Ph) جای داد (جدول ۲). کانی‌های کلسیم اکسالات که با فراوانی بالای عنصر کلسیم شناخته می‌شوند (Abboud 2008b)، در نمونه‌های استان خوزستان شامل هر دو نوع مونوهیدراته و دی‌هیدراته هستند. البته کانی غالب در انواع کلسیم اکسالات در منطقه‌ی مورد مطالعه را کانی وولیت تشکیل می‌دهد (تصویر ۵). علاوه بر این، با توجه به نقش تشکیل هسته‌ی اولیه در تشکیل و گسترش سنگ‌های ادراری (Abboud 2008a)، مطالعه‌ی ترکیبات تشکیل دهنده‌ی هسته در سنگ‌های ادراری در مناطق مختلف دنیا از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد. به بیان دیگر بلورهای کلسیتی را در سنگ‌های ادراری در دست بررسی، می‌توان به عنوان جزء اصلی تشکیل دهنده‌ی این سنگ‌ها در نظر گرفت که به فراوانی در سایر بخش‌ها نیز وجود دارد. بنابراین داده‌های حاصل از بررسی‌های میکروسکوپی، این احتمال را که عنصر کلسیم (با تشکیل بلورهای کلسیتی) یکی از مهم‌ترین عوامل تشکیل هسته‌ی سنگ‌های ادراری و به تبع آن گسترش بروز این بیماری در استان خوزستان است، را قوت می‌بخشد. کانی‌های فسفات نیز در نمونه‌های گردآوری شده، از تنوع قابل توجهی برخوردارند. این کانی‌ها معمولاً به صورت فازهای مستقل و یا همراه با انواع کلسیم اکسالات و اوراته مشاهده می‌شوند. با توجه

جدول ۲- فراوانی ترکیبات کانیایی مختلف موجود در نمونه‌های جمع‌آوری شده در استان خوزستان

گروه‌های کانیایی	تعداد نمونه‌ها	فراوانی کل (درصد)
۱. کلسیم‌اکسالات الف. وولیت	۲	۲۰
۲. کلسیم‌اکسالات/فسفات الف. وولیت/هیدروکسیل‌آپاتیت	۱	۱۰
۳. فسفات الف. استروویت	۱	۱۰
۴. اوراته الف. اوریسیت	۳	۳۰
۵. اوراته/کلسیم‌اکسالات الف. اوریسیت/وولیت ب. اوریسیت/وولیت/ودلیت	۱ ۱	۲۰
۶. اوراته/کلسیم‌اکسالات/فسفات الف. اوریسیت/وولیت/نیا‌هیت	۱	۱۰



تصویر ۵- الگوی پراش پرتو ایکس متعلق به کانی‌های وولیت، استروویت و اسید اوریک

داده‌ها نشان می‌دهند که تمام فازهای کانی‌شناسی موجود در اقلیم‌های نیمه مرطوب مدیترانه‌ای (در این مطالعه شامل منطقه‌ی باغملک است) را انواع کلسیم اکسالات تشکیل می‌دهند، در حالیکه به سمت مناطق مرکزی و جنوبی استان، کانی‌های کلسیم اکسالات توسط ترکیبات فسفات‌ها و اوراته جایگزین می‌شوند. در نهایت می‌توان اینگونه بیان کرد که از اقلیم‌های نیمه مرطوب مدیترانه‌ای (شمال شرق استان) به طرف اقلیم‌های فراخشک گرم (جنوب و جنوب غرب) و با افزایش میانگین دما، از فراوانی سنگ‌های کلسیم اکسالات کاسته و بر میزان انواع اوراته افزوده می‌شود، به طوری که در اقلیم‌های فراخشک گرم که بالاترین میانگین سالانه دما (۲۵°C) را در استان خوزستان دارند (رئیس‌پور ۱۳۸۷)، تنها فاز کانی‌شناسی موجود را ترکیبات اسیداوریکی تشکیل می‌دهند. همچنین تمرکز بالای کانی‌های فسفات‌ها که معمولاً در ارتباط با عفونت‌های ادراری تشکیل می‌شوند (Daudon et al. 2010) در اقلیم‌های گرم و خشک نیز لزوم مطالعه‌ی کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری در این نواحی را دو چندان می‌نماید.

