نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۶
http://jwfst.gau.ac.ir

بررسی استفاده از کارتن کهنه در ساخت تخته خرده چوب سه لایه

وحید وزیری[1]* و مجید سالاری[2]

[1]استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه گنبد کاووس،

[2]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فرآورده‌های چندسازه چوبی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: تقاضا برای تولید فرآورده‌های چندسازه چوب از قبیل تخته لایه، تخته تراشه جهت‌دار، تخته خرده چوب و تخته فیبر با دانسیته متوسط در طی سال‌های اخیر در سرتاسر جهان رو به افزایش است. ۵۷ درصد از کل چوب مصرفی در جهان به صنایع اوراق فشرده چوبی اختصاص دارد. رشد تولید این فرآورده سالانه ۲ تا ۵ درصد پیش‌بینی می‌شود. به رغم افزایش تقاضا برای چوب، به دلایلی مانند مسائل زیست‌محیطی و عرضه چوب‌های صنعتی دارای محدودیت‌هایی بوده و در حال کاهش می‌باشد. تحقیقات زیادی به‌منظور شناسایی منابع جایگزین چوب برای تولید فرآورده‌های چندسازه چوب در حال انجام می‌باشد. کارتن کهنه به‌عنوان یکی از این منابع جایگزین برای استفاده در صنعت تخته خرده‌چوب مورد امکان‌سنجی قرار گرفته است. از دلایل این انتخاب می‌توان به دسترس بودن؛ قیمت مناسب و در نهایت عدم وجود ناخالصی در ترکیب سلولزی کارتن کهنه اشاره نمود. در این تحقیق استفاده از کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب سه لایه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از کارتن کهنه ۳ یا ۵ لایه مورد استفاده برای بسته‌بندی مواد با وزن کم استفاده شده است. ذرات آماده شده کارتن کهنه برای ۱۰ تیمار شامل ۵ سطح اختلاط ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ درصد با چوب برای دو لایه سطحی و میانی تخته خرده چوب مورد استفاده قرار گرفت. خرده‌چوب صنعتی از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. از چسب اوره فرم آلدهید به میزان ۱۰ درصد وزن خشک ماده اولیه و کلرید آمونیوم به‌عنوان هاردنر به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب استفاده شد. پس از فرآیند مخلوط کردن خرده‌چوب/ کارتن کهنه با چسب و هاردنر، کیک خرده چوب در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت زمان ۵ دقیقه تحت پرس گرم قرار گرفت. پس از ساخت تخته خرده چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از آنالیز واریانس در سطح اعتماد ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، استفاده تا ۳۰ درصد کارتن کهنه در لایه سطحی تخته خرده چوب منجر به بیشترین مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته شده و در لایه میانی سطح ۱۵ درصد بیشترین مقاومت‌های فوق را به خود اختصاص داده

*مسئول مکاتبه: vahidvaziri@gmail.com

است؛ همچنین چسبندگی داخلی با افزایش میزان کارتن کهنه کاهش یافت. میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت با افزایش کارتن کهنه روند افزایشی نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، قابلیت به‌کارگیری کارتن کهنه در لایه‌های سطحی تا ۳۰ درصد و در لایه میانی تا ۱۵ درصد برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، کارتن کهنه، فرآورده‌های چندسازه چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

طی سال‌های اخیر بازیافت کاغذ باطله به‌دلیل کاهش منابع جنگلی و افزایش آگاهی عمومی به لحاظ مسائل زیست‌محیطی به‌عنوان یک موضوع مهم مدنظر قرار گرفته است (۲). کاغذ باطله عمدتاً در تولید کاغذ و محصولات کاغذی مورد استفاده قرار می‌گیرد (٦). استفاده از کاغذ باطله به دلایلی نظیر هزینه فرآیندهای جوهرزدایی و اثرات زیست محیطی دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. از طرفی بازیافت کاغذ باطله منجر به کاهش الیاف و افت کیفیت کاغذ تولیدی شده؛ همچنین همواره بخشی از کاغذ باطله به دلایل اقتصادی و فنی قابل بازیافت ندارند (۷). استفاده از کاغذ باطله در تولید فرآورده‌های چندسازه چوب بخش قابل توجهی از محدودیت‌های ذکر شده را کاهش خواهد داد. استفاده از کاغذهای باطله در صنعت تخته خرده‌چوب به‌دلیل هزینه فرآوری کم و در دسترس بودن مقرون به صرفه خواهد بود (۳). کاغذ باطله در نسبت‌های مختلف با چوب می‌تواند برای تولید تخته خرده‌چوب جهت کاربردهای ویژه استفاده شود. از میان انواع مختلف کاغذ باطله، کارتن کهنه[1] دارای مطلوبیت بیشتری می‌باشد. لیگنین کمتر در الیاف اولیه شیمیایی جهت تولید کارتن راندمان الیاف را کاهش داده؛ اما منجر به بهبود خواص مکانیکی تخته خرده چوب خواهد شد (۵)؛ همچنین الیاف کارتن کهنه نسبت به الیاف اولیه چوب به واسطه فرآوری آسان‌تر و سطح تماس بیشتر الیاف، جهت اتصال با چسب‌های گرما نرم و گرما سخت مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. الیاف با داشتن ضریب کشیدگی بالا در مقابل نیروهای خمشی مقاومت کرده و مانند قید در ترکیب چسب و اتصالات آن عمل می‌کنند (۱).

