

جایگاه نظریه در اقدامات عملی نانوتکنولوژی در حوزه‌ی حفاظت آثار تاریخی چوبی

جواد عباسی^{۱*}، کورس سامانیان^۱، مریم افشارپور^۲

۱- گروه مرمت اشیای فرهنگی- تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت دانشگاه هنر تهران

۲- پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی، تهران

چکیده

فناوری نانو با استفاده از ویژگی‌ها، و به دلیل ایجاد رفتار کیفی جدید در مقایسه با همتایان ماکروسکوپی خود، انقلابی در علم مواد به وجود آورده است. استحکامبخشی چوب‌های خشک تاریخی در گذشته با استفاده از پلی‌ونیل‌ها، پارالوئید B72 و دیگر رزین‌های اپوکسی انجام می‌شد. اما با ورود تکنولوژی نانو در حوزه میراث فرهنگی شاهد یک تغییر در استفاده از مواد هستیم. استفاده از مواد و روش‌های جدید در مرمت همواره مورد بحث بوده است و از طرفی باید بررسی کرد که تکنولوژی نانو که امروزه به طور گسترده در حوزه حفاظت آثار چوبی و به طور خاص استحکامبخشی این آثار مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ با دیدگاه‌های نظری موجود چه ارتباطی دارد؟ همواره یکی از مهم‌ترین مسائل در حفاظت و مرمت یک شیء رعایت اصول اخلاقی حوزه مبانی نظری است. این تحقیق سعی بر آن دارد تا ارتباط و جایگاه نظریه در اقدامات عملی نانوتکنولوژی در حوزه‌ی حفاظت آثار تاریخی چوبی مورد بحث قرار گیرد. به طور کلی با توجه به ساختار متخلخل چوب، استفاده از نانو تکنولوژی در استحکامبخشی چوب می‌تواند مفید و مضر باشد، زیرا از طرفی موجب تقویت و استحکام ساختارهای آسیب دیده چوب می‌شود و از طرفی با توجه به همین خلل و فرج‌ها و نفوذ ذرات ریز نانو مواد به ساختار چوب برخی از مفاهیم اخلاقی حفاظت همچون سازگاری، برگشت‌پذیری و پایداری (حفاظت پایدار) را می‌تواند به چالش بکشد. به نظر می‌رسد زمان آن رسیده است که حفاظتگران دور هم آیند و در مورد به کارگیری روش‌های جدید در حفاظت از اشیای تاریخی و تعارض آن با برخی مفاهیم اخلاقی موجود، تصمیم جدیدی اتخاذ کنند و به یک تعادل پویا برسند.

واژه‌های کلیدی: نانوتکنولوژی- چوب- برگشت‌پذیری- پایداری

ایمیل نویسنده مسئول: Javad_abbasi1991@yahoo.com

۱-مقدمه

حیوانی مخلوط شده با آلوم به عنوان سخت کننده بود [۵۲]. سپس در اوایل سده بیست روغن‌ها، ورنی‌ها، رزین‌های طبیعی و موم‌ها عرضه شدند [۱۴]. در گذشته برای استحکامبخشی از رزین‌های طبیعی مانند دامار، کلوفون و روغن‌های گیاهی، به عنوان مثال روغن بزرک، استفاده می‌شده است [۴۶]. البته این پلیمرها اشکالاتی از قبیل: عدم تثبیت چوب به اندازه کافی، عدم نفوذپذیری کافی و همچنین عدم باقی ماندن بدون گاز زدایی بخارات سمی داشتند که در مقاله کریستنسن و همکاران به آن اشاره شده است [۲۸]. بنابراین علم حفاظت و مرمت به پیشرفت‌هایی که در زمینه مواد و پلیمرها اتفاق افتاده بود رجوع کرد. تا قبل از ورود تکنولوژی نانو استحکامبخش‌هایی مانند پلی-ونیل‌ها [۲۷، ۲۰]، پارالوئید B₇₂ [۵۶، ۴۲] و دیگر رزین‌های اپوکسی جهت استحکامبخشی آثار چوبی به طور گسترده استفاده شده‌اند. اما با ورود تکنولوژی نانو در حوزه میراث فرهنگی شاهد یک تغییر در استفاده از مواد هستیم که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

فناوری نانو با استفاده از ویژگی‌ها، پدیده‌ها و کارکردهای جدید یک انقلاب کلیدی در قرن ۲۱ بوجود آورده است. در حال حاضر مواد در مقیاس نانو به دلیل ایجاد رفتار کیفی جدید در مقایسه با همتایان ماکروسکوپی خود به رسمیت شناخته می‌شوند [۴۹]. از این رو فناوری نانو و تولید مواد در ابعاد نانومتری موضوعی جذاب برای تحقیقاتی است که در دهه اخیر توجه زیادی را به خود معطوف داشته است. اصطلاح "فناوری نانو" را می‌توان به عنوان دستکاری کنترل شده مواد با داشتن حداقل یکی از ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر تعریف کرد. این فن آوری برای ادغام شیمی، فیزیک، علم مواد، و زیست شناسی برای ایجاد خواص جدید مواد تلاش می‌کند [۴۷]. استحکامبخشی چوب یکی از موارد مهم در حفاظت آثار چوبی است. برای اولین بار مطالعات فراگیر پیرامون استحکامبخشی چوب به زبان آلمانی نوشته شد. اشتراپ نیز اولین مقدمه سیستماتیک انتقادی را پیرامون کنترل آفات و استحکامبخشی چوب نوشت [۵۲]. همچنین یکی از اولین روش‌ها برای استحکامبخشی چوب‌های تخریب شده اشباع با چسب

