

دانشگاه مرمت



ارزیابی ساختاری پارالوئید B-72 و تاثیر استفاده از آن در مرمت آثار ساخته شده از چوب

Structural assessment of Paraloid B-72 and its application effects in conservation of wood artifacts

محمد حدادی، محسن محمدی

Mohammad Hadadi,
Mohsen Mohamadi

دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مرمت اشیای فرهنگی -
و تاریخی، دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان
mohammad_hadadi2004@yahoo.com

دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مرمت اشیای فرهنگی -
و تاریخی، دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان
mma197410@Gmail.com

مقدمه

پارالوئید B-72 از جمله رزین های اکریلیکی می باشد که در دهه های اخیر در بسیاری از امور مرمتی به عنوان چسب، استحکام بخش و پوشش مورد استفاده بوده است. در این میان استفاده از این رزین در مرمت آثار ساخته شده از چوب در ایران جایگاه ویژه ای یافته است که در این امر ناشی از سهولت دسترسی و آشنایی مرمت گران با آن از دلایل عمده به شمار می رود. هر چند تا کنون تحقیقات مختلفی در جهت تاثیرات استفاده از رزین های مختلف در مرمت چوب صورت گرفته است ولی به دلیل استفاده روزافزون از این ماده در ایران (مرمت چوب) لزوم آشنایی مرمت گران با ساختار پارالوئید B-72 و تاثیرات استفاده از آن در چوب، بیش از پیش مبرهن است. در مرمت ویژگی های زیادی باید مد نظر قرار گیرد و سپس نسبت به انتخاب یک رزین جهت استفاده اقدام گردد. در این مقاله سعی شده است ابتدا به بررسی ساختاری پارالوئید B-72 و سپس تاثیرات استفاده از آن در چوب مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ساختار، پارالوئید B-72، مرمت، چوب

Abstract

Paraloid B-72 is a trademark for the copolymer of MA and EMA, which has used in the conservation extensively. Due to extensive application in wood conservation in Iran, its effects on wood were evaluated. Investigations have shown different results of Paraloid uses in burial and architectural woods. Shrinkage in cellular structure, polymer decay during the time and wood properties changes are limitations, and good consolidation and suitable adhesive qualities are the application positive points. Results showed that Paraloid B-72 application in small wooden artifacts could be suggested, but in large objects and architectural woods is not a appropriate choice. At last, in the case of using Paraloid B-72, addition of resin modifiers and mixture solvents are suggested.

