تاثیر وجود خط‌جوش بر استحکام کششی قطعات قالبگیری تزریقی تولیدشده از کامپوزیت پلی‌پروپیلن/ باگاس نیشکر و بررسی اثر دمای مذاب و ترکیب مواد

حسن شانه‌چی[۱]، سیدعبدالمحمد رضاوند[۲*]

[۱]کارشناسی‌ارشد، مهندسی مکانیک – ساخت و تولید، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی
[۲]عضو هیات علمی، گروه مهندسی مکانیک – ساخت و تولید، دانشکده فنی و مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی

دریافت: پاییز ۹۶ پذیرش: تابستان ۹۷

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی استحکام کششی قطعات قالبگیری تزریقی تولیدشده دارای خط‌جوش از ترکیب باگاس نیشکر و پلی‌پروپیلن می‌باشد. باگاس نیشکر پس از اصلاح قلیایی با نسبتهای متفاوت با پلی‌پروپیلن ترکیب شد. مواد توسط دستگاه قالبگیری تزریقی پیش‌مخلوط گردیده و سپس از مواد مخلوط شده حاصل و در دماهای مذاب مختلف، نمونه‌های لازم تولید گردیدند. آزمون تعیین خواص کششی بر روی نمونه‌ها انجام گردید. نتایج نشان داد که استحکام کششی در قطعات دارای خط جوش از نمونه‌های بدون خط جوش کمتر بوده همچنین افزایش میزان باگاس در هر دو حالت با و بدون خط جوش منجر به کاهش استحکام کششی می‌شود. با افزایش دمای مذاب به طورکلی استحکام کششی کاهش پیدا می‌کند.

* **عهده‌دار مکاتبات:** rezavand@iaud.ac.ir

کلمات کلیدی: باگاس نیشکر، پلی‌پروپیلن، قالبگیری تزریقی، دمای مذاب، خط جوش، استحکام کششی

۱- مقدمه

باگاس، تفاله نیشکر بوده که پس از عصاره‌گیری از نیشکر به صورت پسماند فیبری خشک و فشرده شده و به صورت قطعات ریز تراشه بدست می‌آید. باگاس دارای کاربردهای متنوعی می‌باشد. زیرا علاوه بر سلولز، مقادیر زیادی مواد پروتئینی و قندی در آن وجود داشته که برای تولید انواع محصولات صنعتی مفید می‌باشد. مهمترین محصولات فرعی باگاس عبارت از تولید ورق های فشرده ،تولید نئوپان، تولید کامپوزیت های چوب پلاستیک، تولید اتانول، تولید خمیر کاغذ (صنعت کاغذ سازی)، تولید خمیر مایه، تولید انواع خوراک دام، تولید پوشال برای مرغداری‌ها، تولید فورفورال (ماده‌ای است که در روغن های صنعتی به کار می‌رود)، تولید انرژی (به عنوان سوخت کوره) می باشد. علت اصلی تمایل به مصرف باگاس، ارزانی و فراوانی آن می‌باشد. رشد و مصرف کامپوزیتهای چوب – پلاستیک با توسعه ماشین‌آلات و تولید دانش فنی در این زمینه رو به گسترش است. [۱]

