

## بررسی دوام چوبهای تجارتي ایران در مقابل حفاران دریایی در سواحل بندر ماهشهر، بندر ترکمن و بندر نوشهر

علی رضانژاد<sup>۱</sup> و حبیب‌اله عرب‌تبار فیروزجایی<sup>۱</sup>

### چکیده

نمونه‌های آزمونی از گونه‌های راش (*Fagus orientalis*)، بلند مازو (*Quercus castaneafolia*)، ممرز (*Carpinus betulus*)، توسکا (*Alnus subcordata*)، چنار (*Platanus orientalis*)، اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) و کرت (*Acacia arabica*)، به ابعاد ۲۰×۷۵×۲۰۰ میلیمتر تهیه و به روش بتل با مواد حفاظتی کرئوزوت و سلکور ۵٪ اشباع شدند. نمونه‌های اشباع شده همراه نمونه‌های شاهد این گونه‌ها در سواحل بندر ماهشهر، بندر ترکمن و بندر نوشهر در داخل دریا نصب شدند. دوام نمونه‌های آزمونی در مقابل حفاران دریایی (marine borers) در ساحل ماهشهر پس از ۸، ۱۷، ۲۳، ۲۸، ۳۵ و ۴۹ ماه، در ساحل بندر ترکمن پس از ۸، ۱۴، ۲۲، ۲۹ و ۳۹ ماه و در بندر نوشهر پس از ۸، ۱۸، ۲۵، ۳۱ و ۴۰ ماه استقرار در آب دریا، براساس دستورالعمل شماره M19-67 انجمن حفاظت چوب آمریکا (AWPA) و آیین‌نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM و دستورالعمل شماره ۴۴۳۲ انجمن جهانی حفاظت چوب (IRG/WP-4432)، (1985)، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد که نمونه‌های شاهد بلوط، راش، ممرز و توسکا پس از ۲۳ ماه، چنار پس از ۳۵ ماه و کرت پس از ۴۹ ماه کاملاً تخریب شدند. نمونه‌های شاهد اکالیپتوس کاملدولنسیس پس از ۴۹ ماه تخریب نشدند. همه نمونه‌های اشباع شده با سلکور و کرئوزوت گونه‌های بلوط، راش و ممرز پس از ۴۹ ماه و گونه‌های توسکا، چنار، اکالیپتوس و کرت پس از ۳۵ ماه استقرار در آب دریا بدون علائم تخریب بودند. نمونه‌های آزمونی شاهد و اشباع شده در سواحل بندر ترکمن و نوشهر در دریای خزر پس از حدود ۴ سال استقرار در دریا، به‌وسیله حفاران دریایی تخریب نشدند. براساس بررسیهای انجام شده سواحل جنوب دریای خزر فاقد حفاران دریایی مخرب چوب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حفاران دریایی، چوب، اشباع، کرئوزوت، سلکور و دوام

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران.

E-mail: rezanejad@rifr-ac.ir

## مقدمه

دو راسته از جانوران به عنوان حفاران دریایی چوب شناخته شده‌اند که عبارتند از: نرم‌تنان (Molluscan) و سخت‌پوستان (Crustacean). از راسته نرم‌تنان، خانواده Teredinidae و از راسته سخت‌پوستان، خانواده Limnoriidae بیشترین خسارات را به چوب شناورها و تأسیسات دریایی وارد می‌آورند. براساس نتیجه تحقیق رضانژاد و همکاران (۱۳۸۱)، در سواحل جنوب ایران تردو یا کرم کشتی (Ship worm) و لیمنوریای چوبخوار یا موریانه دریایی (Gribbel) از مهمترین حفاران دریایی می‌باشند. در سواحل شمال ایران جنس Martesia فقط چوب چسب می‌باشد، ولی براساس گزارش Yennawar و همکاران (۲۰۰۰)، گونه Martesia striata از جنس Martesia و از خانواده Pholadidae در بعضی از مناطق از جمله سواحل کشور هندوستان از جمله گونه‌های غالب حفار دریایی محسوب می‌شود. رضانژاد و همکاران (۱۳۸۳) با نصب نمونه‌های آزمایشی چوبهای خارجی مورد مصرف در ساخت شناورهای چوبی در بندر ترکمن و بندر نوشهر در دریای خزر و بندر ماهشهر در خلیج فارس، به این نتیجه رسیدند که پس از ۱۱ سال استقرار نمونه‌های چوب در دریای خزر، هیچیک از چوبها به وسیله حفاران دریایی تخریب نشدند و سواحل جنوب دریای خزر فاقد حفاران مخرب دریایی می‌باشد. در ساحل بندر ماهشهر، تخریب در چوب ساج اشباع نشده، پس از حدود ۹ ماه استقرار در دریا با ایجاد سوراخهای ریز و سوزنی (محل ورود لارو تردو) شروع شد و پس از ۲۰ ماه به درجه تخریب متوسط و پس از ۲۳ ماه به طور کامل تخریب شدند. رضانژاد و پارسا پزوه (۱۳۸۰) با نصب نمونه‌های آزمونی شاهد و اشباع شده با کرثوزوت از گونه‌های ساج (*Tectona grandis*)، بالائوی زرد (*Shorea laevis*)، کرویینگ (*Dipterocarpus alatus*) و چنگال (*Balanocarpus heimii*) در ساحل چابهار به این نتیجه رسیدند که پس از ۲۷ ماه استقرار در دریا، از میان نمونه‌های شاهد فقط چوب چنگال تخریب نشد