Keywords: structure, Paraloid B-72, conservation, wood

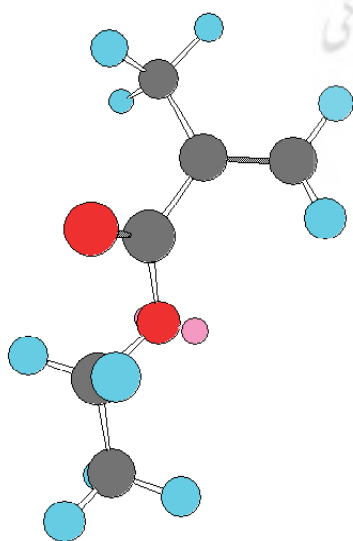
۲ - ساختار پارالوئید B-۷۲

پارالوئید B-۷۲ کوپلیمری از متیل اکریلات (MA) و اتیل متا کریلات (EMA) است و اختصاراً پلیمر آن PEMA مونومر آن EMA ذکر می شود. این پلیمر را می توان از پلی اکریلیک اسید نیز بدست آورد بدین ترتیب که اتم هیدروژن نوع سوم را توسط یک گروه متیل جایگزین کرده و سپس گروه کربوکسیلیک اسید را اتانول استری نمود. (نیکلسون، ۱۳۸۰، صص ۲۵-۳۹) که در نتیجه یک استر آلی که به کربوکسیلات یا آلکانوات نیز موسوم اند (به صورت پلیمریزه شده) بدست می آید که نام آیوپاک آن پلی-۱ اتوکسی کربونیل-۱ متیل اتن خواهد بود. PEMA مانند شیشه شفاف و سخت است و برخلاف مونومر خود برای سلامتی خطری ندارد. (Lewis. Richard. J, ۲۰۰۲, p ۵۰۵) پارالوئید B-۷۲ از دهه ۵۰ میلادی در امور مرمتی و از ۱۹۷۰ به بعد در مرمت چوب مورد استفاده قرار گرفته است. از این ترکیب در مرمت اشیاء مختلف چون ساختارهای وابسته به معماری، پیکره های نقاشی شده و اشیای کوچک استفاده شده است که در این امر در حلال های متعدد و در غلظت های مختلف انجام گرفته است. (محمدی، ۱۳۸۷) اولین گزارش ها نشان دهنده استفاده محلول های ۲۰٪ در تولوئن هستند. نتایج این گزارش ها نشان می دهد که بعضی چوب گونه ها مانند زیرفون در محلول های ۲۰٪ و بالاتر در تولوئن دچار واکنش می گردند. (A.P. Schniewind, ۲۰۰۱, pp ۴۵۹-۴۷۰)



شکل ۲ - اتیل متا کریلات

شکل ۱ - پلی اتیل متا کریلات



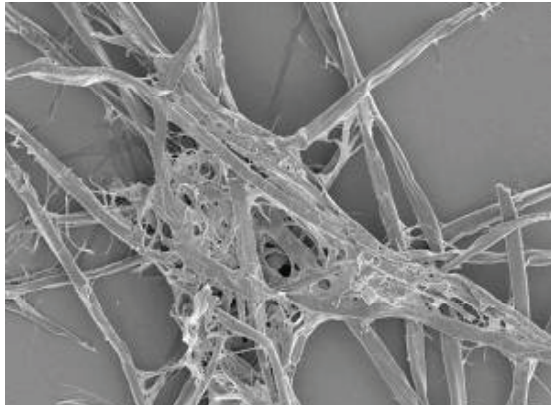
20 internal coordinates							
Atom	Bond Atom	Bond Length	Angle Atom	First Angle	Third Atom	Second A...	Angle Type
C(1)							
C(2)	C(1)	1.337					
C(3)	C(2)	1.497	C(1)	121.733			
C(4)	C(2)	1.517	C(1)	117.933	C(3)	120.333	Pro-R
O(6)	C(4)	1.360	C(2)	124.300	C(1)	-61.085	Dihedral
Lp(19)	O(6)	0.600	C(4)	100.936	C(2)	-66.547	Dihedral
lp(20)	O(6)	0.600	C(4)	100.939	lp(19)	128.506	Pro-S
O(5)	C(4)	1.210	C(2)	123.000	O(6)	124.966	Pro-R
C(7)	O(6)	1.402	C(4)	109.900	C(2)	180.000	Dihedral
C(8)	C(7)	1.514	O(6)	107.400	C(4)	-179.000	Dihedral
H(16)	C(8)	1.114	C(7)	111.152	O(6)	60.155	Dihedral
H(17)	C(8)	1.114	C(7)	111.152	H(16)	107.968	Pro-R
H(18)	C(8)	1.115	C(7)	111.030	H(16)	107.690	Pro-S
H(14)	C(7)	1.111	O(6)	106.700	C(8)	109.208	Pro-R
H(15)	C(7)	1.111	O(6)	106.700	C(8)	109.206	Pro-S
H(9)	C(1)	1.100	C(2)	120.500	C(3)	180.000	Dihedral
H(10)	C(1)	1.100	C(2)	120.500	H(9)	119.000	Pro-R
H(11)	C(3)	1.113	C(2)	110.000	C(1)	120.000	Dihedral
H(12)	C(3)	1.113	C(2)	110.000	H(11)	109.000	Pro-R
H(13)	C(3)	1.113	C(2)	110.000	H(11)	109.000	Pro-S