تولید به روش قالب‌گیری تزریقی با توجه به نرخ بالای تولید، زمان سیکل کوتاه و میزان کم ضایعات یکی از فرآیندهای تولید بوده که استفاده ازآن در تولید کامپوزیتهای چوب پلاستیک درحال افزایش است. با این حال، تولید قطعات پیچیده که قالب آنها دارای راه‌گاه‌های متعدد و حفره‌های دارای ماهیچه می‌باشد، ممکن است مشکلاتی را بوجود آورد. یکی از نقایص مشاهده‌شده در این روش خط جوش می‌باشد. خط جوش هنگامی شکل گرفته که دو یا چند جبهه مذاب ماده به منظور پر کردن حفره قالب از جهات مختلف حرکت کرده و در یک منطقه به یکدیگر برسند، چنانچه دمای جبهه مذاب برای آمیختن پایین باشد، منجر به تشکیل خط‌جوش ضعیف در ناحیه پیوستن دو جبهه به یکدیگر می‌شود. با استفاده از روشهایی مانند افزایش دمای قالب، افزایش فشار نگهدارنده قالب و همچنین مدت آن، تخلیه صحیح و کامل هوای داخل قالب و تغییر موقعیت تغذیه مواد ورودی به قالب می‌توان خطوط جوش را رفع کرده یا از شدت غیریکنواختی آن جلوگیری کرد. استحکام مکانیکی ناحیه جوش می‌تواند به مقدار قابل توجهی کمتر از استحکام نقاط دیگر قطعه به خصوص در مواد غیرخالص (دارای الیاف یا مواد دیگر غیرپلاستیکی مانند پودرچوب) باشد. به طور کلی در کامپوزیت‌های پلاستیکی، با افزایش میزان پرکننده و قرار گیری الیاف در بین ماتریس اصلی و جهت‌گیری آنها هم در حضور خط جوش و بدون خط جوش استحکام کششی و تنش تسلیم کاهش پیدا می‌کند.[۲] در قطعات دارای خط جوش تولید شده از مواد دارای الیاف شیشه، الیاف به موازات خط جوش در ناحیه به اندازه چند میلی متری در دو طرف خط جوش جهت‌گیری می‌شوند. با توجه به خواص مکانیکی بدست آمده، خط جوش ماده تقویت نشده در مقایسه با دیگر نقاط قطعه در زمینه مستعد بودن

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]

برای گلویی شدن متفاوت است. با این حال الیاف تقویت‌کننده منجر به افزایش استحکام خط جوش به نسبت حالت بدون تقویت کننده شدند. [۳] با افزایش دمای مذاب و افزایش فشار نگهداری، ضخامت ناحیه هسته قطعه (ناحیه مرکزی در جریان مذاب)کاهش یافته و ضخامت پوسته‌ها (نواحی کناری جریان مذاب نزدیک به بدنه قالب) افزایش می‌یابد. این پدیده موجب افزایش تنش و کرنش تسلیم می‌گردد. [۴] استحکام تسلیم و مقاومت به ضربه نمونه‌های تقویت‌شده با تالک دارای خط جوش از نمونه‌های بدون خط جوش پایین‌تر هستند. استحکام تسلیم برای نمونه‌های بدون خط جوش تمایل به افزایش را با افزایش فشار تزریق از خود نشان داد در حالیکه برای نمونه‌های دارای خط جوش این رفتار دیده نشد. [۵] برای قطعات تولیدشده از پلی‌پروپیلن دارای الیاف شیشه، در لایه‌های تشکیل شده نزدیک دیواره قالب، به عنوان لایه پوسته، جهت‌گیری الیاف عمدتا با جهت جریان موازی است. این اتفاق ناشی از رشد نیروهای طولی در جلوی جبهه جریان و نیروهای برشی پس از آن می‌باشد. در مقابل، جهت‌گیری الیاف در لایه هسته به دلیل سرعت خنک‌شدن کمتر و تنش برشی کمتر در مرکز به صورت تصادفی مشاهده شد. کاهش استحکام نمونه‌های دارای خط جوش به لایه هسته ضخیم‌تر که شامل حفره‌هایی نیز در سطح جوش و شکاف‌های وی شکل در سطوح خط جوش می باشد، مربوط است. به همین دلیل استحکام کششی نمونه‌های دارای خط جوش به طور قابل توجهی از مقادیر بدست آمده برای نمونه‌های بدون خط جوش کمتر بود. [۶] تقویت پلی‌پروپیلن با الیاف منجر به افزایش سفتی و تنش تسلیم در قالب‌گیری تزریقی می‌شود. اما باعث تولید کامپوزیت‌هایی با ناهمسانگردی بالا خواهدشد. اثرات منفی این ناهمسانگردی هنگامی که خط جوش در قطعه ایجاد شده بیشتر خود را نشان می‌دهد. ترکیب‌سازی الیاف شیشه با تالک بر استحکام خط جوش کامپوزیت موثر بوده به طوریکه اثر بهبودی قابل توجهی با بهینه‌سازی میزان ذرات در ترکیب‌سازی الیاف تقویت‌کننده قابل حصول و دستیابی است. [۷] دما و فشار نگهداری فرآیند قالبگیری تزریقی، بر خواص ضربه‌ای و تسلیم اثری نمی‌گذارند. ولی اندازه الیاف فیبر شیشه و تالک تاثیر زیادی بر خواص مکانیکی این کامپوزیت‌ها می‌گذارند. با افزایش میزان الیاف، تنش تسلیم تا یک میزان بیشینه افزایش و سپس کاهش می‌یابد. مقایسه نمونه‌های دارای خط جوش و بدون آن نشان دادند که خط جوش به میزان قابل توجهی تنش تسلیم و خواص ضربه‌ای نمونه‌ها را کاهش داده که دلیل آن جهت‌گیری نامساعد الیاف در پشت خط جوش می‌باشد. [۸] استحکام کششی پلی‌پروپیلن و تالک تحت تاثیر میزان تالک و شرایط فرآیندی (دما و سرعت تزریق) قرار داشته که بر جهت‌گیری اثر می‌گذارد. استحکام کشش خط جوش به دما و سرعت تزریق بستگی داشته که اثر سرعت تزریق در دمای مذاب پایین‌تر، محسوس‌تر است. عامل اصلی اثرگذار بر استحکام کشش، میزان ذرات تالک در صفحه خط جوش می‌باشد. [۹] هر دو استحکام تسلیم و خستگی در جهت جریان بیشتر بوده و حضور خط جوش باعث کاهش این دو استحکام می‌شود. برای نمونه‌های در جهت جریان مذاب، با افزایش فشار نگهداری، استحکام تسلیم افزایش می یابند. [۱۰]