با توجه به سخنان باگلیونی و همکاران می‌توان گفت که شروع جدی کاربردهای تکنولوژی نانو در حوزه حفاظت آثار تاریخی به اوایل سال ۲۰۰۰ باز می‌گردد [۳۳-۳۵، ۲۹، ۱۵]. اخیراً موج استفاده از نانوکامپوزیت‌ها در حفاظت و مرمت آثار تاریخی شدت یافته است [۳۷]. تکنولوژی نانوکامپوزیت یک رشته به تازگی توسعه یافته است، که در آن پرکننده‌های نانویی به یک پلیمر اضافه شده تا موجب تقویت و ارائه ویژگی‌های جدید شوند که قابل انطباق با طیف گسترده‌ای از پلیمرها از گرمانرم، گرماسخت و الاستومرها است [۴۹]. محققان زیادی به حفاظت آثار تاریخی چوبی با نانو مواد پرداخته‌اند از آنجایی که تعداد این مقالات زیاد است و در این مقاله مجال پرداختن به همه آنها وجود ندارد؛ تنها در این بخش به برخی از این موارد اشاره می‌شود. جیورجی و همکاران از نانو ذرات هیدروکسید کلسیم در یک حلال غیر آبی (۲- پروپانول) برای اسیدزدایی کشتی جنگی واسا استفاده کرده‌اند. آنها دریافته‌اند که نانو ذرات فلزات قلیایی خاکی (به طور عمده هیدروکسید کلسیم اما نه محدود به همین فلز) می‌توانند در ساختار چوب نفوذ کنند و باعث اسیدزدایی مؤثر چوب شوند [۳۴]. باگلیونی و جیورجی در مقاله‌ای نانو ذرات هیدروکسید کلسیم و هیدروکسید منیزیم را گزینه‌ی مناسبی برای اسیدزدایی مواد سلولزی مانند چوب معرفی می‌کنند [۳۵]. همچنین برتولینی و همکاران در مقاله‌ای خودشان به بررسی آخرین نوآوری‌های تکنولوژیکی مربوط به مواد نانوساختار، در حوزه‌ی حفاظت از سطح چوب پرداخته‌اند. در این مقاله استفاده از نانو ذرات نقره و مس در برابر تأثیرات اشعه‌ی ماورای بنفش، مقاومت به آتش، ضد آب شدن (نفوذپذیری آب) و آسیب‌های بیولوژیکی تشریح شده است [۲۱]. محمدنیا افروزی و همکاران نیز در مقاله‌ای تأثیر هوازدگی مصنوعی در تغییر رنگ چوب صنوبر آغشته به نانو اکسید روی را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت با توجه به مشاهدات نتیجه گرفتند که نانو اکسید روی را می‌توان به عنوان یک ماده مهم، به صورت جداگانه و یا در ترکیب با مواد دیگر برای حفاظت چوب در محیط خارجی استفاده کرد [۴۰]. فیلویپو و همکاران نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم را برای جلوگیری از رشد قارچ در چوب مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که فعالیت کاتالیزوری نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم مانع از کلونیزاسیون قارچ روی نمونه‌های چوب در مدت زمان طولانی، در مقایسه با نمونه‌های درمان نشده، شده است [۳۲]. اخیراً مانتانیس و همکاران یکی از مزایای استفاده از فناوری نانو در درمان چوب توانایی این ترکیبات در نفوذپذیری بسیار بیشتر در ساختار چوب برشمرده شده‌اند [۳۹].

این روند در ایران نیز مورد استقبال قرار گرفته و دیداری [۴] و ناظمی اشنی [۱۱] در دو رساله‌ی جداگانه دیسپرسیون الکی نانو ذرات هیدروکسید کلسیم و منیزیم را در اسیدزدایی چوب‌های تاریخی بررسی کرده است. همچنین محمدی آچاچلویی در رساله-ی خود، اثر ضد قارچی نانو ذرات نقره را مورد بررسی قرار داده است [۷]. از طرفی هرنندی در رساله‌ی خود مطالعه‌ای بر روی کاربرد نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در بهبود مقاومت استحکام بخش پلی‌وینیل‌بوتیرال انجام داده است [۳۸، ۱۳]. حسینی صومعه [۳] نیز ترکیب نانو مواد (مس اکسید و روی اکسید+ تیتانیوم دی اکسید+ کیتوسان+ گلوکارآلدئید+ زانتان) را در درمان پوسیدگی ناشی از قارچ (پوسیدگی نرم) به کار برده است. تحقیق‌های اینچینی هم در ایران و هم در خارج از ایران زیاد است که در این مقاله فرصت پرداختن به آنها نیست.