جدول ۱ - ویژگی های ساختاری شیمیایی اتیل متا کریلات

۳- مروری بر استفاده

همچنین مقایسه ها نشانگر اتصالات بهتر با رزین هایی چون بوتوار B98 در شرایط برابر می باشد و فرآیند برگشت رزین نیز کمتر است. همچنین از پارالوئید B-72 در ساخت پرکننده ها نیز استفاده شده است. استحکام بخشی با پارالوئید محلول در استون بسیار موثرتر ذکر شده است. البته محلول های ۴۰٪ آن در تولوئن برای چوب های آسیب دیده توسط قارچ ها و حشرات بسیار مناسب ذکر شده ولی اشباع و نفوذ کامل به هیچ عنوان حاصل نمی شود. (Y. Wang, A.P. Schniewind, ۱۹۸۵) البته واکنشیدگی چوب در طول استحکام بخشی نیز به حلال مورد استفاده بستگی خواهد داشت. عمر مفید پارالوئید B-72 کمتر از صد سال ذکر شده است و مطالعات پیرشدگی آن هنوز ادامه دارد. امروزه استفاده از این رزین در مخلوطی از حلال ها پیشنهاد می شود. به علاوه اینکه اغلب از آن در استحکام بخشی از آثار استفاده می شود و استفاده از آن در تمامی بخش های

محلول های آن در حلال های قطبی و محلول های آن در حلال های غیر قطبی وجود دارد و همواره محلول های قطبی نتایج بهتری نشان داده اند. همچنین قطبی بودن حلال باعث نفوذ بهتر استحکام بخش می گردد. (T. SAKUNO, A. P. SCHNIEWIND, ۱۹۹۴)



تصویر ۱ - تاثیر حلال بر لیف های سلولزی و جذب بهتر آن

در این میان از جمله دلایل موثر می توان به وجود گروه های آلی متعدد در مواد استخراجی چوب اشاره کرد که تاثیرات قابل ملاحظه ای بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی چوب خواهند داشت. البته میزان این مواد در چوب های تاریخی در اثر عوامل مختلفی چون تخریب به شرایط محیطی متفاوت و کاربری متعدد، حتی در گونه های چوب یکسان در آثار مختلف، می تواند تفاوت فاحشی داشته باشد که این مساله موجب تاثیرات مختلف خواهد شد. واکنشیدگی و هم کشیدگی چوب در اثر تاثیر محلول مورد استفاده از مواردی است که همواره مورد توجه مرمت گران بوده است. هر چند استفاده از محلول های قطبی تاثیرات بهتری را نشان داده اند و در میان آن ها پروپانول و ویژگی های بهتری را از خود نشان داده است لیکن استفاده از پروپانول در چوب های خشک موجب خروج سریع آب بین بافتی در چوب خواهد شد که این امر موجب هم کشیدگی چوب و اعوجاج چوب در اثر تغییرات ناهمگن آن به دلیل ساختار هر سو نایکسان آن می گردد.

از طرفی واکنشیدگی ناشی از اشباع رزین نیز ممکن است موجب تغییرات غیرقابل برگشتی گردد که موجب آسیب های جبران ناپذیری در چوب شود. میزان نفوذ نیز از جمله مواردی است که در هنگام انتخاب حلال باید مورد توجه قرار گیرد. ولی باید به سایر ویژگی های اثر مانند وجود لایه های رنگ نیز توجه شود، مثلاً استفاده از پارالوئید ۱۰٪ در مخلوطی از استون، گزیلن و سلوسالو (۱:۱:۱) بهترین میزان نفوذ را از خود نشان داده است ولی استفاده از آن موجب آسیب جدی به لایه بستر و رنگ روی چوب خواهد



نمودار ۱ - ویژگی های لازم رزین جهت استفاده

۴- عوامل موثر در کیفیت درمان الف - حلال

تاثیرات حلال بر استحکام بخش و کیفیت درمان از مسائلی است که همواره بر کیفیت رزین مورد استفاده در مرمت تاثیر به سزایی داشته است. پارالوئید B-72 در حلال هایی چون تولوئن، گزیلن، اتیل استات و استون محلول است و در اتانول به صورت دیسپرسیون در می آید و تا کنون از محلول های مختلف آن در مرمت استفاده شده است.