هدف این پژوهش، بررسی تاثیر میزان ماده پرکننده باگاس، دمای مذاب و وجود خط جوش بر استحکام کششی قطعات تولیدی می‌باشد.

۲- مواد، روشها و تجهیزات

ابتدا به منظور ایجاد پیوند بهتر بین ماتریس و الیاف، باگاس نیشکر اصلاح قلیایی گردید. باگاس اصلاح شده مالئیک انیدرید و پلی‌پروپیلن مخلوط گردیده، سپس توسط سیلندر دستگاه قالبگیری تزریقی مخلوط و گرانول‌گیری انجام شد. در نهایت از گرانول‌های تهیه شده، توسط قالب و دستگاه قالبگیری تزریقی، قطعات موردنظر تولید شده و استحکام خط جوش قطعات تعیین گردید.

ترموپلاستیک مورداستفاده، پلی‌پروپیلن خالص گرید Z30G از شرکت پتروشیمی مارون، مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن و ذرات باگاس (تفاله نیشکر) مورد استفاده نیز محصول جانبی کارخانه کشت و صنعت هفت‌تپه بوده است.

به منظور حذف ترکیبات مزاحمی مانند لیگنین و مواد استخراجی از باگاس و افزایش درصد ترکیبات سلولزی، اصلاح قلیایی باگاس صورت می‌گیرد. باگاس‌ها برای از بین بردن آلودگیهای محیطی چندین بار توسط آب معمولی شسته شدند. سپس محلول هیدروکسید سدیم با غلظت ۳ درصد وزنی ساخته شد. سپس باگاس‌ها در محلول هیدروکسید سدیم به مدت زمان۲ ساعت قرار داده شدند. پس از خارج کردن الیاف باگاس از محلول، جهت از بین بردن هیدروکسیدسدیم باقی‌مانده، الیاف چندین بار توسط آب معمولی شسته شدند. سپس جهت خنثی‌سازی هیدروکسیدسدیم باقی‌مانده و اثر آن، الیاف درون محلول اسیداستیک یک درصد به مدت یک ساعت قرار داده شدند. در نهایت الیاف باگاس توسط آب شسته شدند. الیاف باگاس اصلاح شده به مدت ۷۲ ساعت در هوای آزاد بطور کامل و در ادامه در خشک کن با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت سه ساعت رطوبت‌زدایی شده و توسط آسیا خرد و از الک مش ۴۰ عبور داده شدند. شکل ۱ الیاف باگاس قبل از اصلاح و آسیا و الک شدن و بعد از آن را نشان می‌دهد.