لیکیدیس و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی فرآورده‌های چندسازه ساخته شده از کارتن کهنه و رزین‌های پلی متیل دی ایزوسیانات[2] و اوره فرم آلدهید، اظهار داشتند؛ افزودن کاغذ باطله در لایه میانی منجر به کاهش گرادیان دانسیته تخته شده و جایگزین کردن رزین اوره فرم آلدهید با پلی متیل دی ایزوسیانات در مقادیر ٤-۲ درصد به‌طور معنی‌داری خصوصیات تخته‌های دارای ۳۰ و ۵۰ درصد کاغذ باطله را بهبود بخشیده است. نتایج نشان دادند، تخته‌های سه لایه دارای رزین اوره فرم آلدهید با کاغذ باطله ۳۰ درصد و تخته‌های دارای رزین پلی متیل دی ایزوسیانات با کاغذ باطله ۳۰ و ۵۰ درصد در لایه مغزی نیازمندی‌های استاندارد EN312 را برای تخته‌های نوع تیپ ۱، ۲ و ٤ را برای کاربرد داخلی تأمین نمود (۸).

در تحقیقی از پودر کارتن کهنه به‌عنوان ماده پرکننده در تولید تخته فیبر با دانسیته متوسط از باگاس و ضایعات MDF استفاده نمودند. نتایج نشان داد که پودر کارتن کهنه و ضایعات MDF تأثیر معنی‌داری

1- Old corrugated container

2- Polymethyl diisocyanate

بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته داشت. با افزایش کارتن کهنه، چسبندگی داخلی بهبود یافت در صورتی‌که با افزایش ضایعات MDF، چسبندگی داخلی کاهش یافت (۵). سرانو و همکاران (۲۰۱۳) از پلی پروپیلن و الیاف کارتن کهنه به‌منظور ساخت فرآورده‌های چندسازه پلیمری استفاده کردند. آن‌ها گزارش کردند که مقاومت‌های مکانیکی با افزایش ۳۰ درصد کارتن کهنه افزایش پیدا کرده و پس از آن الیاف کارتن کهنه با الیاف پلیمر برهم‌کنش خوبی نداشته و در نتیجه باعث کاهش مقاومت‌های فرآورده‌های چندسازه شده است (۱۱).

به‌علت حجم عمده کاغذ در ضایعات شهری، بازیافت این مواد مورد توجه است (٤، ۱۰). با توجه به فن‌آوری امروز بخشی از ضایعات کاغذ به دلایل فنی و اقتصادی قابل بازیافت نمی‌باشد. بدین منظور می‌توان از آن‌ها در ساخت فرآورده‌های چندسازه چوبی استفاده مطلوبی کرد. زیرا در این مورد هیچ‌گونه تمیز کردن اضافی و پالایش موردنیاز نمی‌باشد (۹). در این تحقیق ویژگی‌های کاربردی تخته خرده‌چوب سه لایه ساخته شده با استفاده از کارتن کهنه و خرده‌چوب صنعتی با مقادیر متفاوت در لایه‌های سطحی و میانی به‌طور جداگانه، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

خرده‌چوب: خرده‌چوب مورد استفاده از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. در این تحقیق نسبت لایه سطحی به میانی تخته خرده‌چوب به‌ترتیب ٤۰ به ٦۰ درصد مدنظر قرار گرفت. برای لایه سطحی ذرات عبور کرده از مش ٤۰ و ٦۰ انتخاب گردید. ذرات چوب برای رسیدن به رطوبت ٤ درصد در آون با دمای $^{\circ c}$ ۲± ۱۰۳ قرار گرفتند.

کارتن کهنه: از کارتن کهنه ۳ یا ۵ لایه برای بسته‌بندی مواد با وزن کم استفاده گردید. از تبدیل کردن کارتن کهنه به الیاف اجتناب شد. نسبت وزنی کارتن کهنه به خرده چوب در پنج سطح (۱۰۰/۰، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰، ۵۵/٤۵، ٤۰/٦۰) در لایه‌های سطحی و میانی به‌طور جداگانه به‌عنوان متغیرهای مستقل این تحقیق انتخاب گردید. به‌منظور جدا کردن لایه‌ها، کارتن در دمای اتاق به‌مدت ۵ دقیقه در داخل آب غوطه‌ور شد. بعد از جداسازی لایه‌ها از یکدیگر و خشک کردن به رطوبت ٤ درصد، لایه‌های کارتن به وسیله قیچی به ابعاد mm ۳×۲۰ برش خوردند. ضخامت لایه‌ها mm ۰/۳ اندازه‌گیری شد.

چسب اوره فرم آلدهید: چسب اوره فرم آلدهید مورد استفاده، از شرکت سامد مشهد تهیه شده و پس از انتقال به آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه گنبد کاووس، ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). مقدار چسب اوره فرم آلدهید مورد استفاده برای ساخت هر تخته به‌طور میانگین ۱۰ درصد ماده اولیه چوبی در نظر گرفته شد. میزان مصرف چسب در لایه میانی ۸ درصد و در لایه‌های سطحی ۱۲ درصد بود.

جدول ۱- مشخصات چسب اوره فرم آلدهید.

Table 1. Characteristics of urea formaldehyde resin.