انتخاب حلال و ویژگی های آن تاثیر قابل ملاحظه ای بر کیفیات چسبندگی رزین خواهد داشت. قطبی یا غیر قطبی بودن آن باعث تغییر ویژگی های فیزیکی رزین می شود به طوری که اختلاف قابل ملاحظه ای بین

شد. از طرفی فرآیند برگشت به سطح نیز از موارد جدی محدود کننده استفاده از حلال ها می باشد. در حقیقت فرار بودن حلال موجب خواهد شد که حلال رزین به دلیل تبخیر سریع، حتی در صورت نفوذ مناسب، سریعاً جهت تبخیر به سمت سطح چوب حرکت کند و میزان زیادی از رزین در قشرهای سطحی جمع شود که این امر موجب تشکیل پوسته رزینی می گردد. به علاوه سوسک های شاخک دراز نیز با حفر این پوسته به چوب زیرین خواهند رسید و باعث آسیب جدی بیولوژیک خواهند شد. با توجه به دلایل فوق همواره استفاده از مخلوط حلال ها به صورت نیمه بسته پیشنهاد می شود یعنی شیء با ورقه های آلومینیومی پوشیده شود تا در تبخیر حلال تاخیر ایجاد شود ولی همین امر موجب ماندگاری بیشتر حلال در رزین (پس از گیرش) خواهد شد و سپس در طول زمان موجب تخریب ساختاری رزین خواهد شد.

جدول ۲ - تاثیر استفاده از حلال های قطبی و غیر قطبی

قطبی	غیر قطبی
نفوذ بهتر	تأثیر کمتر بر ساختارهای چوب
بهبود قابل توجه ویژگی های چسبندگی رزین	تأثیر کمتر در ریزگی های چوب
تأثیر بر رطوبت تعادل چوب و امکان تغییر فیزیکی	تأثیر کمتر بر رطوبت تعادل چوب
امکان ایجاد تغییر در مواد استخراجی	کمتر کمتر

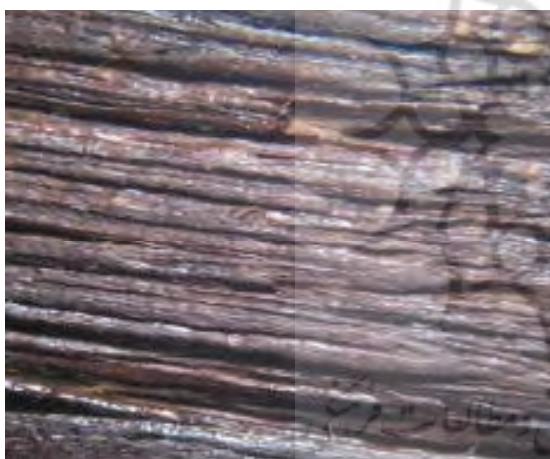
ب - شیوه درمان

از شیوه های مختلفی جهت درمان چوب با پارالوئید استفاده شده است. در حقیقت انتخاب شیوه درمان تابع عواملی است که در آسیب و یا شکل اثر چوبی موثرند، هر چند نوع اثر چوبی و اندازه های آن نیز تا میزان زیادی بر آن تاثیر خواهد داشت. به عنوان مثال آثار حجیم و یا ساختارهای وابسته به معماری معمولاً با روش های آغشته سازی سطحی درمان می شوند البته استثناهایی نیز در این مورد وجود داشته است. (به عنوان مثال می توان به مرمت کشتی کوگ اشاره کرد) روش های درمان را می توان به روش های بدون فشار و روش های با استفاده از فشار تقسیم کرد. در روش های بدون فشار آغشته سازی