انواع بسیاری از نانوکامپوزیت‌ها مانند پلیمر / ذرات معدنی، پلیمر / پلیمر، فلز / سرامیک، و نانوکامپوزیت‌های معدنی که علاقه دانشمندان را به خود جلب کرده اند، وجود دارد [۴۹]. نانوکامپوزیت‌ها شامل مواد چند فازي هستند که حداقل یکی از اجزای تشکیل دهنده آن در یک بعد اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر داشته باشد. در این مواد زمانی که یکی از فازها به ابعاد نانو میرسد، خواص نانوکامپوزیت نسبت به کامپوزیت‌های مرسوم از همان فازها، تغییر میکند. شایان ذکر است برای رسیدن به خواص بهتر در نانو کامپوزیت‌ها میبایست توزیع اندازه نانو ذرات و پراکندگی آنها در فاز ماتریس کامپوزیت را کنترل نمود [۱۶]. علت اینکه این مواد نسبت به کامپوزیت‌های متداول خواص ویژه و مطلوب تری را از خود نشان می‌دهند این است که نیروهای بین سطح مشترک تقویت کننده و زمینه در یک نانوکامپوزیت، به علت ابعاد نانومتری ذرات تقویت کننده، نسبت به اندازه این نیروها در یک کامپوزیت معمولی قوی تر می‌باشند. نانوکامپوزیت‌ها از دو قسمت اصلی زمینه (ماتریس) و تقویت کننده تشکیل شده است که زمینه از لحاظ جنس پلیمری، فلزی و سرامیکی می‌باشد [۵۱].

استفاده از مواد و روش‌های جدید در مرمت همواره مورد بحث بوده است و از طرفی باید بررسی کرد که تکنولوژی نانو که امروزه به طور گسترده در حوزه حفاظت آثار چوبی و به طور خاص استحکامبخشی این آثار مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ با دیدگاه‌های نظری موجود چه ارتباطی دارد؟ آیا می‌توان گفت که استحکامبخشی با نانو مواد یک حفاظت پایدار است؟ از جمله مسائلی که در این زمینه می‌تواند جای بحث داشته باشند؛ با توجه به اهمیت دو مفهوم ماده و ساختار، سازگاری و برگشت-پذیری این مواد است. پیشگامان استفاده از نانوتکنولوژی در مرمت آثار تاریخی تعاریفی از مفاهیم ارائه داده‌اند که خود جای

عملیات استحکام بخشی در فرآیند حفاظت اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا بیشتر اشیاء چوبی قدیمی دچار تخریب بیولوژیکی یا شیمیایی شده‌اند که به طور جدی در تمامیت ساختاری آنها تأثیر می‌گذارد و به تبع آن باعث کاهش مقاومت مکانیکی مواد چوبی می‌شود. هدف از چنین درمان‌هایی برگرداندن استحکام مکانیکی به بخش تخریب شده و شکننده مواد در جهت حفظ در بالاترین سطح سلامتی است [۵۴]. به طور کلی هدف از استحکام بخشی بازگرداندن انسجام، خواص فیزیکی و مقاومت مکانیکی به اشیاء چوبی است، به طوری که به اصالت آن خدش‌های وارد نشود [۱۴، ۲۶]. از جمله عوامل موثر بر درمان استحکام بخشی چوب، انتخاب یک استحکام بخش، نوع حلال، غلظت محلول و یک روش مناسب کار است. این انتخاب بیشتر به طبیعت شی مورد درمان، نوع و وضعیت مواد بستگی دارد [۵۴]. ماده یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های اشیاء تاریخی است که دگرگونی‌های موجود در شکل اشیاء ناشی از تغییر در مواد آن شیء هست.

شاید بتوان در مورد مواد و مصالح به کار رفته به خصوص استفاده از مواد و روش‌های جدید، به شکل‌گیری اولین منشورهای مرمتی در ایران و سایر کشورها اشاره کرد. در منشور آتن (۱۹۳۱) به روشنی استفاده از مصالح و شیوه‌های کاری جدید برای مرمت توصیه و مجاز شمرده می‌شود، در حالی که در قانون عتیقات (۱۳۰۹) کاربرد مصالح سنتی یا شبیه آن مورد توجه قرار دارد. چندین دهه بعد در منشور ونیز (۱۹۶۴) و در سند نارا در مورد اصالت توجه زیادی نسبت به استفاده از روش‌ها و مواد سنتی در مرمت در راستای حفظ اصالت آثار تاریخی ابراز می‌شود [۱۲]. چه تغییری ایجاد شده است که امروزه مواد و روش‌های جدید بدون مشخص شدن تأثیر دقیق آنها در حفاظت آثار تاریخی به کار گرفته می‌شوند؟ ناکارآمدی مواد و روش‌هایی که تا قبل از ورود تکنولوژی نانو، کاربرد داشته‌اند می‌تواند دلیلی باشد که محققان و حفاظت‌گران را به سمت و سوی روش‌های جدیدتر سوق دهد. اما نباید از این مورد صرف نظر کرد که این خود می‌تواند نوعی شتابزدگی نیز محسوب شود. شاید یکی از مواردی که موافقان به کارگیری مواد و روش‌های جدید به آن اتکاء کنند، پیرسازی تسریعی (مصنوعی) باشد. در مورد پیرسازی مصنوعی نیز نقدهایی وارد است از جمله ایده‌ی پایبندی اشیاء واقعی به قوانین آرنیوس - مطالعه بر روی فرایندهای شیمیایی [۸] است. این فرضیه بنیان نظری همه‌ی آزمایش‌های پیرسازی و هدف همه‌ی این آزمایش‌ها، پیش‌بینی علمی رفتار مواد است. اما وقتی می‌توان رفتار یک ماده را پیش‌بینی کرد که آن ماده در شرایط طبیعی پیر شده باشد. پس می‌توان گفت که پیرسازی مصنوعی هنوز در مرحله آزمایش قرار دارد [۶].