ولی همه نمونه‌های اشباع شده پس از ۲۰ ماه استقرار در دریا سالم باقی ماندند. رضائزاد و همکاران (۱۳۸۰) با بررسی دوام همین چوبها در ساحل بوشهر گزارش نمودند که نمونه‌های شاهد چوبهای ساج و بالائوی زرد پس از ۹ ماه استقرار در دریا به‌وسیله نرم‌تنان (تردو) مورد حمله قرار گرفتند. تخریب در نمونه‌های اشباع شده با کرئوزوت، پس از ۲۱ ماه شروع شد، پس از ۲۳ ماه شدت تخریب در نمونه‌های ساج از بقیه بیشتر بود. پس از ۲۸ ماه استقرار در دریا، همه نمونه‌های اشباع شده تخریب شدند. شدت تخریب در نمونه‌های چنگال از بقیه گونه‌ها کمتر بود. رضائزاد و همکاران (۱۳۸۱) در ادامه با بررسی دوام همین چوبها در ساحل بندرعباس به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های شاهد چوب ساج و بالائو پس از ۹ ماه استقرار در دریا به وسیله نرم‌تنان مورد حمله قرار گرفت. چوب کروینگ نسبت به دو گونه ساج و بالائو از دوام بیشتری برخوردار بود، اگرچه چوب این گونه نیز پس از ۲۱ ماه استقرار در دریا کاملاً تخریب شد ولی نمونه‌های شاهد چوب چنگال، پس از ۴۶ ماه استقرار در دریا تخریب نشدند. غیر از نمونه‌های اشباع شده با کرئوزوت بالائو که پس از ۲۱ ماه استقرار در دریا تخریب شدند، بقیه نمونه‌های اشباع شده پس از ۴۶ ماه استقرار در دریا، تخریب نشدند. عرب‌تبار و همکاران (۱۳۸۱) با بررسی اثرات تخریبی عوامل مخرب دریایی بر روی ۷ گونه چوبی داخلی شامل راش، بلند مازو، ممرز، توسکا، چنار، اکالیپتوس کاملدولنسیس و کرت در ساحل بندرعباس به این نتیجه رسیدند که هیچ یک از چوبهای مورد بررسی در حالت طبیعی، در مقابل حفاران دریایی مقاوم نمی‌باشند. اشباع چوب با کرئوزوت و به روش سلول پر، باعث افزایش دوام چوبها شد و غیر از گونه‌های ممرز و کرت که نمونه‌های اشباع شده آنها، تخریب شدند، بقیه گونه‌ها پس از ۳۰ ماه استقرار در دریا، تخریب نشدند. براساس نتایج ارزیابی نمونه‌های آزمونی در سواحل بوشهر به‌وسیله رضائزاد و همکاران (۱۳۸۲)، نمونه‌های شاهد راش و ممرز در مدت حدود ۹ ماه و بلند مازو پس از ۱۴ ماه و نمونه‌های آزمونی اشباع شده با سلکور