نوع چسب Resin type	شرکت سازنده Manufacturer	مواد جامد (درصد) Solids (%)	پی اچ pH	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه) Gel time (s)		ویسکوزیته (سانتی‌پوآز) Viscosity (cps)	وزن مخصوص (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Density (g/cm^3)
اوره فرم آلدهید مایع Liquid urea formaldehyde	سامد مشهد Mashhad samed	61	7	56	320		1.27

کلرید آمونیوم: از نمک کلرید آمونیوم به‌عنوان سخت کننده (هاردنر) چسب اوره فرم آلدهید ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. کلرید آمونیوم به‌صورت پودری به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب مورد استفاده قرار گرفت.

فرآیند ساخت تخته خرده‌چوب: عوامل ثابت تحقیق جهت ساخت تخته خرده‌چوب در جدول ۲ ارائه گردید. برای ساخت تخته ابتدا کارتن کهنه و خرده‌چوب با درصد اختلاط مشخص شده (۱۰۰/۰، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰، ۵۵/٤۵، ٤۰/٦۰ در لایه‌های سطحی و میانی به‌طور جداگانه) توسط چسب‌زن آزمایشگاهی چسب‌زنی شدند. ذرات چسب خورده توسط قالب چوبی به ابعاد ٤۵×٤۵ سانتی‌متر، فرم‌دهی شده و پس از تشکیل کیک وارد پرس شدند تا سیکل پرس اعمال گردد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تخته‌های ساخته شده به‌مدت ۱۵ روز در اتاق کلیما نگهداری شده تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. سپس برش تخته‌ها جهت تهیه نمونه‌های آزمونی انجام گرفت.

جدول ۲- عوامل ثابت مورد استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب.

Table 2. Fixed factors used in production of particleboard.

عوامل Factors	مقدار Content
رطوبت کیک (درصد) Mat moisture (%)	10
فشار پرس (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) Press pressure (Kg/cm^2)	30
فشار ویژه (مگاپاسکال) Special pressure (Mpa)	12.38
دمای پرس (درجه سانتی‌گراد) Press temperature (°C)	170
زمان پرس (دقیقه) Press time (Minute)	5
مقدار چسب اوره فرم آلدهید (درصد) Urea formaldehyde resin content (%)	10
کلرید آمونیوم (درصد) Ammonium chloride (%)	2
ضخامت تخته (میلی‌متر) Thickness of particleboard (mm)	16
دانسیته تخته (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Density of particleboard (g/cm^3)	0.72

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی: برای تعیین جذب آب و واکشیدگی ضخامت از استاندارد EN317، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته از استاندارد EN 310 و برای چسبندگی داخلی از استاندارد EN319 استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق با تخته‌های تیپ ۱ (تخته‌هایی با اهداف عمومی به منظور استفاده در شرایط خشک با مقاومت خمشی ۱۱.۵ مگاپاسکال و چسبندگی داخلی ۰.۲٤ مگاپاسکال) طبق استاندارد EN312 مورد مقایسه قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده با استفاده از آزمون تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. در نهایت مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته اثر معنی‌داری داشته است (جدول‌های ۳ و ٤).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته.

Table 3. Analysis of variance effect of OCC in the surface layers on modulus of elasticity and bending strength.

فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	F	سطح معنی‌داری Sig
مقاومت خمشی Bending strength	4	4.068	623.256	0.000*
مدول‌الاستیسیته Modulus of elasticity	4	197627.525	17662.10	0.000*

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

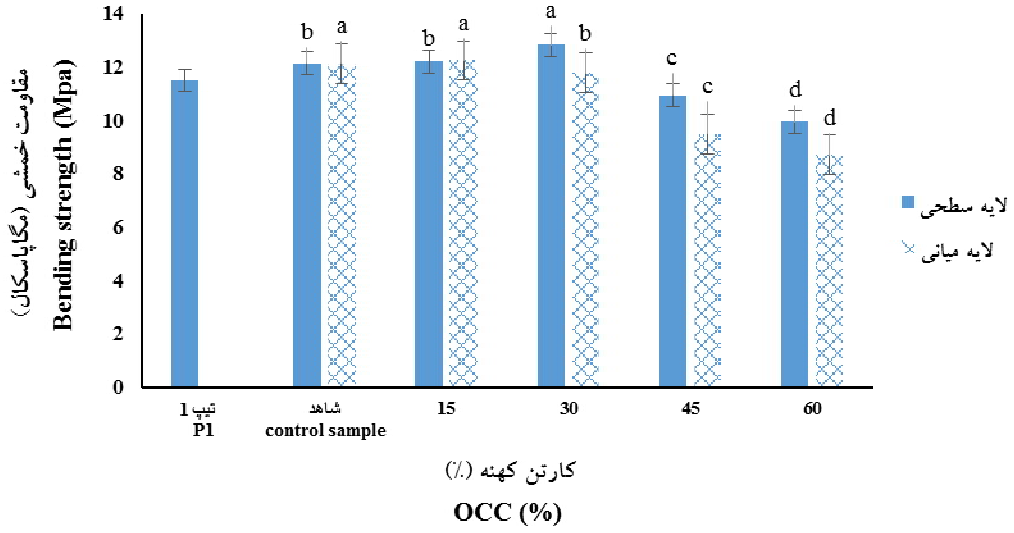
جدول ٤- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته.

Table 4. Analysis of variance effect of OCC in the middle layer on bending and modulus of elasticity strengths.

فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	F	سطح معنی‌داری Sig
مقاومت خمشی Bending strength	4	8.189	277.285	0.000*
مدول‌الاستیسیته Modulus of elasticity	4	210440.370	1470.04	0.000*

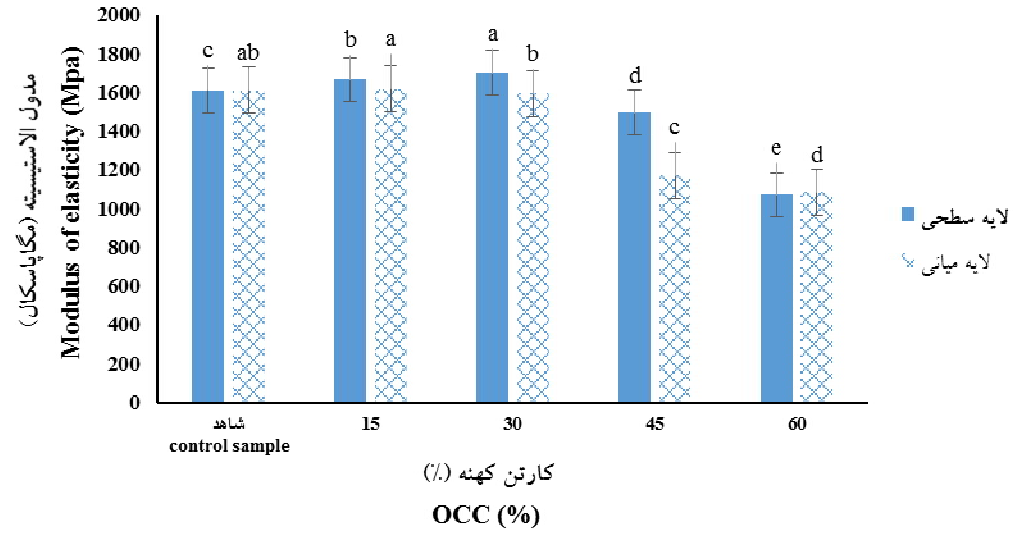
*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

بیشترین مقاومت خمشی مربوط به تیمار با ۳۰ درصد کارتن کهنه بازیافتی در لایه‌های سطحی تخته‌ها می‌باشد که به میزان ٥.٦ درصد نسبت به نمونه شاهد و ۱۱.۵ درصد نسبت به نمونه استاندارد تیپ ۱ افزایش نشان می‌دهد (شکل ۱). در لایه میانی نیز با افزایش میزان کارتن کهنه تا ۱۵ درصد، مقاومت خمشی نسبت به نمونه استاندارد تیپ ۱، ٦.٤٩ درصد افزایش یافت (شکل ۱). بیشترین مقدار مدول‌الاستیسیته در تیمار با ۳۰ درصد کارتن کهنه در لایه سطحی تخته‌ها می‌باشد که به میزان ٥.٥٦ درصد افزایش نسبت به نمونه شاهد نشان داد (شکل ۲). افزایش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته می‌تواند احتمالاً به‌علت ضریب کشیدگی بیشتر کارتن کهنه و کمتر بودن لیگنین آن نسبت به الیاف خرده‌چوب و سطح تماس بیشتر بین الیاف کارتن کهنه باشد. اما در مقادیر بیشتر چون الیاف کارتن کهنه ضعیف‌تر از الیاف خرده‌چوب بوده؛ احتمالاً بر هم کنش بین الیاف خرده‌چوب و کارتن کهنه ضعیف بوده و در نتیجه باعث کاهش مقاومت‌ها شده است (٦). اشراقی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقات خود عنوان کردند که افزایش مصرف الیاف بازیافتی منجر به کاهش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته می‌گردد که دلیل این کاهش را می‌توان در عدم پیوند مناسب الیاف و خرده‌چوب و سستی الیاف بازیافتی دانست (۳).



شکل ۱- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر مقاومت خمشی.

Figure 1. The effect of OCC addition in surface and middle layers on bending strength.



شکل ۲- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر مدول‌الاستیسیته.

Figure 2. The effect of OCC addition in surface and middle layers on modulus of elasticity.

چسبندگی داخلی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه تأثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر چسبندگی داخلی داشته است (جدول‌های ۵ و ٦).

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر چسبندگی داخلی.

Table 5. Analysis of variance effect of OCC in surface layers on internal bonding.

سطح معنی‌داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتور اندازه‌گیری Measurement factor
0.000*	1560	0.156	4	چسبندگی داخلی Internal bonding