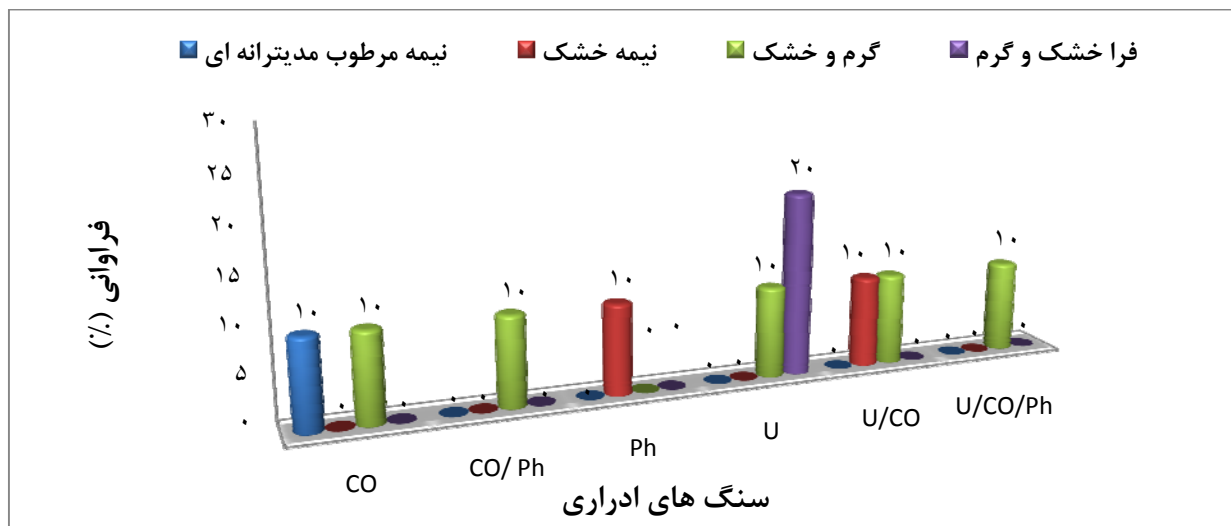
با توجه به اینکه روش‌های درمانی مختلفی برای درمان و رفع سنگ‌های ادراری وجود دارد، لذا تعیین پراکنندگی اقلیمی سنگ‌های ادراری می‌تواند در اتخاذ راه‌کار درمانی مناسب جهت درمان این عارضه بسیار کارگشا باشد. در این زمینه با وجود تفاوت چشمگیر در کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری در بخش‌های مختلف استان خوزستان، می‌توان روش‌های درمانی مناسب با سنگ‌های ادراری رایج در هر منطقه را

در پایش تأثیر شاخص‌های سن و جنسیت بیماران در ترکیب کانیایی سنگ‌های ادراری، قرارگیری ۱۰۰ درصد کانی‌های وولیتی خالص در محدوده سنی کمتر از ۴۵ سال نشان می‌دهد که شیوع سنگ‌های کلسیم اکسالات در گروه سنی کمتر از ۴۵ سال رواج بیشتری دارد. ترکیبات فسفات‌ها خالص (نظیر استروویت) نیز در این گروه مشاهده می‌شوند. کانی‌های گروه اوراته کمترین فراوانی را در محدوده سنی کمتر از ۴۵ سال دارند. اما افزایش فراوانی کانی‌های اوراته و اوراته - کلسیم اکسالات در محدوده سنی ۴۵-۶۰ سال نشان دهنده افزایش ترکیبات اوراته همراه با افزایش سن است. وجود ترکیبات اوراته در فاز کانیایی اصلی در تمام نمونه‌های متعلق به بیماران با سن بیشتر از ۶۰ سال نیز این ادعا را تأیید می‌کند. از منظر جنسیت نیز حضور تمام فازهای کانیایی کلسیم اکسالات خالص (کانی وولیت) و کانی‌های ادراری عفونی نظیر استروویت در بیماران زن جالب توجه است. در سوی مقابل، کانی‌های گروه اوراته از قبیل اوریسیت نیز در در بیماران مرد بسیار بیشتر از بیماران زن است (جدول ۱).