گونه‌های راش، بلند مازو و ممرز پس از ۱۴ ماه استقرار در دریا، به شدت تخریب شدند. نمونه‌های آزمون‌ی اشباع شده با کرئوزوت گونه‌های راش پس از ۲۹ ماه، بلند مازو و ممرز پس از ۳۸ ماه استقرار در دریا کاملاً تخریب شدند. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که نمونه‌های شاهد توسکا و چنار پس از ۹ ماه و اکالیپتوس کاملدولنسیس پس از ۲۰ ماه و کرت پس از ۲۹ ماه استقرار در دریا، به‌طور کامل تخریب شدند. نمونه‌های توسکا و چنار اشباع شده با سلکور، پس از ۳۸ ماه استقرار در دریا، به درجه تخریب ۰ (تخریب کامل) رسیدند. نمونه‌های توسکا و چنار اشباع شده با کرئوزوت، پس از ۶۴ ماه به وسیله حفاران دریایی تخریب نشدند ولی آثار پوسیدگی نرم در سطوح نمونه‌ها کاملاً مشهود بود. نمونه‌های آزمون‌ی اکالیپتوس کاملدولنسیس اشباع شده با کرئوزوت پس از ۵۳ ماه و همین‌طور کرت اشباع شده با کرئوزوت، پس از ۳۴ ماه استقرار در دریا، به‌طور کامل تخریب شدند (رضانژاد و همکاران، ۱۳۸۳). کاهش میزان تخریب در شناورهای چوبی، مستلزم ارزیابی میزان و نحوه خسارات عوامل مخرب دریایی بر روی گونه‌های چوبی، اشباع چوبهای مناسب شناورسازی با مواد حفاظتی و روشهای مؤثر حفاظتی است. هدف از این تحقیق، گروه‌بندی دوام طبیعی چوبهای تجاری مورد مطالعه در مقابل نرم‌تنان و سخت‌پوستان دریایی، بررسی اثر مواد حفاظتی بر افزایش دوام چوب در مقابل عوامل مخرب دریایی، انتخاب و شناسایی چوبهای با دوام در مصارف دریایی و توصیه استفاده از این گونه‌ها در ساخت شناورهای چوبی و تأسیسات دریایی و استفاده بهینه از چوب بود.

### مواد و روشها

گونه‌های مورد بررسی شامل راش (*Fagus orientalis*)، بلند مازو (*Quercus castaneafolia*) و ممرز (*Carpinus betulus*)، توسکا (*Alnus subcordata*)، چنار (*Platanus orientalis*)، اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) و

کرت (*Acacia arabica*) بود. نمونه‌های آزمایشی به ابعاد  $25 \times 75 \times 200$  میلیمتر تهیه شدند (Monsieur, ۱۹۸۵). بر روی نمونه‌ها به فاصله ۲ سانتیمتر از یک انتها، سوراخی به قطر ۱۶ میلیمتر جهت عبور طناب نایلونی، تعبیه شد. اشباع نمونه‌های آزمونی به طریق سلول پر و با مواد حفاظتی کرنوزوت مورد مصرف در اشباع تراورسهای راه‌آهن و نمک محلول در آب سلکور ۵ درصد (سولفات مس ۵۰ درصد، بی کرومات سدیم  $48/3$  درصد و اکسید کرم  $1/7$  درصد) انجام و مقدار جذب بر مبنای وزن خشک نمونه‌ها با در نظر گرفتن حجم سوراخهای تعبیه شده بر روی نمونه‌ها، محاسبه شد (جدول شماره ۱). میانگین جذب کرنوزوت و سلکور به ترتیب در بلندمازو ۱۶۱ و  $2/92$ ، راش  $443/17$  و  $6/03$ ، ممرز  $383/43$  و  $6/11$ ، توسکا  $456/8$  و  $5/19$ ، چنار  $440/09$  و  $5/07$ ، اکالیپتوس کاملدولنسیس  $90/80$  و  $1/07$  و میزان جذب کرنوزوت در کرت  $98/91$  گیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. نمونه‌های با مقدار جذب کمتر از ده درصد میانگین جذب، حذف شدند.

نمونه‌های اشباع شده، حداقل به مدت ۲ ماه جهت تثبیت ماده حفاظتی بر روی چوب، در درجه حرارت  $20 \pm 2$  C و رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد نگهداری شدند. نمونه‌های آزمونی اشباع شده و شاهد به‌طور جداگانه در حلقه‌هایی از طناب نایلونی که با گره از هم فاصله داده شده بود، دسته‌بندی شدند. جهت جلوگیری از اثر احتمالی کرنوزوت و سلکور بر نمونه‌های شاهد، نمونه‌های اشباع شده و شاهد با فاصله از هم بر روی پایه‌ها در بندر ماهشهر، بندر ترکمن و بندر نوشهر نصب شدند. تخریب ضربه‌گیرها و چوبهای نصب شده در اسکله در بندر ماهشهر، نمایانگر فعالیت آبزبان مخرب دریایی در این منطقه بود. به علت شدت فعالیت آبزبان مخرب در محدوده جزر و مد آب، طول طناب به اندازه‌ای انتخاب شد که در جزر و مد حداکثر، نمونه‌ها در داخل آب غوطه‌ور باشند.

