

بررسی مقاومت کششی اتصال میخ چوبی در تخته خرده چوب

حبيب نوری^۱، احمد جهان لیبیاری^۲، محمد غفرانی^۳

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی متغیرهای موثر بر مقاومت در برابر بار کششی اتصال میخ چوبی تعبیه شده در تخته خرده چوب انجام گرفت. بدین منظور، از نمونه‌هایی T شکل استفاده گردیده. عوامل متغیر مورد نظر عبارت بودند از: میخ چوبی در دو نوع صاف و آجدار (مارپیچی)، قطر میخ چوبی در سه سطح ۶، ۸ و ۱۰ میلیمتر، ضخامت خط چسب در سه سطح کمتر از ۰/۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ میلیمتر و عمق نفوذ میخ چوبی در سه مقدار ۲d، ۳d و ۴d (= d) قطر میخ چوبی) که ۵۴ ترکیب از عوامل متغیر فوق بوجود آمد و با توجه به ۴ تکرار در هر ترکیب عوامل، در مجموع ۲۱۶ نمونه مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر مستقل قطر و عمق نفوذ میخ چوبی بر مقاومت اتصال در برابر کششی، میخ‌های چوبی صاف یا آجدار (مارپیچی) با قطر ۱۰ میلیمتر، عمق نفوذ ۴۰ میلیمتر و ضخامت خط چسب ۰/۲۵ و ۰/۵ میلیمتر، تحمل بار زیادتری در برابر بار کششی دارند.

واژه‌های کلیدی: اتصال میخ چوبی، میخ چوبی صاف، میخ چوبی آجدار، مقاومت اتصال، بار کششی، تخته خرده چوب

^۱ - کارشناس گروه صنایع چوب دانشگاه شهید رجایی H_noori@yahoo.com

^۲ - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج

^۳ - استادیار دانشگاه شهید رجایی

مقدمه

اولین استفاده‌های صنعتی انسان از چوب در خانه‌سازی، کشتی‌سازی و سایر صنایع مرتبط با سازه‌های چوبی بوده است. اطلاعات بدست آمده در اسناد تاریخی مصر باستان نشان دهنده وجود کارگاه نجاری و ساخت ادوات کشاورزی در امپراتوری مصر قدیم (۲۴۲۳-۲۷۸۷ قبل از میلاد) است [۳]. امروزه خانه‌های چوبی، قایق و لنج، وسایل ورزشی، اسباب بازی چوبی، مبلمان، گره چینی، خاتم‌سازی، معرق‌کاری، منبت‌کاری، پالت چوبی و وسایل توان بخشی از جمله صنایع چوبی متداول هستند [۱]. با توجه به اینکه در تمام این سازه‌ها قطعات چوبی به یکدیگر متصل شده‌اند، بنابراین یکی از بخشهای اصلی و مهم هر سازه چوبی، اتصالات آن است که مناطق حساس بین عناصر یک سازه را بوجود می‌آورند. اتصالات، بار وارده را به طور پیوسته تحمل کرده ساختار سازه را حفظ می‌کنند [۱۱].

اتصالات رایج مورد استفاده در صنایع مبلمان به حدود ۴۰ نوع می‌رسد که می‌توان به اتصالات گوشه‌ای نیم نیم، فاق و زبانه، قلیف، انگشتی، اتصالات طولی گوه‌ای و دم چلچله و اتصالات عرضی کنشکاف، دوراه و میخ چوبی اشاره کرد [۲]. یکی از انواع این اتصالات که در هر دو حالت گوشه‌ای و عرضی بکار می‌رود، اتصال میخ چوبی است [۶]. به دلیل سهولت در ایجاد اتصال میخ چوبی و ظرافت آن، امروزه از این اتصال به طور گسترده در سازه‌های مبلمانی نظیر صندلی، نیمکت و کابینت استفاده می‌شود [۵].

بحث اتصالات چوبی بسیار حساس و قابل تامل است. اتصال باید از نظر مکانیکی تحمل بارهای وارده را داشته و در اثر گذشت زمان و عوامل محیطی کمتر ضعیف شود، بدین جهت، تحقیقاتی به دلایل زیر در زمینه الف) کاربرد بهینه اتصالات جهت افزایش دوام و عمر مفید یک سازه چوبی و صرفه‌جویی در مواد اولیه، ب) ایجاد ایمنی در سازه‌های مختلف چوبی با تعیین ظرفیت تحمل بار اتصالات، انجام گرفته است.