در ادامه نیز جهت بررسی اثرات شرایط اقلیمی (به ویژه دما)، بر تعیین کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری، پراکنش کانیایی این سنگ‌ها در اقلیم‌های مختلف استان خوزستان مورد پایش قرار گرفت. با توجه به داده‌های ارائه شده در تصویر ۶ می‌توان بیان داشت که شرایط اقلیمی به عنوان یک شاخص محیطی مهم، تا حد بسیار زیادی در تعیین تنوع کانیایی سنگ‌های ادراری در استان خوزستان، تأثیرگذار می‌باشد. این

سنگ‌های ادراری است (Siener et al. 2004, Kohri et al. 1989). بر اساس مطالعه‌ی (Kerr & Laing 1992)، کمر بند سنگ کلیه‌ی جنوب شرق کشور ایالات متحده‌ی آمریکا با کمر بند کمبود منیزیم آب‌های سطحی در این ناحیه منطبق می‌باشد. با این تفاسیر احتمالاً نسبت بالای کلسیم به منیزیم (۲/۵-۴/۲) در آب‌های آشامیدنی شهرهای مختلف استان خوزستان را نیز می‌توان به عنوان یکی از عوامل مهم شیوع سنگ‌های ادراری به ویژه انواع کلسیم‌اکسالات در نظر گرفت. همچنین با توجه به غلظت بالای کلسیم در نواحی رسوبی و آهکی (Kohri et al. 1989)، غلظت بالای این عناصر در استان خوزستان را نیز می‌توان به وضعیت لیتولوژی منطقه نسبت داد. البته این ادعا نیازمند مطالعات گسترده‌تری می‌باشد.

انتخاب نمود. در این میان با توجه به درمان سنگ‌های اوراته با استفاده از دارو (Hesse et al. 2009) که در ۹۵ درصد بیماران نیز موفقیت آمیز می‌باشد، لذا استفاده از دارو برای درمان سنگ‌های اوراته در مناطق جنوبی و جنوب غربی استان خوزستان، بهترین راه حل درمانی ممکن است. بر اساس مطالعه‌ی (Gul et al. 1999) استفاده از سیتروسودا می‌تواند در انحلال ترکیبات اوراته بسیار مؤثر باشد. همچنین با توجه به اینکه چای و سبزیجات که احتمال ابتلا به سنگ‌های ادراری را افزایش می‌دهند (Aboud 2008b)، از رژیم‌های غذایی رایج در مناطق گرم و خشک هستند، بنابراین باید اصلاح رژیم غذایی ساکنین این نواحی در دستور کار قرار گیرد. نکته‌ی دیگری که همواره در هنگام مطالعه‌ی شیمی سنگ‌های ادراری باید مدنظر داشت، رابطه‌ی منفی نسبت منیزیم به کلسیم با تشکیل



تصویر ۶- تمرکز گروه‌های کانیایی (سنگ‌های ادراری) مختلف در اقلیم‌های جغرافیایی استان خوزستان (%). در این تصویر علائم اختصاری عبارتند از: گروه کلسیم‌اکسالات: CO، کلسیم‌اکسالات/ فسفات: CO/ Ph، فسفات: Ph، اوراته: U، اوراته/ کلسیم‌اکسالات: U/CO و اوراته/ کلسیم‌اکسالات/ فسفات: U/CO/Ph.