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

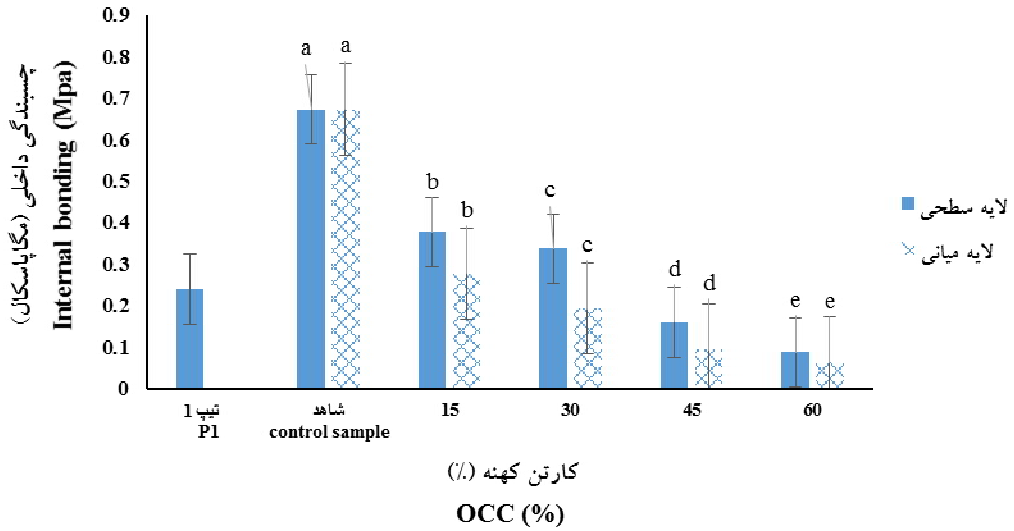
جدول ٦- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی بر چسبندگی داخلی.

Table 6. Analysis of variance effect of OCC in middle layer on internal bonding.

فاکتور اندازه‌گیری Measurement factor	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	F	سطح معنی‌داری Sig
چسبندگی داخلی Internal bonding	4	0.182	910	0.000*

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

با افزایش درصد کارتن کهنه، چسبندگی داخلی کاهش می‌یابد؛ هر چند که در مقایسه با تخته تیپ ۱ استاندارد افزایش چسبندگی داخلی تا سطح ۳۰ و ۱۵ درصد را به‌ترتیب برای لایه‌های سطحی و میانی نشان داد (شکل ۳). زیرا سطح ویژه الیاف کارتن به‌دلیل کاهش وزنی ناشی از خمیرسازی شیمیایی بسیار بیشتر از الیاف چوب می‌باشد و در یک نسبت وزنی از رزین با فرض این‌که رزین به درون دیواره سلولی نفوذ نکند، آن بخش از سطح الیاف کارتن کهنه که با رزین آغشته شده، کمتر از الیاف چوب می‌باشد که این خود اثر نامطلوبی بر اتصال‌های بین الیاف و ویژگی‌های مقاومتی بر جای می‌گذارد (۱). همچنین مقدار خاکستر کارتن کهنه (٦/٥ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از ذرات چوب (۰/۸ درصد) بود که احتمالاً به‌خاطر مواد معدنی اضافه شده به خمیر در طی فرآیند تولید کارتن می‌باشد. پس می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که افزایش خرده چوب باعث افزایش در چسبندگی داخلی می‌شود و این افزایش در چسبندگی داخلی به‌دلیل قابلیت بیشتر خرده چوب‌ها در همپوشانی همدیگر است و این‌که خرده‌چوب‌ها قادرند بافت همگن‌تری نسبت به الیاف کارتن کهنه ایجاد کنند و بیشتر در هم فرو روند (۱). ناظریان و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود عنوان کردند که کاغذ تأثیر منفی بر چسبندگی داخلی دارد. زیرا به‌دلیل حجم زیاد مواد معدنی در کاغذ، چسبندگی خوبی در بین الیاف ایجاد نمی‌شود و در نتیجه چسبندگی داخلی کاهش پیدا می‌کند (۹).



شکل ۳- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر چسبندگی داخلی.

Figure 3. The effect of OCC addition in surface and middle layers on internal bonding.

جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی تأثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد در جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب داشته است (جدول‌های ۷ و ۸).

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Table 7. Analysis of variance effect of OCC in surface layers on water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water.

سطح معنی‌داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.000*	2476.27	319.026	4	جذب آب پس از ۲ ساعت Water absorption after 2h
0.000*	1567.63	122.875	4	جذب آب پس از ۲۴ ساعت Water absorption after 24h
0.000*	1367.78	276.965	4	واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت Thickness swelling after 2h
0.000*	758.528	411.684	4	واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت Thickness swelling after 24h

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی‌بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

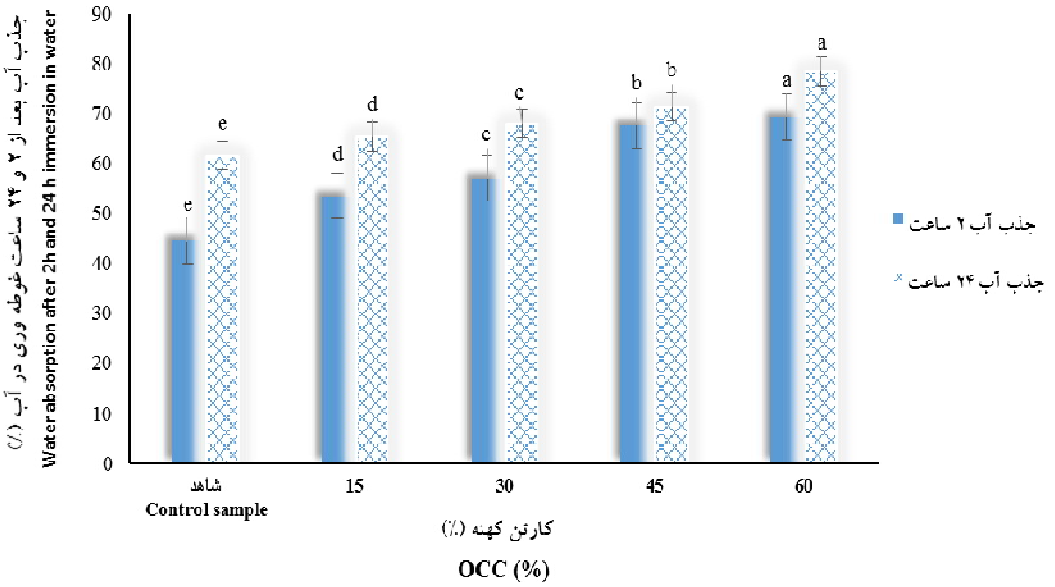
Table 8. Analysis of variance effect of OCC in middle layer on water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water.