بحث دارد. با توجه به اینکه انسجام ساختاری اشیاء چوبی که نیاز به استحکام بخشی دارند و از طرفی قابلیت برگشت پذیری مواد مورد استفاده، دو موردی هستند که در نهایت انتخاب از بین این دو حفاظتگر و کار حفاظتی را به چالش می‌کشد، فرض بر این است که می‌توان تعادلی بین این دو مورد برقرار کرد تا هم حفاظت موثر شی به خطر نیفتد و از طرفی برخی اصول اخلاقی مرمتی که در بالا ذکر شد نادیده گرفته نشود. هدف از این تحقیق این است که کارکردهای تکنولوژی نانو در حوزه حفاظت آثار تاریخی چوبی مورد بحث قرار گیرد و در واقع وجه تمایز این تحقیق با سایر موارد در این است که علاوه بر کارکردهای عملی و تحقیقی‌های انجام شده در این زمینه ارتباط و جایگاه نظریه در اقدامات عملی نانوتکنولوژی نیز اشاره شود زیرا در بسیاری از کارهای انجام شده در این حوزه کمتر به این موضوع توجه شده است.

۲- مواد و روش‌ها

در این مقاله سعی شده است تا نگاهی تقریباً جامع به پژوهش‌های حوزه نانو در استحکام بخشی چوب‌های تاریخی پرداخته شود. در این میان به کارهای انجام شده در ایران و سایر کشورها اشاره شده است. در نهایت با توجه به منابع معتبر در زمینه مبانی نظری مرمت و نظر نظریه پردازان مختلف و کنوانسیون‌های جهانی به ارزیابی پژوهش‌های انجام شده، پرداخته شده است. بنابراین می‌توان گفت روش اتخاذ شده در این پژوهش یک روش توصیفی تحلیلی است.

۳- نتایج و بحث

چوب در طول زمان و تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی دچار تغییراتی می‌گردد و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آن تغییر می‌کند. به همین جهت برای بهبود ویژگی‌های استحکامی، مورد استحکام بخشی قرار می‌گیرد. استحکام بخشی چوب موجب بهبود قابل توجه ویژگی‌های استحکامی آن می‌گردد [۲۴]. استحکام بخشی (Consolidation) در مفهوم کلی، اشاره به ادغام و یا پیوستن بخش‌های جداگانه و یا ساخت چیزی قوی و با ثبات و یا جمع و جور کردن قطعات یک شی جامد دارد. که توسط حفاظت‌گران، اشاره به درمان اصلاحی از موادی که انسجام خود را در نتیجه تخریب از دست داده اند، استفاده می‌شود [۵۵]. در حوزه حفاظت و مرمت و به طور ویژه در حفاظت چوب منظور از این واژه هر ماده یا محلولی است که بتواند باعث تقویت چوب شود و یا از چوب در برابر آسیب‌هایی که آن را تهدید می‌کند، حفاظت کند. در این تحقیق استحکام بخشی به اقداماتی که در جهت جلوگیری از آسیب‌های محیطی، بیولوژیکی و فیزیکی انجام می‌شود، اطلاق می‌گردد.