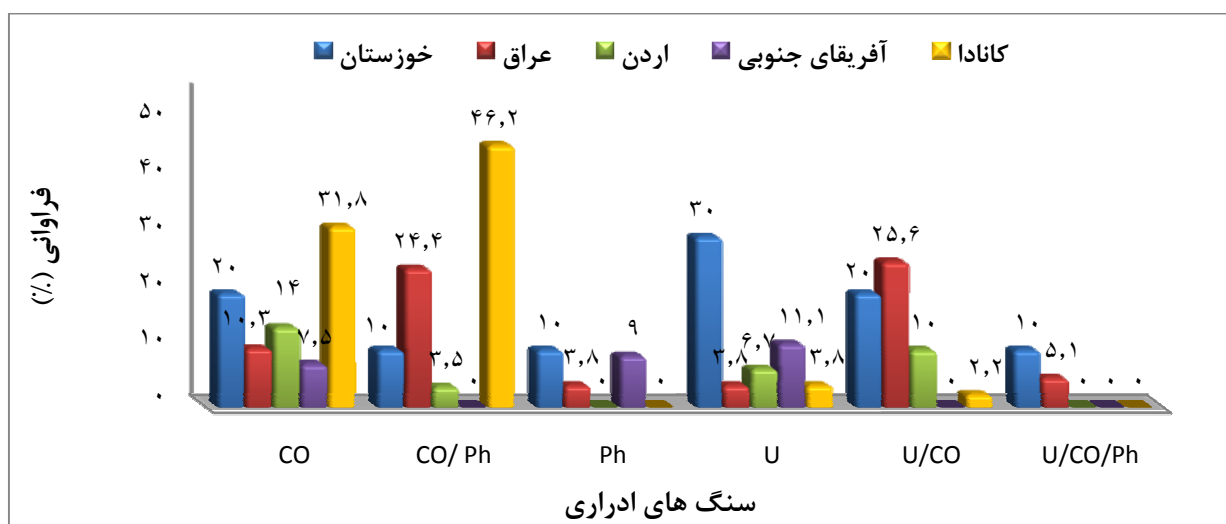
علاوه بر این، به منظور بررسی تنوع سنگ‌های ادراری در استان خوزستان، مقایسه‌ای میان نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر با داده‌های گزارش شده از سایر کشورهای جهان نظیر شهر بغداد در کشور عراق (Qaader et al. 2006)، شمال اردن (Aboud 2008b)، منطقه‌ی ناتال (Natal) در آفریقای جنوبی (Kerr & Laing 1992) و شهرهای کلگری (Calgary)، کویتو (Quito) و هنولولو (Honolulu) در کشور کانادا (Levinson et al. 1985)، انجام پذیرفت (تصویر ۷). انتخاب کشورهای اردن و عراق، علاوه بر آمار بالای شیوع سنگ‌های ادراری در این مناطق، به دلیل قرارگیری این کشورها در منطقه‌ی خاورمیانه و برخورداری از شرایط اقلیمی تقریباً مشابه با استان خوزستان می‌باشد. کشور آفریقای جنوبی هم به عنوان کشور آفریقای

واقع در کمر بند سنگ کلیه‌ی آسیا-آفریقا، برگزیده شد. کشور کانادا نیز به دلیل شرایط اقلیمی کاملاً متفاوت با استان خوزستان و سایر بخش‌های واقع در کمر بند سنگ کلیه‌ی آسیا-آفریقا، به عنوان منطقه‌ی شاهد، مورد پایش قرار گرفت. نتایج حاصل از این مقایسه نشان می‌دهند که فراوانی سنگ‌های ادراری کلسیم‌اکسالاتی در استان خوزستان به جز آفریقای جنوبی، با سایر کشورهای مورد مطالعه، تشابه نسبی نشان می‌دهد. فراوانی بسیار بالای انواع کلسیم‌اکسالات در آفریقای جنوبی را نیز می‌توان با میزان کلسیم موجود در رژیم غذایی و آب‌های آشامیدنی مورد استفاده ساکنین این منطقه در ارتباط دانست (Aboud 2008b). همچنین داده‌های بدست آمده نشان می‌دهند که فراوانی کانی‌های گروه اوراته در استان خوزستان (۶۰ درصد)، به میزان قابل توجهی بیشتر از