نمونه‌های آزمایشی، براساس آیین‌نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM، دستورالعمل شماره M19-67 انجمن حفاظت چوب آمریکا (AWPA 1967) و دستورالعمل شماره ۴۴۳۲ انجمن جهانی حفاظت چوب (IRG/WP-4432, 1985)، مورد ارزیابی قرار گرفتند (جداول شماره ۱ و ۲). استاندارد ASTM برای تخریب سخت‌پوستان و نرم‌تنان معیار درجه‌بندی جدا پیشنهاد نموده است و فقط به طبقات سالم، خسارت خفیف، خسارت متوسط، خسارت شدید و شکست نمونه اکتفا نموده است، اما انجمن جهانی حفاظت چوب (IRG) دارای معیار جداگانه‌ای برای این دو نوع تخریب می‌باشد. تخریب چوب به وسیله سخت‌پوستان مثل لیمنوریا از سطح چوب شروع می‌شود و قابل دیدن است. سوراخهای سوزنی سطح چوب نمایانگر ورود لارو تردو به داخل آن می‌باشد. در مراحل ابتدایی تخریب، برآورد دقیق میزان آن به وسیله رادیوگرافی با اشعه X قابل انجام است. براساس توصیه هر دو استاندارد در برآورد میزان تخریب چوب، متوسط تخریب نمونه‌ها (فرمول شماره ۱)، به‌عنوان تخریب کلی گزارش می‌شود.

$$I = \frac{\sum nY}{\sum n} \quad (\text{فرمول شماره ۱})$$

$$I = \text{متوسط درجه تخریب}$$

$$n = \text{تعداد نمونه در هر درجه تخریب}$$

$$Y = \text{درجه تخریب}$$

## جدول شماره ۱- درجه بندی میزان تخریب چوب به وسیله نرم تنان دریایی

## (Molluscan grading)

درجه تخریب		طبقه بندی	وضعیت نمونه
IRG	ASTM		
0	10	سالم	بدون علائم تخریب
1	9	خسارت خفیف	یک یا چند گالری و مجموع آنها کمتر از ۱۵٪ سطح چوب
2	7	خسارت متوسط	درصد پوشش گالریها بیش از ۲۵٪ سطح چوب
3	4	خسارت شدید	درصد پوشش گالریها بین ۵۰ - ۲۵٪ سطح چوب
4	0	شکست نمونه	درصد پوشش گالریها بیش از ۵۰٪ سطح چوب

## جدول شماره ۲- درجه بندی میزان تخریب چوب به وسیله سخت پوستان

## دریایی (Crustacean grading)

درجه تخریب		طبقه بندی	وضعیت نمونه
IRG	ASTM		
0	10	سالم	بدون علائم تخریب
1	9	خسارت خفیف	یک یا چند گالری و مجموع آنها کمتر از ۱۰٪ کل سطح
2	7	خسارت متوسط	درصد پوشش گالریها بیش از ۱۰٪ سطح و عدم تغییر شکل کلی نمونه
3	4	خسارت شدید	سطح نمونهها کاملا پوشیده از گالری و تغییر شکل هندسی نمونهها
4	0	شکست نمونه	خورده شدن بیش از نصف حجم و شکست آن و یا شکست با فشار دست

## نتایج

دوام نمونه‌های آزمونی در مقابل حفاران دریایی (marine borers) در ساحل ماهشهر پس از ۸، ۱۷، ۲۳، ۲۸، ۳۵ و ۴۹ ماه، در ساحل بندر ترکمن پس از ۸، ۱۴، ۲۲، ۲۹ و ۳۹ ماه و در بندر نوشهر پس از ۸، ۱۸، ۲۵، ۳۱ و ۴۰ ماه استقرار در آب دریا، براساس آیین‌نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM، دستورالعمل شماره M19-67 انجمن حفاظت چوب آمریکا (AWPA 1967) و دستورالعمل شماره ۴۴۳۲ انجمن جهانی حفاظت چوب، مورد ارزیابی قرار گرفتند. سطوح نمونه‌های نصب شده در دریا، در فاصله زمانی کوتاه، مملو از انواع چوب چسب از جمله بالانوس می‌شود. چه بسا تجمع آنها ممکن است مانع دسترسی حفاران دریایی به نمونه‌ها شود و از دقت ارزیابیها بکاهد. در هر بازدید و ارزیابی، صدفهای چوب چسب به آرامی و با دقت از سطح چوب کنده شدند و بعد درجه تخریب مشخص شد (جداول شماره ۳، ۴ و ۵).