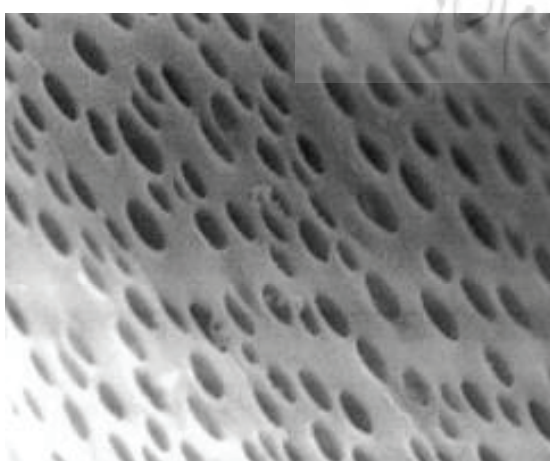
سطحی و یا غوطه وری رزین موجب ورود رزین به ساختار چوب می شود ولی این امر همواره از روش های فشاری کمتر خواهد بود. معمولاً استفاده از پارالوئید B-۷۲ به صورت غوطه وری و یا آغشته سازی سطحی صورت می گیرد که این امر می تواند موجب توزیع نامناسب رزین در چوب شود. این توزیع نامناسب علاوه بر تغییرات متفاوت قسمت های مختلف چوب در طول زمان ممکن است باعث تفاوت های فیزیکی محسوسی در بخش های مختلف اثر گردد. به علاوه در روش های بدون فشار حفره های سلولی اشباع نمی گردد که این امر باعث تشدید تبعات انقباض رزینی خواهد شد



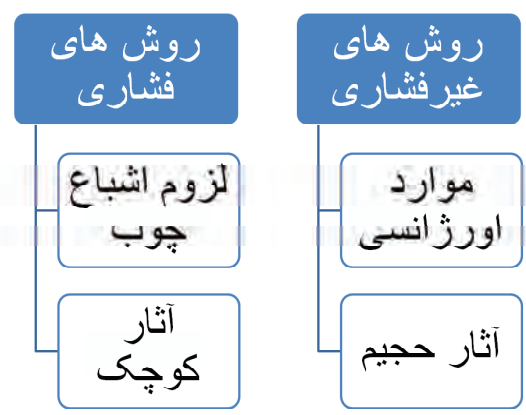
تصاویر ۲ و ۳ - تاثیر رزین در سطح چوب و سطح خارجی الیاف



تصویر ۴ - نمای چوب استحکام بخشی شده با پارالوید



تصویر ۵ - پوشش پارالوید BV۲ (محلول ۵ درصد در استون)



نمودار ۲ - شیوه های استحکام بخشی

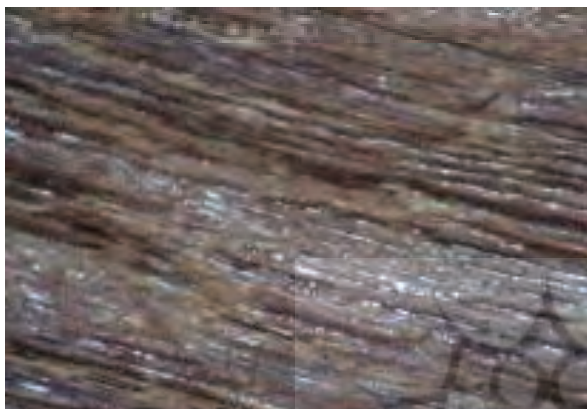
۵- محاسن، معایب و بحث

پارالوید B-۷۲ از جمله رزین های متاکریلیکی است که در زمینه مرمت جایگاه ویژه ای یافته است. از مهمترین ویژگی های این رزین برگشت پذیری نسبی آن را می توان برشمرد. البته این امر در بهترین حالت در حدود ۶۰٪ خواهد بود به علاوه با گذشت زمان ویژگی های انحلالی رزین تغییر می کند که این میزان کاهش می یابد. بعلاوه نمی توان این مورد را ویژگی قابل استنادی برای استفاده آن دانست زیرا محصولاتی چون بوتوار B۹۸ را می توان تقریباً به طور کامل از ساختار چوب خارج کرد ولی این امر در مورد پارالوید B-۷۲ صادق نیست. استفاده از پارالوید B-۷۲ موجب بهبود قابل توجه ویژگی های استحکامی چوب می شود، البته نمی توان آن را در مورد پائل های نقاشی که شدیداً توسط آسیب های بیولوژیک دچار تخریب شده اند، به کار برد زیرا جوابگو نخواهد بود. (J. Podany, K. M., Garland, W. R. Freeman, J. Rogers, ۲۰۰۱)