مورد بعدی که جای بحث دارد سازگاری (Compatible) نانوتکنولوژی است که در کتاب باگلیونی و همکاران این طور تعریف شده است: «در حوزه صیانت از میراث فرهنگی، سازگاری یعنی: استفاده از موادی که ویژگیهای فیزیکی-شیمیایی اش مشابه (یا در صورت امکان همان نوع مواد) ویژگیهای مواد شی تحت درمان باشد» [۲۳]. اما به نظر می‌رسد که در این تعریف صرفاً یک دیدگاه مادی مد نظر است و تنها به بخشی از مفهوم سازگاری اشاره شده است. سازگاری می‌تواند همانند آنچه در منشورهای مرمت [2] (ماده یک منشور بورا) و توسط متخصصین این حوزه تعریف شده است، مفهومی گسترده تر باشد و صرفاً بر مواد تأکید نداشته باشد و محیط را نیز شامل شود. در مورد اشیای تاریخی محیط می‌تواند شامل انسانهایی که در تماس با شیء هستند یا محیط زیست شیء در نظر گرفته شود که امروزه تحت عنوان حفاظت سبز (Green Conservation) شناخته می‌شود [۲۲]. از طرفی تأثیر نانو مواد بر محیط به خصوص انسانها (حفاظتگر و مخاطبان موزه) هنوز مشخص نشده است. البته به طور کلی در این زمینه تحقیقی‌هایی صورت گرفته است و به برخی از آسیب‌های نانو مواد بر سلامت انسان اشاره شده است و نکته ای که تقریباً در تمام این تحقیق‌ها برجسته است، این است که همه با احتمال صحبت کرده‌اند [۱۹،۱۰،۹،۴۴،۴۵،۵۰]. از طرفی ورود تکنولوژی نانو به حوزه آثار تاریخی به خصوص اشیای چوبی، را می‌توان تقریباً به کارهای باگلیونی و همکاران که در بالا بدان اشاره شد، نسبت داد. تعریف برگشت پذیری از دید باگلیونی و همکاران اینگونه بیان شده است: «یعنی مواد در طول زمان کاربری، براحتی قابل زدودن باشند» [۲۳]. حال به تعاریف متخصصین حفاظت و مرمت می‌پردازیم؛ اسمیت بیان می‌کند که: یک مسئول حفاظت باید قادر به بازگشت اشیاء به ظاهر و شرایط فیزیکی و شیمیایی موجود قبل از درمان باشد [۵۳]. حفاظتگر ملزم است تا برای اعمال «اصل برگشت پذیری» در درمان خود تلاش کند. او نباید از موادی استفاده کند که ممکن است آنقدر مقاوم باشند که حذف آنها در آینده امنیت فیزیکی شیء را به خطر اندازد. او همچنین باید از استفاده از تکنیک‌هایی که با وجود اینکه مفید هستند، نتایج آن قابل برگشت نیست، جلوگیری کند. این منشور اخلاقی هست که موسسه آمریکایی حفاظت در مورد برگشت پذیری ارائه می‌کند. همچنین چیلد (Child) عقیده دارد که برگشت پذیری اساسی ترین مفهوم اخلاقی در حفاظت است [۱۷،۱۸]. هر چند برگشت پذیری کامل در واقع شدنی نیست [۴۳]. اما دو معیار برای حصول اطمینان از این اصل وجود دارد: حراست از منطق ساخت و ساز آثار هنری تاریخی و به کارگیری مواد و تکنیک‌های سازگار با برگشت [۳۰]. با توجه به آنچه گفته شد و علم به اینکه نانو مواد به خاطر اندازه کوچک

می‌توانند عمیقاً به چوب نفوذ کنند و به طور موثری شیمی سطح آن را تغییر دهند [۳۹]، پس به سختی می‌توان گفت که استحکام-بخشی چوب‌های تاریخی با استفاده از نانوکامپوزیت‌ها یک درمان برگشت‌پذیر است و از طرفی عدم برگشت‌پذیری می‌تواند با عدم پایداری ارتباط مستقیم داشته باشد. ایده‌ی پایداری در حفاظت شبیه برگشت‌پذیری و کمترین دخالت ولی کاملتر از آنهاست، چون به کارکردها و کاربران آتی شیء توجه بیشتری دارد [۶].

از نظر ویناس برگشت‌پذیری ایده‌ی مبهمی است که می‌توان به این راحتی تعریف کرد اما یک اصل اخلاقی است که بر امکان برگرداندن شیء به شرایط یا وضعیت پیش از نگاهداشت تأکید دارد. از هر دو منظر علمی و نگاهداشتی ثابت شده است که برگشت‌پذیری کامل در نگاهداشت امری ناممکن است. آگاهی از دست نیافتنی بودن برگشت پذیری کامل موجب طرح ایده‌های جدید و کمتر سختگیرانه زدایش‌پذیری و تکرارپذیری شده است. همچنین بیان می‌کند که برگشت‌پذیری شرط لازم نیست اما ارزشی است که به هر درمان حفاظتی اضافه می‌شود تا کیفیت عمومی آن را ارتقا بدهد: پی‌گیری آن مفید است ولی نه به هر قیمتی. به گفته اسمیت زمان آن رسیده که قضاوت حرفه‌ای جانشین فلسفه‌ی برگشت پذیری شود [۶]. هرچند کیپل در کتاب مهارت‌های حفاظت بیان می‌کند که مفاهیم اخلاقی مانند برگشت پذیری و کمترین دخالت افراطی هستند [۲۲]. اما اصل برگشت پذیری می‌تواند دلیلی بر توجه ما به آیندگان باشد. به عبارتی اقدامات مرمتی امروز در حین توجه به جامعه امروز به جوامع آینده نیز احترام قائل شود [۴۸] که امروزه طرفداران زیادی دارد و تحت عنوان پایداری یا حفاظت پایدار نامگذاری می‌شود.