Somechai و Vetechakam (۱۹۸۹) مقاومت دو نوع اتصال زبانه و میخ چوبی را در چوب گونه تیک (*Tectongrandis linn.f.*) بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، مقاومتهای اتصال ایجاد شده متناسب با طول میخ چوبی افزایش می‌یابد. Wilkinson (۱۹۹۱) تحمل بار اتصال میخ چوبی را با استفاده از مدل بار گذاری اروپایی بررسی کرده است. بر اساس نتایج این تحقیق، تحمل بار در میخ چوبی‌هایی که در جهت عمود بر الیاف بار گذاری شوند متناسب با جرم ویژه و قطر میخ چوبی است. Said و همکاران (۱۹۹۳) در بررسی مقاومت خمشی و کششی اتصال میخ چوبی ساخته شده از سه گونه چوبی به این نتیجه رسیدند که حداکثر مقاومت کششی به هنگام استفاده از میخ چوبی با سطح شیارهای مارپیچی بدست آمد و میخ چوبی‌های با شیارهای مستقیم مقاومت خمشی بهتری را بوجود آوردند. Eckelman و Zhang (۱۹۹۳) به بررسی اتصال میخ چوبی چند تایی در نمونه‌هایی با دو تا چند میخ چوبی پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، مقاومت کششی اتصال در واقع تحت تاثیر مقاومت کششی تخته قرار می‌گیرد. Wang و همکاران (۱۹۹۷) به بررسی امکان بکارگیری اتصال میخ چوبی در^۱ MDF روکش شده در ساخت مبلمان پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، اتصال میخ چوبی و زبانه چهارگوش ساخته شده از MDF روکش شده، بهترین مقاومت کششی را نشان دادند. Kycechcekov و همکاران (۱۹۹۹) تاثیر ضخامت خط چسب در سوراخ اتصال را بر مقاومت کششی اتصال تخته خرده چوب و MDF بررسی کردند. بیشترین مقاومت کششی در ضخامت خط چسب در سوراخ ۰/۱ میلیمتر بدست آمد که البته به طور معمول ضخامت خط چسب در سوراخ MDF و تخته خرده چوب بین ۰/۱ تا ۰/۳ میلیمتر انتخاب می‌شود. فرخ پیام (۱۳۷۳) استحکام اتصال با پیچ را روی گونه‌های راش و توسکا اندازه‌گیری کرد. نتایج

^۱ تخته فیبر با دانسیته متوسط

بدست آمده از گونه توسکا نشان داده است که این گونه با چوبی سبک برای استفاده ساختمانی در محلهایی که بار زیادی به آن وارد نمی‌شود، مناسب است. در حالی که نتایج تحمل بار گونه راش نشان داده است که این گونه برای استفاده در ساختمان به ویژه برای محلهایی که بارهای دائم بزرگ بر آن وارد می‌شود مناسب‌تر است [۴].

با توجه به کاربرد گسترده و اهمیت صنعت مبلمان در کشور و عدم انجام تحقیقات علمی در زمینه اتصال تخته خرده چوب، این بررسی با هدف ارزیابی تاثیر متغیرهای اتصال میخ چوب تعبیه شده در تخته خرده چوب، بر مقاومت آن در برابر بار کششی انجام گرفته است.

مواد و روشها

در این بررسی از تخته خرده چوب ساخته شده از چوب پهن‌برگان تولیدی کارخانه صنعت چوب شمال با ضخامت و دانسیته به ترتیب ۱۶ میلیمتر و ۶۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب استفاده شد. برای اتصال قطعات تخته خرده چوب به یکدیگر و ساخت نمونه‌ها از چسب پلی وینیل استات (چسب سفید نجاری) تولید کارخانه چسب چوب شمال و میخ چوبی گونه ممرز (*Carpinus betulus.L.*) که به صورت آماده مصرف در بازار عرضه می‌شود، استفاده گردید.