توجه به ترکیب کانی نیهیت که آمونیوم، فسفات، منیزیم و منگنز از اجزاء اصلی آن به شمار می‌روند (جدول ۱)، لذا می‌توان بیان کرد که حضور این کانی در یک ناحیه نیازمند وجود شرایط زیستی و زمین محیطی ویژه‌ای است که قادر باشند اجزاء زیستی نظیر آمونیوم و سایر عناصر مورد نیاز را فراهم آورند. در این مطالعه نیز با توجه به افزایش میزان کانی‌های فسفات در اقلیم‌های نیمه خشک تا گرم و خشک (شهرستان‌های دزفول و اهواز) از یک طرف (تصویر ۶) و ماسه‌ای شدن بستر رودخانه‌های استان (نظیر کارون به عنوان منبع اصلی آب آشامیدنی استان خوزستان) در این مناطق که سبب افزایش انحلال بستر رودخانه می‌شود (رئیس پور ۱۳۸۷) از طرف دیگر، پیشنهاد می‌شود که وضعیت زمین‌شناسی منطقه در تأمین عناصری نظیر فسفات، منگنز و منیزیم برای تشکیل کانی نیهیت به میزان بالایی دخیل هستند. همچنین نمی‌توان پساب‌های تولیدی ناشی از افزایش تراکم صنایع مختلف از قبیل صنایع نفتی و نیروگاه‌های برق در این نواحی را بی-تأثیر دانست. البته این ادعا نیازمند بررسی‌های گسترده‌تری می‌باشد.

سایر کشورها است. این تفاوت حتی در کشورهای اردن و عراق نیز که شرایط محیطی بسیار نزدیکی با استان خوزستان دارند، به وضوح دیده می‌شود. پراکنش بالای کانی‌های اسید اوریک در استان خوزستان، به احتمال فراوان علاوه بر شرایط اقلیمی گرم خشک و فرا گرم خشک حاکم بر اکثر مناطق استان، با رژیم غذایی ساکنین این نواحی نیز در ارتباط می‌باشد. کانی‌های فسفات از قبیل استروویت (۱۰ درصد) و انواع کلسیم اکسالات-فسفات نیز مانند انواع اوراته، در استان خوزستان فراوانی بالایی را نسبت به سایر کشورهای مذکور، دارا می‌باشند. اما آنچه که کانی‌شناسی ادراری در استان خوزستان را نسبت به تمام کشورهایی که در این مطالعه مورد پایش قرار گرفتند، متمایز می‌سازد، علاوه بر میزان بسیار بالای کانی‌های گروه اوراته، حضور کانی‌های نیهیت و هیدروکسیل آپاتیت است. حضور این کانی‌ها که به صورت فازهای فرعی در نمونه‌های جمع‌آوری شده، قابل مشاهده هستند، به جز آفریقای جنوبی، در هیچ کدام از مطالعات صورت پذیرفته در کشورهای اردن، عراق و کانادا، گزارش نشده‌اند. با



تصویر ۷- مقایسه فراوانی گروه‌های کانیایی ادراری مختلف در استان خوزستان با سایر مناطق دنیا (%).

افزایش میانگین دما، از فراوانی سنگ‌های کلسیم اکسالات کاسته و بر میزان انواع اوراته افزوده می‌شود. اما آنچه که کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری در استان خوزستان را در مقایسه با این نواحی، بیش از پیش متمایز می‌سازد، حضور کانی‌های زیستی نیهیت و هیدروکسیل آپاتیت است.

در نهایت نیز پیشنهاد می‌شود که با توجه به فراوانی بالای سنگ‌های اوراته در مناطق جنوب و جنوب غرب خوزستان، انجام درمان دارویی برای مبتلایان به سنگ‌های ادراری ساکن این مناطق، می‌تواند در جهت انحلال سنگ ادراری و جلوگیری از انجام عمل جراحی، کارگشا باشد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری جمع‌آوری شده نشان داد سنگ‌های ادراری در استان خوزستان را از منظر کانی‌شناسی می‌توان در در شش گروه کلسیم اکسالات (CO)، کلسیم اکسالات/فسفات (CO/ Ph)، فسفات (Ph)، اوراته (U)، اوراته/ کلسیم اکسالات (U/CO) و اوراته/ کلسیم اکسالات/ فسفات (U/CO/Ph) جای داد. همچنین، بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر کانی‌شناسی سنگ‌های ادراری تایید می‌کند که از اقلیم های نیمه مرطوب مدیترانه‌ای (شمال شرق استان) به طرف اقلیم‌های فراخشک گرم (جنوب و جنوب غرب) و با

**Andreucci, V. E., 1999**, "Effects of water hardness on urinary risk factors for kidney stones in patients with idiopathic nephrolithiasis", *Nephrology*, Vol. 81 (Suppl 1): 66-70.