۴. نتیجه‌گیری

معمولاً یکسری از عوامل همچون ناکارایی روش‌ها و مواد موجود و یا شتابزدگی حفاظتگران، می‌تواند دلیلی باشد که محققان و حفاظتگران را به سمت و سوی روش‌های جدیدتر سوق دهد. با توجه به اینکه روش‌هایی همچون پیرسازی تسریعی که به عنوان ابزار سنجش رفتار مواد در بلند مدت، تکیه‌گاهی برای حفاظتگران در استفاده از مواد ناشناخته ایجاد کرده است، خود هنوز مورد نقد قرار دارد، پس نمی‌توان صرفاً با اتکا به آن تصمیم گرفت. به طور کلی با توجه به ساختار متخلخل چوب، استفاده از نانو تکنولوژی در استحکام‌بخشی چوب می‌تواند مفید و مضر باشد، زیرا از طرفی موجب تقویت و استحکام ساختارهای آسیب دیده چوب می‌شود و از طرفی با توجه به همین خلل و فرج‌ها و نفوذ ذرات ریز نانو مواد به ساختار چوب برخی از مفاهیم اخلاقی حفاظت همچون سازگاری، برگشت‌پذیری و پایداری (حفاظت

کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی. دانشگاه هنر اصفهان. راهنما: غلامرضا وطنخواه و علی اکبر عنایتی. (۱۳۸۸).
۸- مورتیمر، چارلز. «سینتیک شیمیایی». در شیمی عمومی. ترجمه عیسی یآوری. (۱۳۸۸). ویرایش ششم. چاپ سی و یکم. تهران: نشر علوم دانشگاهی. (۱۹۸۶).

۹- میربخش، مریم؛ مظاهری اسدی، مهناز و قائدنی، بابک. آثار احتمالی نانوذرات بر محیط زیست و سلامت، اولین همایش ملی استاندارد و ایمنی در فناوری نانو. (۱۳۹۱).

۱۰- مظاهری اسدی، مهناز و غلامی قوام آبادی، آزاده. نانو تکنولوژی: مخاطره بهداشتی و محیط زیستی، فصلنامه راهبرد، (۱۳۸۹). سال نوزدهم، شماره ۵۵، ص ۳۹.

۱۱- ناظمی‌اشنی، راضیه. اسیدزدایی آثار چوبی تاریخی با استفاده از نانو ذرات هیدروکسید کلسیم سنتز شده به روش شیمیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی. دانشگاه هنر اصفهان. راهنما: واعظی، محمدرضا. مشاورین: قباد کیانمهر و بهنام پدرام. (۱۳۸۸).

۱۲- وطن دوست، رسول. خوانش‌هایی در حوزه حفاظت، جستارهای تاریخی و فلسفی در حفاظت از میراث فرهنگی. چاپ اول. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری. (۱۳۹۵).

۱۳- هرندی، دانیال. مطالعه کاربرد نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در بهبود مقاومت استحکام بخش پلی وینیل بوتیرال در برابر پوسیدگی سفید چوب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی. دانشگاه هنر اصفهان. راهنما: احمدی، حسین. مشاور: محمدی، محسن. (۱۳۹۳).

۱۴- یونگر،؛ شنیویند، ا.پ؛ یونگر، و. حفاظت آثار هنری چوبی. ترجمه: اصغر طارمیان و علی نقی کریمی. (۱۳۸۹). چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. (۲۰۰۱).

15- Ambrosi M, Dei L, Giorgi R, Neto C, Baglioni P. Colloidal particles of Ca (OH) 2: properties and applications to restoration of frescoes. Langmuir. 2001 Jul 10;17(14):4251-5.

16- Ajayan, P. M., Schadler, L. S., & Braun, P. V. Nanocomposite science and technology. John Wiley & Sons. (2006).

17- Appelbaum, B. Criteria for treatment: reversibility. Journal of the American Institute for Conservation, (1987). 26, 65-73.

18- Allington-Jones L. The Phoenix: The Role of Conservation Ethics in the Development of St Pancras

پایدار) را می‌تواند به چالش بکشد. هر چند برگشت پذیری کامل در واقع شدنی نیست اما ارزشی است که به هر درمان حفاظتی اضافه می‌شود تا کیفیت عمومی آن را ارتقا بدهد و از طرفی می‌تواند سندی بر توجه به آیندگان اشیا باشد. با توجه به آنچه مورد بحث قرار گرفت در مورد مفاهیم اخلاقی حوزه حفاظت از آثار تاریخی و نظر برخی محققان بر اینکه برخی مفاهیم مانند برگشت‌پذیری جای نقد دارند، به نظر می‌رسد زمان آن رسیده است که حفاظت‌گران دور هم آیند و در مورد به کارگیری روش‌های جدید در حفاظت از اشیای تاریخی و تعارض آن با برخی مفاهیم اخلاقی موجود، تصمیم جدیدی اتخاذ کنند و به یک تعادل پویا برسند و به گفته اسمیت زمان آن رسیده که قضاوت حرفه‌ای جانشین فلسفه‌ی برگشت پذیری شود.

۵. منابع

۱- الماسی، محمد جوان؛ مهرآبادی، رضا و فنایی شیخ الاسلامی، طاهره. بررسی انواع نانو کامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در صنایع دریایی و نظامی. اولین همایش ملی توسعه سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، منطقه سوم نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران-کنارک. (۱۳۹۱).