شکل و اندازه نمونه‌های آزمایش با توجه به اندازه دهانه دستگاه آزمایش و اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی (ساخت شرکت Dartec) انتخاب شد. بدین منظور قطعات ۵×۵ سانتیمتری از تخته خرده چوب تهیه شد. پس از برش تخته به قطعات مورد نیاز، نیمی از قطعات در ناحیه وسط سطح و نیمی دیگر در قسمت میانی ضخامت، با مته تیز و دستگاه کم کن سوراخ شدند. عمق نفوذهای (طول) متفاوت مورد نیاز، در سوراخ تخته عمودی تعبیه شده و عمق سوراخ در تخته افقی تمام نمونه‌ها ۱/۲ سانتیمتر بوده است. برای اتصال نمونه‌ها، ابتدا ۱ عدد میخ چوبی به چسب

آغشته شده و سپس مطابق شکل ۱، دو قطعه تخته خرده چوب به یکدیگر متصل و یک نمونه آزمایش T شکل ساخته شد.

نمونه‌ها پس از ساخت، به مدت ۱۲ ساعت در پرس نجاری در دمای بالای ۲۲ درجه سانتیگراد قرار گرفته و پس از آن، به مدت یک ماه در محیط آزمایشگاه متعادل سازی شدند.

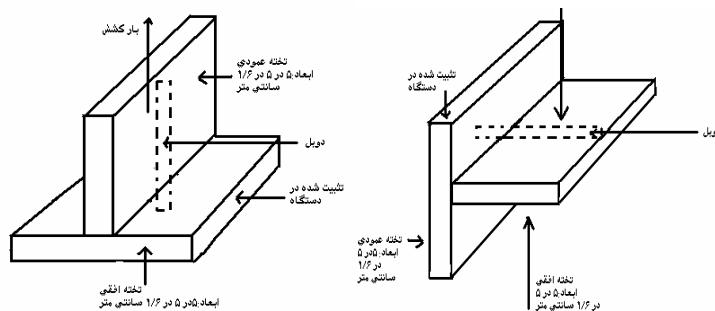
عوامل متغیر در این بررسی به شرح زیر انتخاب شدند:

- ۱- نوع میخ چوبی، در دو سطح صاف و آجدار (مارپیچی).
- ۲- قطر میخ چوبی، در سه سطح (۶ میلیمتر، ۸ میلیمتری و ۱۰ میلیمتری).
- ۳- عمق نفوذ میخ چوبی، در سه سطح (۲d، ۳d و ۴d = قطر دوپل).
- ۴- ضخامت خط چسب در سوراخ اتصال؛ در سه سطح (کمتر از ۰/۲۵ میلیمتر، ۰/۲۵ میلیمتر و ۰/۵ میلیمتر).

از ترکیب شرایط مختلف، ۵۴ تیمار بوجود آمد که در هر یک از ترکیب شرایط، چهار نمونه آزمونی و جمعاً ۲۱۶ نمونه ساخته شد و تحت آزمایش تحمل بار کششی قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری مقاومت نمونه‌ها در برابر بار وارد شده، از دستگاه اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی DARTEC استفاده شد و سرعت بارگذاری مطابق با تحقیق Eckelman (۲۰۰۲)، ۱/۲۵ میلیمتر در دقیقه انتخاب شد [۵]. داده‌ها در هر آزمایش به صورت منحنی توسط سیستم رسام دستگاه ترسیم شد و از این منحنی‌ها بار اعمال شده استخراج گردید (شکل ۲). پس از آزمایش، شکل شکست هر نمونه بررسی و ثبت شد.