سطح معنی‌داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.000*	504.458	354.775	4	جذب آب پس از ۲ ساعت Water absorption after 2h
0.000*	1078.74	222.486	4	جذب آب پس از ۲۴ ساعت Water absorption after 24h
0.000*	7189.13	549.921	4	واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت Thickness swelling after 2h
0.000*	1925.53	563.491	4	واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت Thickness swelling after 24h

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

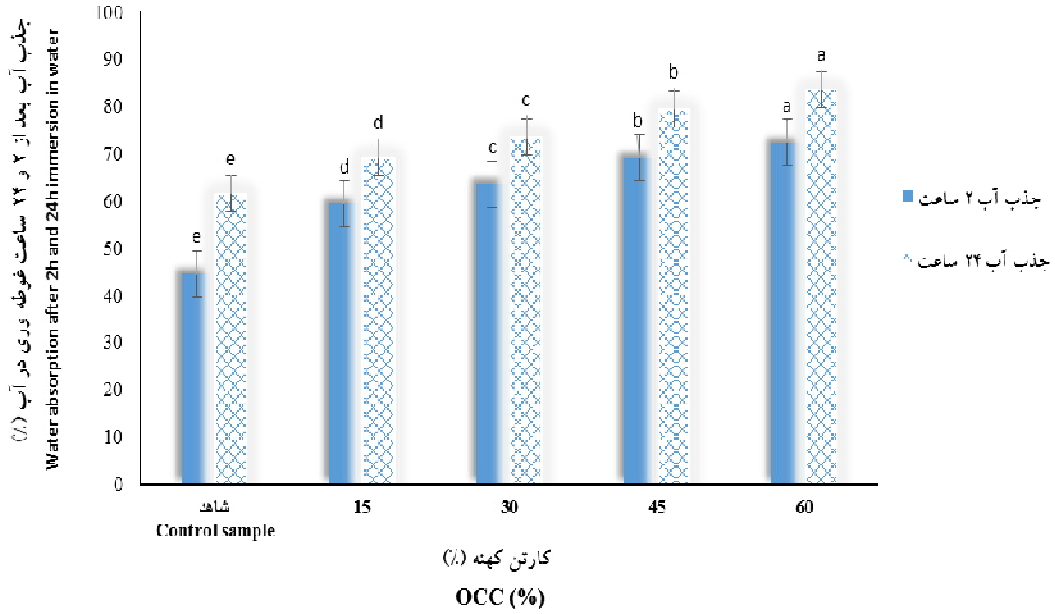
بیشترین جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب برای سطح ۶۰ درصد بوده است. جذب آب به عواملی از قبیل سطح ویژه، مقدار فضای خالی و آب دوستی ترکیبات بستگی دارد و از آنجایی‌که الیاف کارتن کهنه آب‌دوست هستند به همین دلیل در اثر چسبیدن هیدروژن مولکول‌های آب به گروه‌های هیدروکسیل آزاد موجود در سلولز کارتن کهنه، جذب آب و واکشیدگی ضخامت با افزودن کارتن کهنه افزایش یافته است (۳). از طرفی با افزودن کارتن کهنه، چسبندگی داخلی کاهش یافته؛ یعنی به‌عبارتی فضاهای خالی در بین الیاف زیاد شده در نتیجه میزان جذب آب افزایش یافته است (۷). از آن‌چه به‌دست آمده است این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش

میزان خرده‌چوب باعث کاهش میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها می‌شود که البته به‌دلیل جذب رطوبت بیشتر کارتن کهنه نسبت به خرده چوب است. گریگوریوس (۲۰۰۳) نیز در تحقیق خود به نقش کاغذ روزنامه باطله در افزایش جذب آب تخته‌ها اشاره کرد که این مسئله به‌دلیل بالا بودن سطح ویژه کاغذ روزنامه باطله در مقایسه با خرده چوب است که برای پوشش آن‌ها چسب بیشتری لازم است (٤).