Archive



جدول شماره ۳- درجه بندی تخریب نمونه های آزمونی نصب شده در ساحل ماهشهر براساس آیین نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM

تیمار و مدت ماه	شاهد												سلکور ۵٪		کرنوزت			
	۸	۱۷	۲۳	۲۸	۳۵	۴۹	۸	۱۷	۲۳	۲۸	۳۵	۴۹	۸	۱۷	۲۳	۲۸	۳۵	۴۹
بلوط	9	2.4	0				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
راش	7	4	0				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ممرز	7	5.8	0				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
توسکا	1.6	0					10	10	-	-								
چنار	10	7.6	-	4	0		10	10	-	-								
اکالپتوس	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-								
کرت	9.6	9.2	-	7	4	0	-	-	-	-								

جدول شماره ۴- درجه بندی تخریب نمونه های آزمونی نصب شده در ساحل بندر ترکمن براساس آیین نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM

تیمار مدت (ماه)	شاهد					سلکور ۵٪					کرنوزوت					گونه
	۸	۱۴	۲۲	۲۹	۳۹	۸	۱۴	۲۲	۲۹	۳۹	۸	۱۴	۲۲	۲۹	۳۹	
بلوط	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
راش	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
ممرز	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
توسکا	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
چنار	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
اکالپتوس	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
کرت	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

جدول شماره ۵- درجه بندی تخریب نمونه های آزمونی نصب شده در ساحل بندر نوشهر براساس آیین نامه شماره D-2481 استاندارد ASTM

گونه	تیمار مدت (ماه)					شاهد					سلکور ۵٪					کرنوزوت				
	۸	۱۸	۲۵	۳۱	۴۰	۸	۱۸	۲۵	۳۱	۴۰	۸	۱۸	۲۵	۳۱	۴۰	۸	۱۸	۲۵	۳۱	۴۰
بلوط	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
راش	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ممرز	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
توسکا	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
چنار	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
اکالپتوس	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
کرت	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

### بحث

براساس نتایج ارزیابی نمونه‌های آزمونی شاهد یا اشباع نشده، پس از ۸ ماه استقرار در دریا، تخریب در نمونه‌های بلوط و کرت شروع شد، درجه تخریب در نمونه‌های راش و ممرز متوسط بود. نمونه‌های توسکا به شدت تخریب شدند. نمونه‌های چنار و اکالیپتوس کاملدولنسیس تخریب نشدند. پس از ۱۷ ماه، نمونه‌های بلوط به درجه تخریب ۲/۴، راش به درجه ۴، ممرز به درجه ۵/۸، چنار به درجه ۷/۶ کرت به درجه ۹/۲ (شروع تخریب)، توسکا کاملاً تخریب و اکالیپتوس تخریب نشد. پس از ۲۳ ماه، نمونه‌های بلوط، راش و ممرز کاملاً تخریب شدند. نمونه‌های اکالیپتوس همچنان بدون علائم تخریب بودند. پس از ۲۸ ماه، نمونه‌های چنار به درجه ۴، کرت به درجه ۷ (تخریب متوسط) رسیدند، نمونه‌های اکالیپتوس تخریب نشدند. پس از ۳۵ ماه، نمونه‌های چنار کاملاً تخریب شدند، کرت به درجه تخریب ۴، نمونه‌های اکالیپتوس تخریب نشدند. دوره بعدی ارزیابی نمونه‌های شاهد پس از ۴۹ ماه بود که براساس نتایج ارزیابی در این دوره نمونه‌های کرت کاملاً تخریب شدند. نمونه‌های اکالیپتوس همچنان بدون علائم تخریب بودند. همه نمونه‌های اشباع شده با سلکور و کرئوزوت گونه‌های بلوط، راش و ممرز پس از ۴۹ ماه و گونه‌های توسکا، چنار، اکالیپتوس و کرت پس از ۳۵ ماه استقرار در آب دریا بدون علائم تخریب بودند. آثار پوسیدگی نرم در نمونه‌ها مشهود بود. نمونه‌ها همچنان در آب دریا مستقر می‌باشند و در فرصتهای مناسب ارزیابی خواهند شد.