بار برشی



نمونه آزمایش کششی

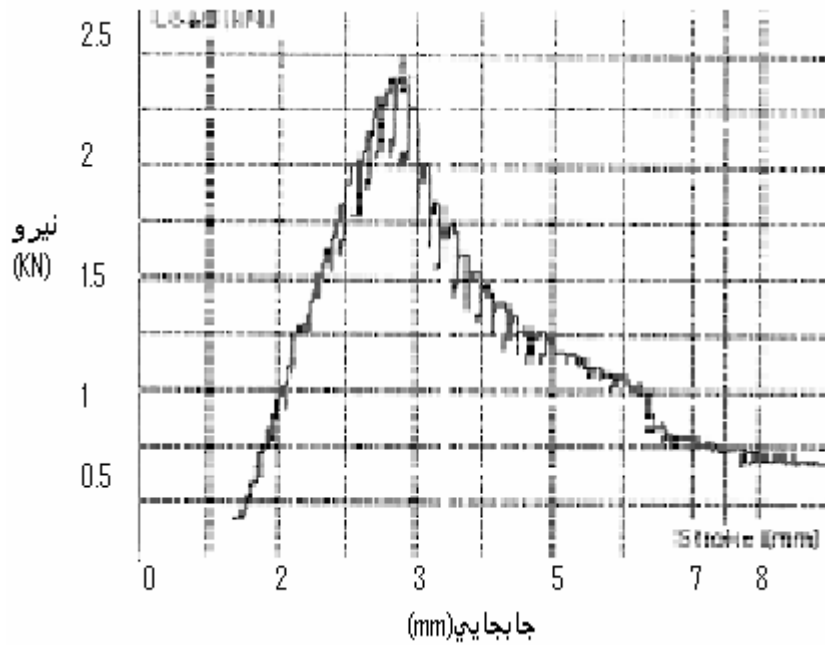
نمونه آزمایش برشی

شکل ۱: نمونه آزمایش T شکل

سپس میانگین مقاومت به کشش نمونه‌های هر تیمار محاسبه و برای مقایسه داده‌ها از تجزیه واریانس و طرح فاکتوریل استفاده شد. با توجه به اینکه هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر متغیرها بر مقاومت اتصال بوده، لذا اثرات مستقل و متقابل سطوح مختلف متغیرها محاسبه و بررسی شده است.

نتایج

شکل ۲ نشان دهنده نحوه تغییر نیرو در اثر جدا شدن دو قطعه تخته خرده چوب اتصال یافته به یکدیگر است.



شکل ۲: نمونه‌ای از منحنی جابجایی تخته خرده چوب در اثر اعمال بار در آزمایش اندازه‌گیری تحمل بار کششی

نتایج اندازه‌گیری بار کششی نمونه‌های آزمایشی در جدول ۱ خلاصه شده است. هر یک از ارقام جدول ۱، میانگین و انحراف از معیار ۴ اندازه‌گیری است. ضریب تغییرات مقادیر اندازه‌گیری شده ۲۱/۸۹ محاسبه شده است که مطلوب می‌باشد.

جدول ۱: تغییرات بار کششی انواع اتصال میخ چوبی در اتصال تخته خرده چوب

عوامل متغیر					ویژگیها					
بار کششی (KN)					بار کششی (KN)					
انحراف از معیار	بیانگر	عمق نفوذ میخ چوبی (مضرب قطر)	ضخامت خط چسب (میلی متر)	قطر میخ چوبی (میلی متر)	انحراف از معیار	بیانگر	عمق نفوذ میخ چوبی (مضرب قطر)	ضخامت خط چسب (میلی متر)	قطر میخ چوبی (میلی متر)	
+	۰/۱۳۸	۰/۸۷	۲		-	۰/۱۶	۰/۸۷۷	۲		
+	۰/۳۰۵	۰/۹۷۲	۳	کمتر از ۰/۲۵	-	۰/۲۲	۰/۹۰۷	۳	کمتر از ۰/۲۵	
+	۰/۲۴۸	۰/۷۹۵	۴		-	۰/۲۲	۰/۸۶۲	۴		
+	۰/۱۶۸	۰/۹۱۷	۲		-	۰/۱۵	۰/۷۴۷	۲		
+	۰/۱۵۴	۰/۷۷۵	۳	۰/۲۵	۶	+	۰/۲۰	۰/۸۱۷	۳	۰/۲۵
+	۰/۲۲۰	۱/۰	۴		-	۰/۲۰	۰/۹۳۵	۴		
+	۰/۲۱۱	۰/۸۴۵	۲		-	۰/۵۰	۰/۷۳۲	۲		
+	۰/۲۴۱	۰/۹۷۲	۳	۰/۵	-	۰/۱۶	۱	۳	۰/۵	
+	۰/۲۴۷	۱/۱۳	۴		-	۰/۱۵	۰/۷۴۷	۴		
+	۰/۱۷۱	۱/۰۴۷	۲		-	۰/۲۶	۰/۸۲۷	۲		
+	۰/۳۹۷	۱/۲۵۵	۳	کمتر از ۰/۲۵	-	۰/۲۲	۱/۲۶۲	۳	کمتر از ۰/۲۵	
+	۰/۲۷۰	۱/۳۸۵	۴		-	۰/۱۴	۱/۱۲۲	۴		
+	۰/۱۹۲	۱/۲۳۲	۲		-	۰/۳۵	۱/۱۷۲	۲		
+	۰/۳۱۷	۱/۱۳	۳	۰/۲۵	۸	+	۰/۱۰	۱/۳۰۲	۳	۰/۲۵
+	۰/۱۰۲	۱/۱۲۵	۴		-	۰/۲۳	۱/۳۵۲	۴		
+	۰/۱۹۲	۱/۳۵۲	۲		-	۰/۱۵	۰/۸۶	۲		
+	۰/۳۸۳	۱/۰۸	۳	۰/۵	-	۰/۳۴	۱/۳۴۷	۳	۰/۵	
+	۰/۳۱۵	۱/۰۶۵	۴		-	۰/۱۶	۱/۰۹۵	۴		
+	۰/۱۹۳	۱/۰۹۵	۲		-	۰/۲۰	۱/۲۴۲	۲		
+	۰/۴۸۸	۱/۵۲	۳	کمتر از ۰/۲۵	-	۰/۳۲	۱/۳۷۵	۳	کمتر از ۰/۲۵	
+	۰/۱۶۹	۱/۳۹	۴		-	۰/۱۱	۱/۳۰۲	۴		
+	۰/۱۲۵	۱/۲۷۷	۲		-	۰/۲۴	۱/۲۶۵	۲		
+	۰/۱۰۱	۱/۴۲	۳	۰/۲۵	۱۰	+	۰/۴۲	۱/۵۰۵	۳	۰/۲۵
+	۰/۴۳۷	۱/۵۳	۴		-	۰/۲۵	۱/۲۴۷	۴		
+	۰/۲۰۱	۱/۳۶۵	۲		-	۰/۲۸	۱/۳	۲		
+	۰/۱۲۳	۱/۲۶۷	۳	۰/۵	-	۰/۲۳	۱/۲۷۵	۳	۰/۵	
+	۰/۲۰۱	۱/۷۶	۴		-	۰/۴۲۸	۱/۵۰۵	۴		