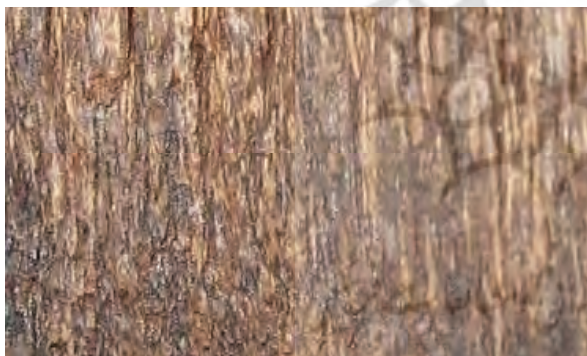
از طرفی می توان به ویژگی های پیرشدگی نسبتاً مناسب آن نسبت به سایر رزین های همولوگ آن نیز اشاره کرد. انقباض رزینی پارالوید در هنگام گیرش از مشکلات اساسی آن در آثار چوبی به شمار می رود به گونه ای که باعث جمع شدگی سلول های چوب می گردد و تنش های متعدد در طول زمان موجب ایجاد ترک هم در چوب و هم در رزین خواهد شد. بعلاوه استفاده از محلول های با غلظت کمتر جهت نفوذ بیشتر رزین این مساله را تشدید خواهد کرد. البته این مساله در آثاری که توسط میکروارگانیسم ها آسیب جدی دیده اند چندان به چشم نمی خورد که این امر ناشی تغییرات اساسی در ساختار سلولی چوب توسط میکرو ارگانیسم هاست. (A. P. SCHNIEWIND, P. Y., EASTMAN, ۱۹۹۴)