به طور کلی شدت حمله آبریان مخرب در لنج‌ها و تأسیسات چوبی در استان خوزستان کمتر از سایر نقاط خلیج فارس و دریای عمان است. در سواحل بوشهر، بندرعباس و چابهار علاوه بر نمونه‌های دوام طبیعی، نمونه‌های اشباع شده نیز تخریب شدند. براساس نتایج ارزیابی نمونه‌های آزمونی در سواحل بوشهر به وسیله رضائزاد و همکاران (۱۳۸۲)، نمونه‌های شاهد راش و ممرز در مدت حدود ۹ ماه و بلند مازو پس

از ۱۴ ماه و نمونه‌های آزمون‌ی اشباع شده با سلکور گونه‌های راش، بلند مازو و ممرز پس از ۱۴ ماه استقرار در دریا، به شدت تخریب شدند. براساس نتایج تحقیق Balaji و همکاران (۱۹۹۸)، نمکهای محلول در آب مس-کروم-ارسنیک و مس-کروم-بور نیز باعث افزایش دوام چوبها تا دو برابر حالت طبیعی شدند. Tupper و همکاران (۲۰۰۰) نیز به این نتیجه رسیدند که توانایی انباشته نمودن گرانولهای مس در معده لیمنوریای چوبخوار می‌تواند توجیه کننده تغذیه این جانور از چوبهای اشباع شده با ترکیبهای مس باشد. نمونه‌های آزمون‌ی اشباع شده با کرئوزوت گونه‌های راش پس از ۲۹ ماه، بلند مازو و ممرز پس از ۳۸ ماه استقرار در دریا کاملاً تخریب شدند. همچنین نتایج بدست آمده (رضانژاد و همکاران، ۱۳۸۳) نشان داد که نمونه‌های شاهد توسکا و چنار پس از ۹ ماه و اکالیپتوس کاملدولنسیس پس از ۲۰ ماه و کرت پس از ۲۹ ماه استقرار در دریا، به‌طور کامل تخریب شدند. نمونه‌های توسکا و چنار اشباع شده با سلکور، پس از ۳۸ ماه استقرار در دریا، به درجه تخریب ۰ (تخریب کامل) رسیدند. نمونه‌های آزمون‌ی اکالیپتوس کاملدولنسیس اشباع شده با کرئوزوت پس از ۵۳ ماه همین‌طور کرت اشباع شده با کرئوزوت، پس از ۳۴ ماه استقرار در دریا، به‌طور کامل تخریب شدند. در ساحل چابهار نیز نمونه‌های اشباع نشده توسکا پس از ۸ ماه، بلندمازو ممرز و راش پس از ۱۲ ماه و نمونه‌های اشباع شده با کرئوزوت بلندمازو پس از ۲۴ ماه و ممرز پس از ۳۳ ماه استقرار در دریا کاملاً تخریب شدند (عرب‌تبار و همکاران، ۱۳۸۱). نصب نمونه‌های آزمایشی چوبهای خارجی مورد مصرف در ساخت شناورهای چوبی در حالت‌های طبیعی و اشباع شده با کرئوزوت در بندر ماهشهر و در فاصله حدود ۵ کیلومتری نمونه‌های مذکور در سال ۱۳۷۰ نیز گویای همین نتیجه است (رضانژاد و همکاران ۱۳۸۳). براساس نتایج آن تحقیق، تخریب در چوب ساج اشباع شده، پس از حدود ۹ ماه استقرار در دریا با ایجاد سوراخهای ریز و سوزنی (محل ورود لارو تردو) شروع شد و پس از ۲۰ ماه به درجه تخریب ۳ رسید و پس از ۲۳ ماه