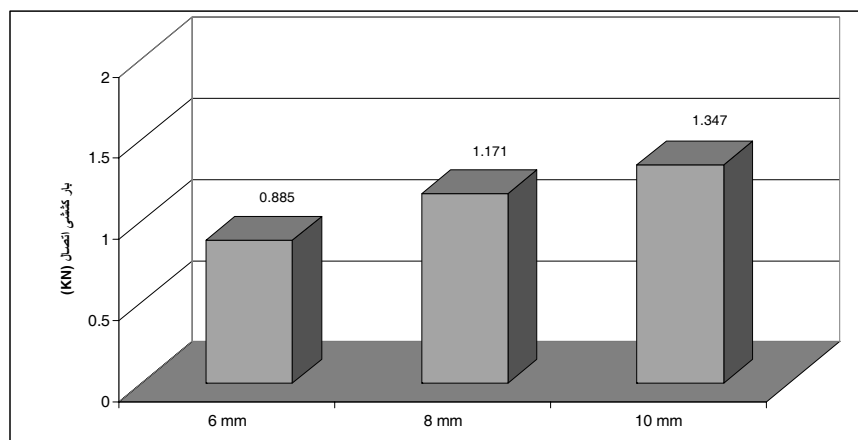
صاف

آجدار

طبق نتایج بدست آمده و تجزیه و تحلیل آماری اثر نوع میخ چوبی در برابر بار کششی معنی دار نیست. میانگین این نیرو در اتصال با میخ چوبی صاف $1/1085\text{KN}$ و در اتصال با میخ چوبی آجدار $1/1717\text{KN}$ محاسبه شد که این اختلاف معنی دار نیست.

جدول ۲: گروه بندی توکی تاثیر قطر میخ چوبی بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی

قطر (mm)	نیرو (KN)		
	۱	۲	۳
۶			
۸	۰/۸۸۴۷	۱/۱۷۱	۱/۳۴۷
۱۰			



شکل ۳: تاثیر قطر میخ چوبی بر بار کششی اتصال

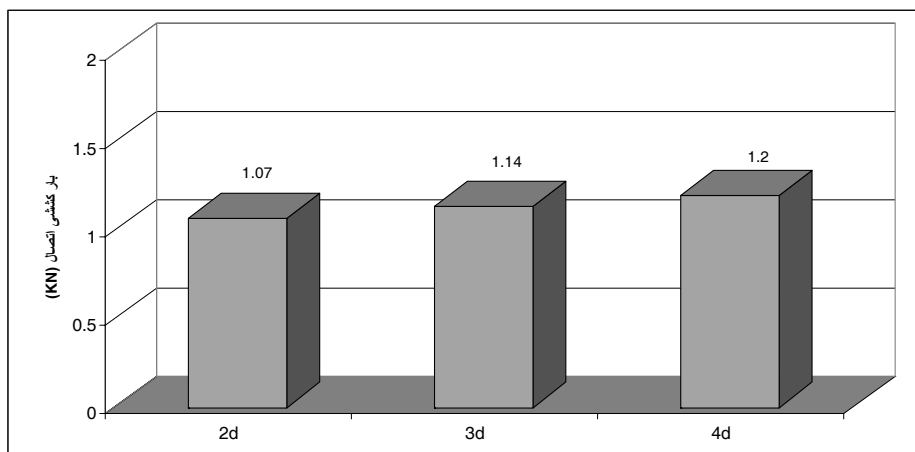
عامل متغیر دیگر قطر میخ چوبی است که بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری تاثیر آن بر بار کششی اتصال در سطح ۹۹٪ معنی دار شده است. گروه بندی میانگین های مربوطه در جدول ۲ خلاصه و در شکل ۳ ترسیم شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده، اثر مقدار ضخامت خط چسب در سوراخ تخته، بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی معنی دار نشده است. نکته قابل ذکر این است که اختلاف بین مقاومت اتصال در برابر بار کششی، در ضخامتهای مختلف خط چسب در سوراخ تخته یکسان نبوده و افزایش نامنظمی در برابر بار کششی اتصال مشاهده می شود (جدول ۱). طبق نتایج تجزیه واریانس اثر مستقل عمق نفوذ (طول) میخ چوبی بر بار کششی اتصال معنی دار بوده است. بر اساس جدول ۳، نمونه های ساخته شده با عمق نفوذ (طول) $2d^1$ و $4d$ اختلاف معناداری با یکدیگر داشته و در دو گروه جداگانه قرار می گیرند، ولی نمونه های ساخته شده با عمق نفوذ (طول) $3d$ ، با هیچ یک از دو گروه دیگر اختلاف معنی داری ندارند (شکل ۴).

جدول ۳: گروه بندی توکی تاثیر عمق نفوذ (طول) دابل، بر بار کششی اتصال

قطر	نیرو (KN)	
	۱	۲
۲D		
۳D	۱/۰۷۲۴	۱/۱۳۸۵
۴D	۱/۱۳۸۵	۱/۱۹۹

¹ d: قطر میخ چوبی



شکل ۴: تاثیر عمق نفوذ دوبل در سوراخ تخته، بر بار کششی اتصال

بحث و نتیجه گیری

در اتصال میخ چوبی مورد بررسی، عوامل متغیر در سطوح مختلفی قرار داشته و بار کششی نیز ناشی از اثرات مستقل و متقابل این عوامل متغیر است. بر اساس نتایج بدست آمده اثر مستقل نوع میخ چوبی و ضخامت خط چسب در سوراخ تخته، بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی از نظر آماری معنی دار نبوده‌اند که در مورد اثر نوع میخ چوبی، معنی دار نبودن نتایج بر خلاف انتظار می‌باشد زیرا سطوح آجدار، سطح اتصال و اصطکاک بیشتری را بین تخته خرده چوب، میخ چوبی و چسب ایجاد کرده و در نتیجه اتصال قوی‌تری باید بوجود آورند. اگرچه مقاومت اتصال میخ چوبی آجدار کمی زیاده‌تر از میخ چوبی صاف است ولی اختلاف معنی دار نمی‌باشد؛ البته نتایج تحقیق Said و همکاران (۱۹۹۳) نیز بر این امر دلالت دارد که میخ چوبی های با شیارهای مارپیچ، حداکثر نیروی کششی را بوجود می‌آورند. با توجه به اینکه عمق نفوذ میخ چوبی در تخته افقی محدود و حدود ۱ سانتیمتر است (بعلت نهفته بودن اتصال)، بر اساس بررسی نمونه‌های شکسته شده مشخص شده که گسیختگی نمونه تحت بار

کششی ابتدا در این ناحیه رخ می‌دهد که منطقی به نظر می‌رسد. از اینرو این عامل (کم بودن سطح اتصال در تخته افقی) و برآمدگی کم آج میخ چوبی از جمله دلایل احتمالی معنی‌دار نبودن اثر نوع میخ چوبی می‌توانند باشند.