تصویر ۶ - تاثیر مثبت رزین در استحکام بخشی آثار کوچک



تصویر ۷ - براقیت رزین در سطح در اثر فرآیند برگشت رزین



تصویر ۸ - تاثیر انقباض رزینی در سطح چوب



تصویر ۱۰ - توزیع غیر یکنواخت رزین

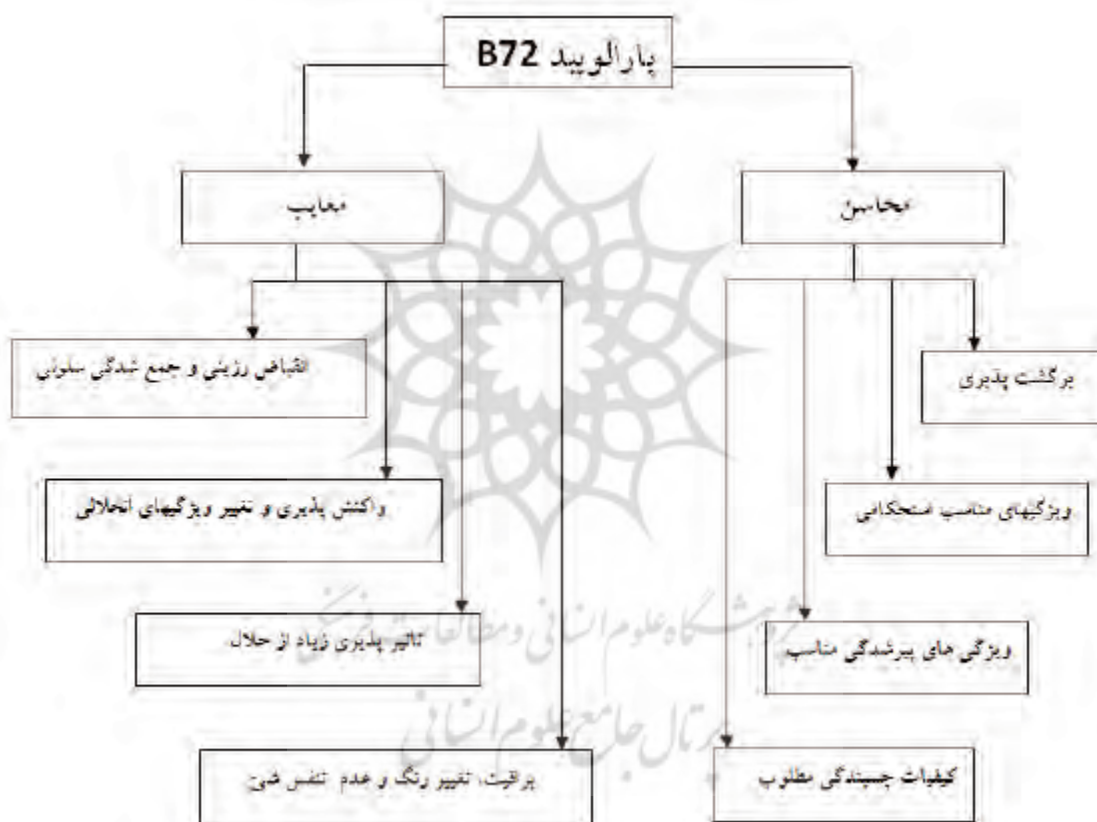
البته پارالوئید B-۷۲ به عنوان چسب در اتصالات مقاومت کششی مناسبی را از خود نشان می دهد و در انقباض رزینی موجب افزایش استحکام اتصال می گردد. استفاده از پارالوئید B-۷۲ به عنوان پوشش به نظر می رسد نتایج بهتری را در بر داشته باشد. پوشاندن مناسب سطح آن را به موردی مناسب جهت پوشش تبدیل کرده است ولی این امر موجب براقیت و انعکاس نامناسب نور خواهد شد (P.L. Chou, H.T. Chang, T.F. Yeh, S.T. Chang, ۲۰۰۸) ولی از نظر تحقیقاتی پس از پوشش دادن نیز امکان شناسایی رنگ های محاط شده درون رزین نیز وجود دارد. از طرفی حتی با گذشت زمان و تغییرات ویژگی آن، امکان پاکسازی آن وجود خواهد داشت (A. D.Carbó, M.T.D. Carbó, M. Moreno, ۲۰۰۰) و پاکسازی فیلم های پارالوئید B-۷۲ پیر شده، به وسیله آنزیم لپاز کاملاً موفقیت آمیز گزارش شده است. (Bellucci, P. Cremonesi, G. Pigna - noli, ۱۹۹۹)

همچنین باردار شدن رزین از نظر الکتروستاتیکی در طول زمان موجب گرد و غبار می گردد که این مساله به نوبه خود مقدمه ای برای فرایندهای تخریب رزین خواهد بود. همچنین پارالوئید B-۷۲ تحت تاثیر تنش های داخلی دچار ترک و ریز ترک می شود، هر چند تردی آن را می توان با افزودن مواد پلاستیک ساز، کاهش داد ولی این باعث باقی ماندن حلال در ساختار رزین و تاثیرات منفی آن در طول زمان می گردد. (G. E. Ioanid, D. Parpauta, A.M. Vlad, ۲۰۰۵)