**Bridge, P. J. & Robinson, B. W., 1983**, "Niahite-a new mineral from Malaysia", *Mineralogical Magazine* Vol. 47 (342): 79-80.

**Chandrajith, R., Wijewardana, G., Dissanayake, C. B. & Abeygunasekara, A., 2006**, "Biomineralogy of human urinary calculi (kidney stones) from some geographic regions of Sri Lanka", *Environmental Geochemistry Health*, Vol. 28 (4): 393-399.

**Daudon, M., Bouzidi, H. & Bazin, D., 2010**, "Composition and morphology of phosphate stones and their relation with etiology", *Urological Research*, Vol. 38 (6): 459-468.

**Durgawale, P., Shariff, A., Hendre, A., Patil, S. & Sontakke, A., 2010**, "Chemical analysis of stones and its significance in urolithiasis", *Biomedical Research*, Vol. 21 (3): 305-210.

**Fazil Marickar, Y. M. & Vijay, A., 2009**, "Female stone disease: the changing trend", *Urological Research*, Vol. 37 (6): 337-340.

**Frackowiaka, A., Skibinski, P., Gaweł, W., Zaczynska, E., Czarny, A. & Gancarz, R., 2010**, "Synthesis of glycoside derivatives of hydroxyanthraquinone with ability to dissolve and inhibit formation of crystals of calcium oxalate. Potential compounds in kidney stone therapy", *European Journal of Medicinal Chemistry*, Vol. 45 (3): 1001-1007.

**Gul, B., Ahmad, T. & Gulzar, K., 1999**, "Chemical Dissolution of Urinary Uric Acid stones by the use of Citro Soda", *JPMA*, Vol. 18 (4): 677-680.

**Hesse, A., Tiselius, H. G., Siener, R. & Hoppe, B., 2009**, "Urinary Stones", 1<sup>st</sup> edition, S. Karger AG, P.O. Box, CH-4009 Basel (Switzerland), 232 pp.

**Kerr, A. & Laing, M., 1992**, "Mineralogical Studies of human urinary cal cull from Natal", *Environmental Geochemistry and Health*, Vol. 14: 19-25.

**Kohri, K., Kodama, M., Ishikawa, Y., Katayama, Y., Takada, M., Katoh, Y., Kataoka, K., Iguchi, M. & Kurita, T., 1989**, "Magnesium-to-calcium ratio in tap water, and its relationship to geological features and the incidence of calcium-containing urinary stones", *Journal of Urology*, Vol. 142 (5): 1272-1275.

**Komleh, K., Hada, P., Pendse, A. K. & Singh, P. P., 1990**, "Zinc, Copper and Manganese in Serum, Urine and Stones", *International Urology and Nephrology*, Vol. 22: 113-118.

**Levinson, A. A., Paz, Y., Mino, M., Stams, U. K. & Hariharan, A., 1985**, "The mineralogy of human urinary stones from Calgary, Quito and Honolulu", *American Mineralogist*, Vol. 70: 630-635.

**Mairiang, E., Hanpanich, P. & Sriboonlue, P., 2002**, "Proton magnetic resonance spectroscopy of the kidney in renal stone disease", *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 20: 777-779.

**Mohamed Ali, A. & Nambi Raj, N. A., 2008**, "Tensile, flexural and compressive strength studies on natural and artificial phosphate urinary stones", *Urological Research*, Vol. 36: 289-295.