به طور کامل تخریب شدند. چوب بالائو پس از ۲۰ ماه به درجه تخریب ۱ (شروع تخریب) و پس از ۲۷ ماه به درجه تخریب ۳ رسید. نمونه‌های شاهد کروینگ و چنگال پس از ۲۷ ماه استقرار در دریا تخریب نشدند. همه نمونه‌های اشباع شده پس از ۲۷ ماه استقرار در دریا سالم باقی ماندند. این در حالی است که در ساحل چابهار چوب ساج و بالائو پس از ۹ ماه و کروینگ پس از ۱۷ ماه کاملاً تخریب شدند (رضانژاد و همکاران، ۱۳۸۰). در ساحل بوشهر، نمونه‌های شاهد چوبهای ساج و بالائوی زرد پس از ۹ ماه استقرار در دریا به وسیله نرم تنان (تردو) مورد حمله قرار گرفتند. تخریب در نمونه‌های اشباع شده با کرنوزوت، پس از ۲۱ ماه شروع شد، پس از ۲۳ ماه شدت تخریب در نمونه‌های ساج از بقیه بیشتر بود. پس از ۲۸ ماه استقرار در دریا، همه نمونه‌های اشباع شده تخریب شدند. شدت تخریب در نمونه‌های چنگال از بقیه گونه‌ها کمتر بود (رضانژاد و همکاران، ۱۳۸۱). در ساحل بندرعباس، نمونه‌های شاهد چوب ساج و بالائو پس از ۹ ماه و چوب کروینگ پس از ۲۱ ماه استقرار در دریا به وسیله نرم‌تنان مورد حمله قرار گرفتند. نمونه‌های اشباع شده با کرنوزوت بالائو پس از ۲۱ ماه استقرار در دریا تخریب شدند (رضانژاد و همکاران، ۱۳۸۰). کاهش تخریب در ساحل ماهشهر را می‌توان در ورود آبهای شیرین از رودهای بزرگی چون اروندرود و سایر رودخانه‌های پر آب این استان دانست که در نتیجه اختلاط آبهای شیرین رودهای مذکور با آب شور دریا، از غلظت املاح آب کاسته شده و فعالیت آبیان مخرب چوب کاهش می‌یابد. به طوری که لنج‌هایی که در اروندرود تردد می‌کنند و در سواحل آبادان و خرمشهر لنگر می‌اندازند، تقریباً مشکلی از نظر عوامل مخرب دریایی ندارند. با توجه به اینکه یکی از روشهای مبارزه بیولوژیک با عوامل مخرب دریایی، عبور دادن شناورها از رودخانه‌های شیرین و یا توقف شناورها در حوضچه‌های آب شیرین است، هردو امکان در سواحل این استان به صورت طبیعی فراهم است، به همین علت دوره تجدید حفاظت فیزیکی با نوره مالی در لنج‌های استان طولانی‌تر است.

نمونه‌های آزمون‌ی شاهد و اشباع شده در سواحل بندر ترکمن و نوشهر در دریای خزر پس از حدود ۴ سال استقرار در دریا، به وسیله حفاران دریایی تخریب نشدند. چوب چسبها مثل بالانوس (*Balanus spp.*) و مارتزیا (*Martesia spp.*) به سطوح چوب چسبیدند، ولی آثار حفاری آنها بر روی نمونه‌ها مشاهده نشد. براساس گزارش Yennawar و همکاران (۲۰۰۰)، گونه *Martesia striata* و از خانواده Pholadidae در بعضی از مناطق از جمله سواحل کشور هندوستان از جمله گونه‌های غالب حفار دریایی محسوب می‌شود. این جانور به درجه حرارت آب و میزان شوری آن حساس می‌باشد (Baetto و همکاران، ۲۰۰۰). دریای خزر حدود ۱/۸٪ املاح دارد، در حالی که درصد املاح آبهای آزاد ۳/۴٪ است. براساس بررسیهای اولیه (پارسا‌پژوه و رضائزاد، ۱۳۷۱)، نتایج تحقیق رضائزاد و همکاران، ۱۳۸۳ و نتایج این تحقیق، سواحل جنوب دریای خزر فاقد حفاران دریایی مخرب چوب می‌باشد. صدف چوب چسبها در شناورها و پایه‌های چوبی در دراز مدت باعث تخریب فیزیکی می‌شود و نیز در بدنه شناورها باعث چسبیدن بیشتر جلبکها شده، از بازده موتور محرکه می‌کاهد، شدت فعالیت چوب چسبها در خلیج گرگان (آشوراده) بیشتر از مناطق دیگر است. آثار پوسیدگی نرم حاصل فعالیت قارچهای دریایی در سطوح نمونه‌ها مشاهده شد. خسارات مهم به تأسیسات چوبی در سواحل شمال کشور، اغلب از نوع پوسیدگی نرم، فیبری و قهوه‌ای حاصل فعالیت قارچی است و به نظر می‌رسد که این خسارات بسیار شدیدتر از سواحل جنوبی ایران باشد. عمر متوسط شناورهای چوبی در شمال کشور به علت پوسیدگی شدید بسیار کمتر از لنج‌های جنوب کشور است. علاوه بر شرایط مناسب‌تر محیط شمال کشور و داخل لنج‌ها برای فعالیت قارچها، پایین بودن دوام طبیعی چوبهای مورد مصرف به ویژه در قسمت فریم شناورها که عمدتاً از چوب توت و گردو می‌باشد، عامل تشدید کننده است.