۲- حبیبی، محسن؛ مقصودی، ملیحه. مرمت شهری، تعاریف، نظریه‌ها، تجارب، منشورها و قطعه‌نامه‌های جهانی، روش‌ها و اقدامات شهری. چاپ دوم، دانشگاه تهران. (۱۳۸۴).

۳- حسینی صومعه، محدثه. کاربرد ترکیب ضدقارچ‌های نانو در حفاظت آثار چوبی مورد پژوهی: نمونه چوب و قارچ سرداب محراب کلیسای بیت اللحم اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی. دانشگاه هنر تهران. راهنما: صمد سامانیان. مشاور: مریم افشارپور. (۱۳۹۲).

۴- دیداری، معصومه. امکان‌سنجی استفاده از نانو مواد هیدروکسید کلسیم و منیزیم در اسیدزدایی چوب‌های تاریخی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی. دانشگاه هنر اصفهان. (۱۳۸۸).

۵- عباسی، علی (مترجم). نانوکامپوزیت‌ها انواع، کاربردها و بازار. به سفارش ستاد ویژه توسعه فناوری نانو. انتشار الکترونیکی. (۱۳۹۰).

۶- میونز ویناس، سالوادور. نگره‌ی نگاهداشت معاصر. ترجمه فرهنگ مظفر، فاطمه مهدی زاده و حمید فرهنگمندی بروجنی چاپ اول. اصفهان: انتشارات گلدسته. (۱۳۸۹).

۷- محمدی آچالویی، محسن. ارزیابی کاربرد نانو سید در حفاظت آثار چوبی در برابر آسیب‌های بیولوژیک. پایان‌نامه



- Solutions. Application of Microemulsions and Micelles to Cultural Heritage. *Langmuir* 2003, 19, 7867–7872.
- 30- D'AGOSTINO S, Bellomo M. The concept of reversibility in the structural restoration of archaeological sites. *Advances in architectures series*. 2003:431-7.
 - 31- D'Amato, R., Caneve, L., Giancristofaro, C., Persia, F., Pilloni, L., & Rinaldi, A. (2014). Development of nanocomposites for conservation of artistic stones. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part N: Journal of Nanoengineering and Nanosystems*, 228(1), 19-26.
 - 32- De Filpo G, Palermo AM, Rachiele F, Nicoletta FP. Preventing fungal growth in wood by titanium dioxide nanoparticles. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2013 Nov 30;85:217-22..
 - 33- Giorgi R, Dei L, Ceccato M, Schettino C, Baglioni P. Nanotechnologies for conservation of cultural heritage: paper and canvas deacidification. *Langmuir*. 2002 Oct 15;18(21):8198-203.
 - 34- Giorgi, R.; Bozzi, C.; Dei, L.; Gabbiani, C.; Ninham, B. W.; Baglioni, P. Nanoparticles of $Mg(OH)_2$: Synthesis and Application to Paper Conservation. *Langmuir* 2005, 21, 8495–8501.
 - 35- Giorgi R, Baglioni M, Berti D, Baglioni P. New methodologies for the conservation of cultural heritage: micellar solutions, microemulsions, and hydroxide nanoparticles. *Accounts of Chemical Research*. 2010 Mar 5;43(6):695-704.
 - 36- Giorgi R, Chelazzi D, Baglioni P. Conservation of acid waterlogged shipwrecks: nanotechnologies for de-acidification. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. 2006 Jun 1;83(4):567-71.
 - 37- Giancristofaro C, D'Amato R, Caneve L, Pilloni L, Rinaldi A, Persia F. Performance of nanocomposites for preservation of artistic stones. In Rossi M, Mariani C, Terranova ML, editors. *AIP Conference Proceedings* 2014 Jun 19 (Vol. 1603, No. 1, pp. 86-92). AIP.
 - 38- Harandi, D., Ahmadi, H., Mohammadi Achachluei, M. (2016). Comparison of TiO_2 and ZnO Railway Station (London, UK). *Journal of Conservation and Museum Studies*. 2013 Sep 2;11(1).
 - 19- Baglioni, P., Giorgi, R., & Dei, L. Soft condensed matter for the conservation of cultural heritage. *Comptes Rendus Chimie*, . (2009). 12(1), 61-69.
 - 20- Barclay, R. Wood Consolidation on an Eighteenth Century English Fire Engine. *Studies in Conservation*, (1981). 26, 133-139.
 - 21- Bertolini C, Crivellaro A, Marciniak M, Marzi T, Socha M. Nanostructured materials for durability and restoration of wooden surfaces in architecture and civil engineering. In *Proceedings of World Conference on Timber Engineering*, Riva del Garda, Italy 2010 Aug.
 - 22- Balliana E, Ricci G, Pesce C, Zendri E. Assessing the Value of Green Conservation for Cultural Heritage: Positive and Critical Aspects of Already Available Methodologies. *International Journal of Conservation Sciences*. 2016 Apr 1;7:185-202.
 - 23- Baglioni P, Chelazzi D, Giorgi R. Nanotechnologies in the conservation of cultural heritage: a compendium of materials and techniques. Springer; 2014 Nov 20.
 - 24- Bugani S, Camaiti M, Morselli L, Van de Castele E, Janssens K Investigating morphological changes in treated vs. untreated stone building materials by X-ray micro-CT. *Anal Bioanal Chem* (2008). 391:1343–1351
 - 25- Caple C. Conservation skills: judgement, method and decision making. Routledge; 2012 Nov 12.
 - 26- Crisci GM, La Russa MF, Malagodi M, Ruffolo SA. Consolidating properties of Regalrez 1126 and Paraloid B72 applied to wood. *Journal of Cultural Heritage*. 2010 Sep 30;11(3):304-8.
 - 27- Cullen Cobb, K. Charred Wood Consolidated With Thermoplastic Resins. Queen's University, Presented At The 2005 Annual Conference Of The Association Of North American Graduate Programs In The Conservation Of Cultural Property (Anagpic), Buffalo State College Art Conservation Department.
 - 28- Christensen M, Kutzke H, Hansen FK. New materials used for the consolidation of archaeological wood—past attempts, present struggles, and future requirements. *Journal of Cultural Heritage*. 2012 Sep 30;13(3):S183-90.
 - 29- Carretti, E.; Dei, L.; Baglioni, P. Solubilization of Acrylic and Vinyl Polymers in Nanocontainer