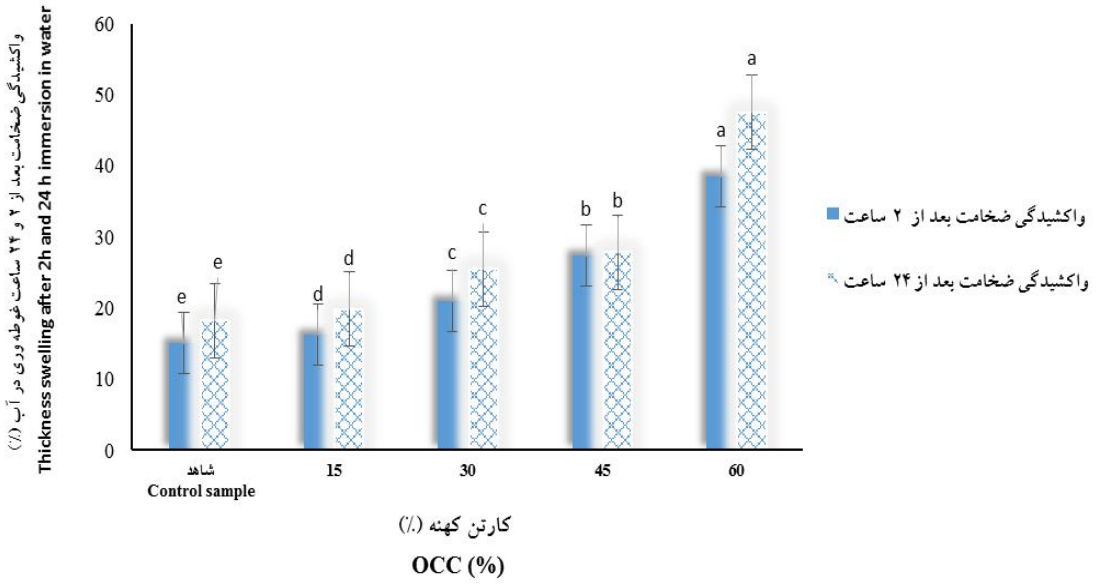
شکل ٤- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 4. The effect of OCC addition in surface layers on water absorption after 2h and 24h immersion in water.



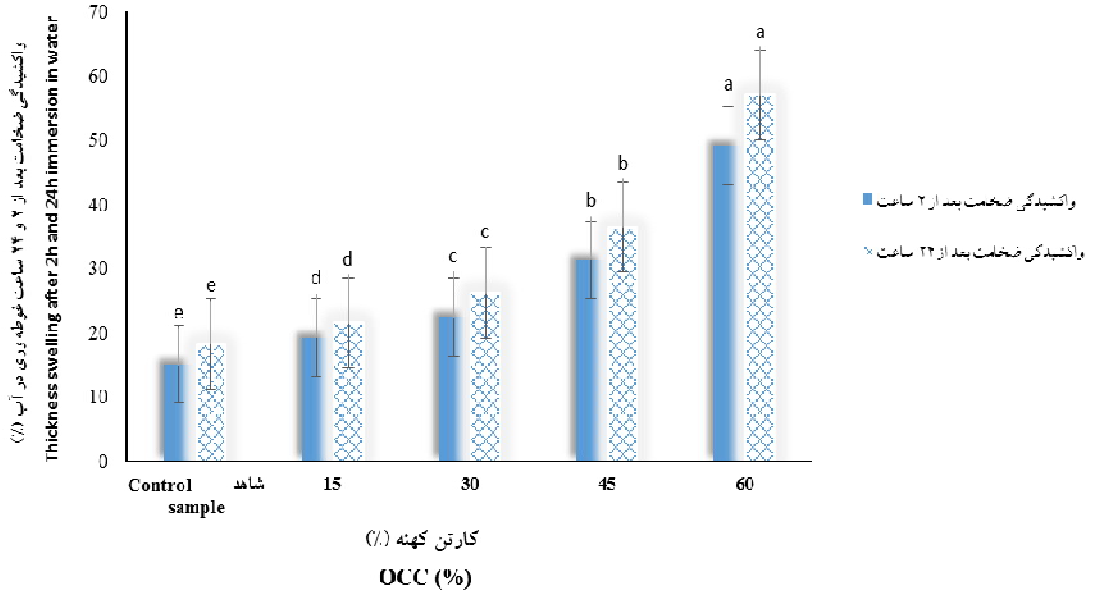
شکل ٥- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه میانی بر جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 5. The effect of OCC addition in middle layer on water absorption after 2h and 24h immersion in water.



شکل ٦- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 6. The effect of OCC addition in surface layers on thickness swelling after 2h and 24h immersion in water.



شکل ۷- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه میانی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 7. The effect of OCC addition in middle layer on thickness swelling after 2h and 24h immersion in water.

نتیجه‌گیری

با افزایش نسبت میزان اختلاط کارتن کهنه به خرده‌چوب، واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها افزایش یافته است. با افزایش میزان کارتن کهنه تا سطح ۳۰ درصد در لایه سطحی و تا سطح ۱۵ درصد در لایه میانی، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته افزایش یافته است که به‌دلیل ضریب کشیدگی و ضریب ظاهری (نسبت طول به پهنا) بیشتر الیاف کارتن کهنه می‌باشد. همچنین قابلیت تراکم‌پذیری بیشتر الیاف کارتن کهنه نیز در بهبود مقاومت‌ها مؤثر می‌باشد چراکه در سطوح لایه‌هایی با فشردگی بیشتر ایجاد کرده است. اما در مقادیر بیشتر کارتن کهنه،