در مورد اثر ضخامت خط چسب در سوراخ تخته، افزایش ناچیزی در ضخامت ۰/۲۵ میلی‌متر مشاهده می‌شود (جدول ۱)، بر اساس مطالعات Kyuchukov و همکاران (۱۹۹۹)، بهترین ضخامت خط چسب برای میخ چوبی تعبیه شده در تخته ۰/۱ میلی‌متر است؛ البته نامبردگان ضخامت خط چسب میخ چوبی را در اتصالها کاربردی بین ۰/۱ تا ۰/۳ میلی‌متر عنوان می‌کنند. با توجه به اهمیت ضخامت خط چسب و امکانات موجود، مقاومت در ضخامت ۰/۲۵ میلی‌متر را می‌توان دلیلی بر فراهم بودن ضخامت لازم در خط چسب میان دو بل و تخته و وجود مقدار لازم چسب در خط اتصال - در این حالت - دانست.

تاثیر عوامل مستقل قطر و عمق نفوذ میخ چوبی، بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی معنی‌دار است. در اثر افزایش قطر میخ چوبی، مقاومت اتصال در برابر بار کششی افزایش می‌یابد زیرا سطح تماس افزایش یافته و چون سطح بیشتری از میخ چوبی در تماس با تخته خرده چوب و چسب است، این مقاومت افزایش می‌یابد. بررسی منطقه شکست در اتصال نشان دهنده این مطلب است که با افزایش قطر میخ چوبی، گسیختگی در خط چسب کاهش می‌یابد و گسیختگی در اثر کنده شدن ذرات تخته و میخ چوبی افزایش نشان می‌دهد که این نکته نیز نشان دهنده اتصال قویتر چسب و میخ چوبی‌های قویتر است. در تحقیق Rammer و همکاران (۱۹۹۹) نیز افزایش صلبیت در اتصال میخ چوبی در اثر زیاد شدن قطر میخ چوبی گزارش شده است، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اتصالها ساخته شده با میخ چوبی‌های ضخیم‌تر، قویتر بوده و قادر به تحمل بار بیشتری هستند. همچنین نتایج تحقیق

Eckelman و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دهنده اثر مثبت قطر میخ چوبی بر مقاومت کششی است.

با افزایش عمق نفوذ میخ چوبی، سطح بیشتری از آن وارد منطقه اتصال شده و در نتیجه مقاومت اتصال نیز افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج تحقیقات Somchai-Vatchacam (۱۹۸۹)، Wilkinson (۱۹۹۱) و Eckelman و همکاران (۲۰۰۲) نیز مقاومت اتصال میخ چوبی در برابر بار کششی تحت تاثیر عمق نفوذ آن قرار داشته با افزایش عمق نفوذ، افزایش می‌یابد.

در ارتباط با اثرات متقابل نوع، قطر و عمق نفوذ میخ چوبی می‌توان عنوان کرد که علیرغم افزایش توام سطح اتصال و آجدار شدن میخ چوبی، تاثیر متقابل این عوامل بر مقاومت اتصال معنی‌دار نیست. لذا با توجه به معنی‌دار بودن اثر مستقل قطر میخ چوبی بر مقاومت اتصال، علت معنی‌دار نبودن این اثرات متقابل را می‌توان به عدم تاثیر افزایش سطح آجدار میخ چوبی نسبت داد.

اثرات متقابل قطر، ضخامت خط چسب در سوراخ تخته و عمق نفوذ نیز بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی معنی‌دار نیست. معنی‌دار نبودن اثرات متقابل این فاکتورها بر بار کششی اتصال، نشان دهنده این مطلب است که افزایش سطح اتصال و آجدار شدن میخ چوبی و یا افزایش سطح اتصال و افزایش ضخامت خط چسب و همچنین افزایش توام سطح اتصال، ضخامت خط چسب و آجدار شدن سطح میخ چوبی، بر افزایش مقاومت اتصال در برابر بار کششی بی‌تاثیر است.

در مورد عدم تاثیر برخی عوامل مستقل و متقابل بر مقاومت اتصال، دو مسئله حاکم می‌باشد. بررسی شکل شکست نمونه‌های کششی نشان داده است که تخته‌های عمودی در تمام نمونه‌های کششی کاملاً سالم بوده و هیچ گونه تخریبی در تخته و خط اتصال مشاهده نشده است. ولی تخته افقی در بیشتر موارد تا ۸۰ درصد سطح تخته، در لایه

میانی ضخامت شکافته شده است (نمونه‌ها در دستگاه آزمایش تا شکست کامل بارگذاری شدند).