تصویر ۹ - تثبیت مناسب چوب شدیداً آسیب دیده

B۷۲ نمودار ۳ - معایب و محاسن استفاده از پارالوید



۶- نتیجه گیری

پارالوید B-۷۲ از مهم ترین رزین های مورد استفاده در مرمت به شمار می رود. تاثیرات مختلف پارالوید B-۷۲ در آثار متفاوت ناشی از تفاوت های ریزساختارهای تشکیل دهنده چوب های گوناگون می باشد. ایجاد جمع شدگی در ساختار سلولی، تخریب ساختار پلیمر در طول زمان و ایجاد تغییرات در خصوصیات ماده چوب از عمده ترین معایب استفاده از آن به شمار می رود و تاثیرات استحکامی مطلوب و کیفیات چسبندگی مناسب از محاسن برجسته پارالوید می باشد. البته استفاده از این رزین در آثار حجیم نتایج مناسبی در بر نخواهد داشت. البته قابلیت مناسب استفاده در آثار کوچک چوبی و لزوم دقت در انتخاب حلال همواره مد نظر خواهد بود. همچنین لزوم در نظر گرفتن ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و مرفولوژیکی شیء از جمله نکاتی است که باید مورد توجه قرار گیرد. با این وجود به طور کلی می توان گفت که پارالوید B-۷۲ معمولاً نمی تواند انتخاب اول برای استحکام بخشی چوب باشد.

TOMOYASU SAKUNO, & ARNO P. SCHNIEWIND, (1994), ADHESIVE QUALITIES OF CONSOLIDANTS FOR DETERIORATED WOOD, JAIC 1990, 29, 1, pp. 33 – 44

Unger. A, Schniewind. A. P, Unger. W, (2001), Conservation of wood Artifacts, NewYork, Springer

Y. Wang, Schniewind. A.P, (1985), CONSOLIDATION OF DETERIORATED WOOD WITH SOLUBLE RESINS, JAIC, 24, 2, pp. 77 - 91

منابع

محمدی. محسن: (۱۳۸۷)، «ارزیابی مهم ترین استحکام بخش های به کار رفته در حفاظت و مرمت اشیا چوبی»، نشریه الکترونیکی دانش و مرمت و میراث فرهنگی، سال چهارم، دره ی جدید، شماره ی پایبی ۲، پاییز و زمستان، دسترسی <http://www.aui.ac.ir/rsach>

نیکلسون. جان. دبلیو: (۱۳۸۰)، «شیمی پلیمر»، مترجمان: وحید حدادی اصل، فاطمه میرخلیل زاده، ساناز پورمند، تهران، نشر یامهدی، چاپ اول

ARNO P. SCHNIEWIND, & PETER Y. EASTMAN, (1994), CONSOLIDANT DISTRIBUTION IN DETERIORATED WOOD TREATED WITH SOLUBLE RESINS, JAIC, 33, 3, pp 247 – 255

Doménech-Carbó, M.T. Doménech-Carbó, M. Moya-Moreno, (2000) Identification of inorganic pigments from paintings and polychromedsculptures immobilized into polymer film electrodes by stripping differential pulse voltammetry, *Analytica Chimica Acta* 407, PP 275–289

G. E. Ioanid, D. Parpauta, A.-M. Vlad, (2005) THE ELECTROSTATIC BEHAVIOUR OF MATERIALS USED IN RESTORATION-CONSERVATION PROCESS, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* Vol. 7, No. 3, June, p. 1643 – 1649

Jerry Podany, Kathleen M. Garland, William R. Freeman, Joe Rogers, (2001) Paraloid B-72 as a Structural Adhesive and as a Barrier within Structural Adhesive Bonds: Evaluations of Strength and Reversibility, *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 40, No. 1 (Spring,), pp. 15-33

Lewis. Richard. J, (2002), Hawley,s condensed chemical dictionary, Tehran, Nopardazan, 14th edition

Pai-Lung Chou, Hui-Ting Chang, Ting-Feng Yeh, Shang-Tzen Chang, (2008), characterizing the conservation effect of clear coatings on photodegradation of wood, *Bioresource Technology*, 99, 1073–1079

Roberto Bellucci, Paolo Cremonesi, Ginevra Pignagnoli, (1999) A Preliminary Note on the Use of Enzymes in Conservation: The Removal of Aged Acrylic Resin Coatings with Lipase, *Studies in Conservation*, Vol. 44, No. 4, pp. 278-281