همچنین با اذعان به پراکنش بالای کانی‌های کلسیم‌اکسالات در نواحی شرق و شمال شرقی و نقش به‌سزای کلسیم در تشکیل هسته در سنگ‌های ادراری، افزایش تا حد مجاز منیزیم به آب در تصفیه‌خانه‌های منابع آب آشامیدنی برای افزایش انحلال کلسیم نیز می‌تواند نقش مؤثری در جلوگیری از هسته‌سازی و تشکیل سنگ ادراری ایفا نماید.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از کلیه‌ی کارکنان، به ویژه گروه جراحی بیمارستان‌های گلستان و آریا که ما را در جمع‌آوری نمونه‌ها یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌نمایند. همچنین نویسندگان تعهد می‌نمایند، پژوهش حاضر به طور مستقل و فقط بر پایه‌ی منابع اعلام شده انجام گرفته است.

## مراجع

رئیس پور، ک.، ۱۳۸۷، "تحلیل آماری و همدیدی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۸۹ ص.

زراسوندی، ع.، ۱۳۸۸، "ارزیابی زیست محیطی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان"، فاز اول، طرح سازمان محیط زیست استان خوزستان، ۳۵۰ ص.

**Abboud, I. A., 2008a**, "Concentration effect of trace metals in Jordanian patients of urinary", *Environmental Geochemistry Health*, Vol. 30 (1): 11-20.

**Abboud, I. A., 2008b**, "Mineralogy and chemistry of urinary stones: patients from north Jordan", *Environmental Geochemistry Health*, Vol. 30 (5): 445-463.

**Akoudad, S., Szklo, M., McAdams, M. A., Fulop, T., Anderson, C. A. M., Coresh, J. & Kottgen, A., 2010**, "Correlates of kidney stone disease differ by race in a multi-ethnic middle-aged population: The ARIC study", *Preventive Medicine*, Vol. 51 (5): 416-420.

**Al-Eisa, A. A., Al-Hunayyan, A. & Gupta, R., 2002**, "Pediatric urolithiasis in Kuwait", *International Urology and Nephrology*, Vol. 33 (1): 3-6.

**Ancharov, A. I., Nizovskii, A. I., Gridnev, S. A., Feofilov, I. V. & Vichkanov, A. N., 2005**, "An attempt of in vivo X-ray diffraction analysis of kidney stones with the use of synchrotron radiation", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, Vol. 543 (1): 302-305.

**Atan, L., Andreoni, C., Ortiz, V., Silva, E. K., Pitta, R., Atan, F. & Srougi, M., 2005**, "High kidney stone risk in men working in steel industry at hot temperatures", *Urology*, Vol. 65 (5): 858-861.

**Basiri, A., Shakhssalim, N., Ghahestani, S. M. & Basiri, H., 2010**, "The demographic profile of urolithiasis in Iran: a nationwide epidemiologic study", *International Urology and Nephrology*, Vol. 42 (1): 119-126.

**Bellizzi, V., De Nicola, L., Minutolo, R., Russo, D., Cianciaruso, B., Andreucci, M., Conte, G. &**

**Mohamed Farook, N. A., Mozhiyras, P. & Nalini, R., 2006**, "Inhibition of mineralization of urinary stone forming minerals by medicinal plants", *European Journal of Chemistry*, Vol. 12: 182-185.

**Qaader, D. S., Yousif, S. Y. & Mahdi, L. K., 2006**, "Prevalence and etiology of urinary stones in hospitalized patients in Baghdad", *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol. 12: 853-861.

**Schwartz, B. F., Schenkman, N. S., Bruce, J. E., Leslie, S. W. & Stoller, M. L., 2002**, "Calcium nephrolithiasis: effect of water hardness on urinary electrolytes", *Urology*, Vol. 60: 23-30.

**Siener, R., Jahn1, A. & Hesse, A., 2004**, "Influence of a mineral water rich in calcium, magnesium and bicarbonate on urine composition and the risk of calcium oxalate crystallization", *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 58: 270-276.

**Singh, I., 2008**, "Renal geology (quantitative renal stone analysis) by Fourier transform infrared spectroscopy", *International of Urology and Nephrology*, Vol. 40: 595-602.

**Singh, V. K., Rai, A. K., Rai, P. K. & Jindal, P. K., 2009**, "Cross-sectional study of kidney stones by laser-induced breakdown spectroscopy", *Lasers Medicine Science*, Vol. 24: 749-759.