بنابراین، در مورد عدم تاثیر برخی عوامل مستقل و متقابل بر بار کششی اتصال، می‌توان گفت که در آزمایش کششی، تخته افقی قبل از شکست اتصال، در لایه میانی ضخامت شکافته شده و در نتیجه تاثیر عوامل مورد بررسی، بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی تحت تاثیر چسبندگی داخلی تخته خرده چوب قرار دارد.

بعلاوه سطح کم اتصال در تخته افقی به عنوان دلیلی برای معنادار نبودن تاثیر برخی عوامل مستقل و متقابل بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی می‌تواند باشد. همانطور که گفته شد، به دلیل نهفته بودن اتصال میخ چوبی نفوذ آن در تخته افقی محدود و حدود ۱ سانتیمتر است. بر اساس بررسی شکل شکست نمونه‌ها، اتصال در این ناحیه گسیخته شده و به دلیل محدود بودن سطح این بخش، تاثیر بعضی از عوامل مستقل و متقابل مشخص نمی‌شود. با توجه به معنی دار بودن اثر دو متغیر مستقل قطر و عمق نفوذ میخ چوبی و شکل شکست اتصال، احتمال صحت نسبی هر دو فرضیه ذیل زیاد است.

۱- اثر مستقل افزایش قطر میخ چوبی بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی معنی دار است.

۲- اثر مستقل افزایش عمق نفوذ میخ چوبی بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی معنی دار است.

بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، مقاومت در برابر بار کششی، اتصال با قطر دو بل ۱۰ میلیمتر، عمق نفوذ (طول) ۴۰ میلیمتر و آزادی در سوراخ تخته ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی متر، نسبت به سایر اتصالها بررسی شده، زیادتیر است.

فهرست منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ق.، جهان لیبیاری، ا.، حسینزاده، ع.، توبه خواه فرد، د.، نیکنام، م.، (۱۳۷۸). تکنولوژی سازه‌های چوبی، چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، چاپ پنجم، تهران.
۲. توبه خواه فرد، د.، قاسمی افشار، م.، (۱۳۷۳)، رسم فنی ۲، چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، چاپ اول.
۳. حجازی، ر.، (۱۳۶۴)، چوبشناسی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
۴. فرخ پیام، س.، (۱۳۷۳)، اندازه‌گیری استحکام اتصال با پیچ روی گونه‌های راش و توسکا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
5. Eckelman A., Edril, Z., Zhang J., (2002). "Withdrawal and bending strength of dowel joints construction of plywood and oriented strandboard". Forest Products Journal, Vol.52, No.9, p66-74.
6. Kyuchukov G., Jivkov V., Karalivanos A., Nelacic D., (1999). "Fit-influence on the withdrawal strength of dowel joints from wood composites". Developments trends in production management for forestry and wood processing. V.2, P 125-130.
7. Rammer D., (1999). "Parallel to grain dowel bearing strength of two Guatemalan hard woods". Forest Products Journal, 49:6 ,P. 77-78.
8. Said A., Ashaari H., Roslan A., Hilmi M., (1993). "Withdrawal and bending strength of dowels from three Malaysian timbers". Journal of tropical forest science, 6:1,P 74-80.
9. Smardzeoski J., (1998). "Numerical analysis of furniture constructions". Wood science and technology, 32:4, P.273-286.
10. Somechai A., Vetchakam K., (1989). "Strength of tenon and dowel joints in Teak (Tectona grandis Linn. f.). Bangkok", 106 leaves.
11. Wang S., Juang H., Wang S., Juang H., (1997). "Structural behavior of various joints in furniture". Adhesive technology and bonded tropical wood products. No. 96, P581-601.
12. Wang Y., Su W., Wang Yr., Su Wc., (1998). "Fatigue life of T and L type furniture Joints". Forest products industries. 17:2, P277-286.
13. Wilkinson T.L., (1991). "Dowel bearing strength". Research paper, forest products laboratory. No. fpl-rp-505, 9 p.
14. Zhang J., Eckelman C., (1993). "Rational design of multi-dowel joints in case construction". Forest products journal, V. 43 (11/12), P. 52-58.