- nanocomposites. In Nanocomposites-New Trends and Developments 2012. InTech.
- 50- Syberg, K., & Hansen, S. F. (2016). Environmental risk assessment of chemicals and nanomaterials—The best foundation for regulatory decision-making?. *Science of the Total Environment*, 541, 784-794.
 - 51- Schniewind, P. (1990). Solvent and Moisture Effects in Deteriorated Wood Consolidated With Soluble Resins. *Holz ALS Rob- Und Werkst Off*, 48, 11-14.
 - 52- Schiessl, U. (1998). History of Structural Panel Painting Conservation in Austria, Germany, and Switzerland. In *The Structural Conservation of Panel Paintings: Proceeding Of a Symposium at the J. Paul Getty Museum, April 1995* (K. Dardes and A. Rothe, Eds) The Getty Institute For Conservation.
 - 53- Smith, R.D. (1988). Reversibility: a questionable philosophy. *Restaurator*, 9, 199-207
 - 54- Tuduce, T.A. A., Sandu, I. C. A., Timar, M. C., Dumitrescu G. L., & Sandu, I. (2013). Sem-Edx, Water Absorption, and Wetting Capability Studies on Evaluation of the Influence of Nano-Zinc Oxide As Additive to Paraloid B72 Solutions Used For Wooden Artifacts Consolidation. *Microscopy Research and Technique*, 76, 209-218.
 - 55- Wermuth JA. Simple and integrated consolidation systems for degraded wood. 1990.
 - 56- Zidan Y. The conservation of a wooden Graeco-Roman coffin box. *e-Preservation Science*. 2006(3):27-33.
 - nanoparticles for the improvement of consolidated wood with polyvinyl butyral against white rot. *International Biodeterioration & Biodegradation* 108, 142-148.
 - 39- Mantanis G, Terzi E, Kartal SN, Papadopoulos AN. Evaluation of mold, decay and termite resistance of pine wood treated with zinc-and copper-based nanocompounds. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2014 May 31;90:140-4.
 - 40- Mohammadnia Afrouzi, Y., Omidvar, A., & Marzbani, P. Effect Of Artificial Weathering On The Wood Impregnated With Nano-Zinc Oxide. *World Applied Sciences Journal*, 22 (9), 1200-1203. (2013).
 - 41- Mantanis, G. I., & Papadopoulos, A. N. (2010). The Sorption Of Water Vapour Of Wood Treated With A Nanotechnology Compound. *Wood Sci Technology*, 44, 515-522.
 - 42- Mihailov A. Conservation of the Wooden Elements in the Renaissance Houses of the People's Republic of Bulgaria. *Studies in Conservation*. 1970;15(3):221-3.
 - 43- Manson NA. The concept of irreversibility: its use in the sustainable development and precautionary principle literatures. *Electronic Journal of Sustainable Development*. 2007;1(1):1-5..
 - 44- Ostiguy, C. et al/ Health effects of nanoparticles/ second edition/October 2008.
 - 45- Oberdörster, G., Maynard, A., Donaldson, K., Castranova, V., Fitzpatrick, J., Ausman, K., ... & Olin, S. (2005). Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy. *Particle and fibre toxicology*, 2(1), 8.
 - 46- Ohlídalová M, Kučerová I, Novotná M. Identification of acrylic consolidants in wood by Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2006 Oct 1;37(10):1179-85.
 - 47- Okpala, C. Nanocomposites – An Overview *International Journal of Engineering Research and Development*, Volume 8, Issue 11, PP.17-23, (2013).
 - 48- Pereira HN. Contemporary trends in conservation: culturalization, significance and sustainability. *City & Time*. 2007;3(2):2.
 - 49- Yeum JH, Park SM, Kwon IJ, Kim JW, Kim YH. Carbon nanotube embedded multi-functional polymer