### منابع مورد استفاده

- ۱- پارسا پژوه، د. و رضائزاد، ع.، ۱۳۷۱. بررسی عوامل تخریب و امکان افزایش عمر مفید چوبهای مستقر در آب و در محیطهای مرطوب. گزارش پروژه مطالعاتی، شرکت سهامی شیلات ایران.
- ۲- رضائزاد، ع. و پارسا پژوه، د.، ۱۳۸۰. بررسی دوام چوبهای خارجی مورد مصرف در ساخت شناورهای چوبی در مقابل عوامل مخرب دریایی در سواحل استان سیستان و بلوچستان. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۵۱: ۷۸-۸۱.
- ۳- رضائزاد، ع.، پارسا پژوه، د. و عرب تبار فیروزجایی، ح.، ۱۳۸۱. عوامل مخرب چوب شناورها و سازههای دریایی در سواحل ایران. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره ۱۶: ۷۲-۵۹.
- ۴- رضائزاد، ع.، پارسا پژوه، د. و عرب تبار فیروزجایی، ح.، ۱۳۸۱. بررسی دوام چوبهای خارجی مورد مصرف در ساخت شناورهای چوبی در مقابل عوامل مخرب دریایی در سواحل استان بوشهر. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۵۳: ۲۱-۱۹.
- ۵- رضائزاد، ع.، پارسا پژوه، د. و عرب تبار فیروزجایی، ح.، ۱۳۸۱. بررسی دوام چوبهای ساج، بالائو، کرویینگ و چنگال مورد مصرف در سازههای چوبی در مقابل حفاران دریایی در سواحل استان هرمزگان، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۵۴: ۴۹-۴۶.
- ۶- عرب تبار فیروزجایی، ح.، رضائزاد، ع. و حسینزاده، ع.، ۱۳۸۱. بررسی مقدماتی اثرات تخریبی عوامل مخرب دریایی بر روی ۷ گونه چوبی در بندرعباس. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره ۱۷.
- ۷- رضائزاد، ع.، عرب تبار فیروزجایی، ح. و حسینزاده، ع.، ۱۳۸۲. بررسی دوام چوبهای راش، بلندمازو و ممرز در مقابل عوامل مخرب دریایی در سواحل بندر بوشهر. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره ۱-۱۸: ۷۶-۶۳.



۸- رضائزاد، ع.، پارسا پزوه، د. و عرب تبار فیروزجایی، ح.، ۱۳۸۳. بررسی دوام چوبهای ساج، بالائو، کروئینگ و چنگال در مقابل حفاران دریایی در سواحل ماهشهر، بندرترکمن و نوشهر. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۰.

۹- عرب تبار فیروزجایی، ح.، رضائزاد، ع. و حسینزاده، ع.، ۱۳۸۱. بررسی دوام ۶ گونه چوبی ایران در مقابل عوامل مخرب دریایی در بندر چابهار. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره ۲-۱۸: ۲۰۵-۲۱۸.

- 10- ASTM 1990. D 2481, Standard Test Method for Accelerated Evaluation of wood preservatives for Marine Services by Means of Small size specimens. ASTM, Standard, Volume 04:09 - wood, Philadelphia, PA.
- 11-Balaji,M.and Rao,K.S.,1998.Performance of ten species of timber in Visakhapatnam harbour. Journal of the Timber development Association of India.44:2,23-26,3;7 ref.
- 12- Barreto, CC., Junqueira, AOR., Silva, SHG-da. and da-Silva-SHG, 2000. The effect of low salinity on teredinids, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Zoologia, Cidade Universitaria, Ilha do Fundao CCS, Bloco A, RJ, Brazil.
- 13- Monsieur, G.C., 1985. Standard test for determining the protective effectiveness of a Preservative in the marine environment. IRG/WP/4432.
- 14- Tupper, C., Pitman, AJ. and Cragg, SM., 2000. Copper accumulation in the digestive caecae of *Limnoria quadripunctata* holthius (Isopoda: Crustacea) tunneling CCA-treated wood in laboratory cultures. *Holzforchung* 54: 6, 570-576.
- 15- Yennawar, PL., Thakur, NL., Anil-AC., Venkat, K. , Wagh, AB., Abbas, JA. and Naylor, E., 1997. Ecology of the wood-boring bivalve *Martesia striata* (Pholadidae) in Indian waters. Proceedings of an international conference on the biology of coastal environments, Bahrain, 6-9 April 1997.