مقاومت‌های فوق کاهش می‌یابد، زیرا احتمالاً بر هم کنش بین الیاف خرده‌چوب و کارتن کهنه ضعیف بوده و همچنین کلوخه شدن الیاف و تمرکز تنش هم عامل بسیار مهمی در کاهش این مقاومت‌ها است. چسبندگی داخلی با افزایش میزان کارتن کهنه کاهش یافته است. زیرا در طی فرآیند بازیافت، الیاف با کاهش طول مواجه شده و سطح ویژه الیاف افزایش یافته و از طرفی در واحد سطح ذرات، مقدار چسب کمتری قرار می‌گیرد که باعث کاهش چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌شود. لذا با استفاده از نتایج حاصل از این تحقیق و با توجه به استاندارد EN ۳۱۲، قابلیت استفاده از کارتن کهنه در لایه سطحی تا سطح ۳۰ درصد و در لایه میانی تا سطح ۱۵ درصد برای برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

منابع

1.Doosthoseini, K., and Abdolzadeh, H. 2009. Investigation of the feasibility of utilization of wood fiber and old corrugated container in surface layers of three-layer particleboard and their effect on properties of particleboard. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 25(1): 62-69. (In Persian)

2.Ebrahimi, Gh., and Rostampoor Haftkhani, A. 2011. Wood-plastic composites. Tehran University Press, 885p. (In Persian)

3.Eshraghi, A., Khademi Eslam, H., Nourbaksh, A., and Bazyar, B. 2012. Investigation of applying the old corrugated container (OCC) and aspen chips in particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 26(1): 138-150. (In Persian)

4.Grigorious, A.H. 2003. Waste paper wood composites bonded with isocyanate. Wood Science and Technology, 37: 79-89.

5.Gwon, J.G., Lee, S.Y., and Chun, S.J. 2010. Effects of chemical treatments of hybrid fillers on the physical and thermal property of wood plastic. Composite: Part A, 41: 1491-149.

6.Hunt, J.F., and Vick, C.B. 1999. Strength and processing properties of wet-formed hardboard from recycled corrugated containers and commercial Hardboard fibers. Forest Products Journal, 49(5): 69-74.

7.Lee, P.W., and Iison, J. 1994. Fire retardancy and mechanical properties of paper sludge – wood particle mixed board. College of agriculture and life sciences Seoul national university, suwan, Korea, Pp: 441-447.

8.lykidis, Ch., Parnavela, Ch., Goulounis, N., and Grigoriou, A. 2012. Potential for utilizing waste corrugated paper containers into wood composites using UF and PMDI resin systems. European Journal Wood Production, 24: 205-212.

9.Nazerian, M., Dalirzadeh, A., and Farokhpayam, S.R. 2015. The effect of old corrugated container (OCC) powder and as urea formaldehyde adhesive filler on properties of medium density fiberboard made from bagasse and waste MDF. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 29: 452-459.

10.Sayadi, K., and Amiri, S. 2004. Investigation of paper production and consumption in Iran. M.sc. Thesis, 148p.

11.Serano, A., Espinach, F.X., and Tresserras, J. 2013. Study on the technical feasibility of replacing glass fibers by old newspaper recycled fibers as polypropylene reinforcement. Journal of cleaner production, 65: 489-496.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 24 (2), 2017
http://jwfst.gau.ac.ir

Investigation of using old corrugated container in the production of three- layer particleboard

***V. Vaziri[1] and M. Salari[2]**
[1]Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Kavous Gonbad University, Gonbad, Iran, [2]M.Sc. Graduated of Wood Composite Products, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran
Received: 05/08/2016; Accepted: 04/23/2017

Abstract
Background and objective: The demand for composite wood products, such as plywood, oriented strand board (OSB), particleboard and medium density fiberboard has recently increased substantially throughout the world. Wood-based panels allocated to 57 percent of total consumption of wood in the world. Annual production growth of this composite is forecasted 2 to 5 percent. Despite the increasing demand for wood due to environmental issues and industrial wood supply, there are still limitations and are decreasing. There is still an ongoing research interest to identify alternative sources of wood for manufacturing wood composite products. OCC (Old Corrugated Container) as one of the alternative sources to use in the particleboard industry has been subjected to feasibility studies. The rational for choosing the OCC is availability, fair price and the absence of impurities in cellulosic materials of the OCC. This research investigated the use of the OCC in the surface and middle layers on the mechanical and physical properties of three layer particleboard.
Materials and methods: In this research, researchers used 3 or 5 layered OCC which were applied for packaging low-weight materials Particles prepared of the OCC were consisted of 10 treatments including 5 levels of incorporation: 0, 15, 30, 45, 60 percent with wood for surface and middle layers of particleboard were used. Industrial wood chips from Sanate Choube Shomal Company were used. Urea formaldehyde resin used at 10 percent level of dry weight of raw material as well as ammonium chloride was used as a catalyst at 2 percent level of the dry weight of adhesive. After the mixing process of wood particle/OCC with the adhesive and hardener, mat at temperature of 170°^{c} for 5 minutes under hot press was placed. After making particleboard, physical and mechanical properties of panels analyzed using variance analysis in 95% confidence level.
Results: The results showed, the use of the OCC up to 30 percent in the surface layers of particleboard led to the most bending strength and modulus of elasticity while in the middle layer at 15 percent level allocated the most aforementioned resistances; also internal bonding decreased by increasing the OCC content. Water absorption and thickness swelling increased by increasing the OCC content.
Conclusion: Results showed, there was usability of the OCC in the surface layers up to 30 percent and in the middle layer up to 15 percent for general purpose boards for use in dry conditions.

Keyword: Particleboard, Old corrugated container, Composite wood products, Physical and mechanical properties

*Corresponding author: vahidvaziri@gmail.com