الف)



ب)

شکل ۱: لف) باگاس قبل از اصلاح و آسیا، ب) آرد باگاس الک شده

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]

باتوجه به اهمیت میزان وجود باگاس و همچنین اثر دمای مذاب، بر خواص خط جوش ایجادشده، این دو عامل متغیرهای تحقیق حاضر بوده‌اند. همچنین با توجه به طراحی قالب، امکان تولید قطعات دارای خط جوش و بدون خط جوش وجود دارد. پارامترهای متغیر جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول۱: پارامترهای متغیر

ردیف	پارامتر	مقدار	واحد
۱	الیاف پرکننده (باگاس	۳۰-۲۰-۱۰	درصد وزنی
۲	دمای مذاب	۲۲۵-۲۱۰-۱۹۵-۱۸۰	سانتیگراد
۳	خط جوش	وجود یا عدم وجود	-

جهت تبدیل الیاف باگاس به آرد باگاس، الیاف را یکبار توسط خردکن برقی به ذرات ریز تبدیل کرده (شکل۲) و سپس جهت آرد کردن ذرات باگاس از آسیاب سنگی برنج‌کوبی استفاده گردید. جهت مش‌بندی باگاس آرد شده از الک با اندازه مش۴۰ استفاده گردید و ذرات عبور داده شده جهت گرانول‌گیری استفاده شدند.



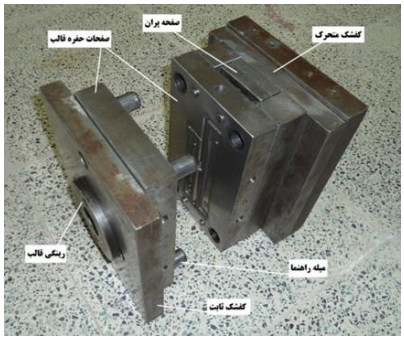
شکل۲: آسیاب برقی

جهت تولید رشته‌های خمیری از سیلندر دستگاه قالبگیری تزریقی (شکل ۳)، در حالت بدون قالب استفاده گردید. مواد بعد از اختلاط در سیلند توسط ماردون، به صورت رشته‌ای از نازل خارج گردیده و پس از سرد شدن، توسط آسیا (شکل ۲) به قطعات ریز مناسب برای ورود مجدد به دستگاه قالبگیری تزریقی استفاده گردیدند. دستگاه قالبگیری تزریقی مورداستفاده (شکل ۳)، ساخت شرکت HAIXING چین با ظرفیت گیره‌بندی ۸۸ تن و نام تجاری HX-88 بوده‌است.

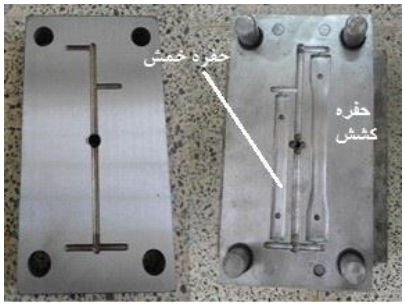


شکل ۳: دستگاه قالبگیری تزریقی

در شکل(۴) و شکل (۵) قالب تزریق مورداستفاده مشاهده می‌شود. جهت تولید نمونه-های با خط جوش نیازی به ایجاد تغییرات در ساختار راهگاه‌های قالب نبوده و مذاب پس از ورود به مجرای قالب از دو جهت بالا و پایین وارد حفره شده و با برخورد دو جبهه مذاب به یکدیگر، نمونه با خط جوش تشکیل می‌شود. برای تولید نمونه بدون خط جوش، لازم است که یکی از مسیرهای حرکت مذاب به داخل حفره کشش قالب تزریق مسدود گردد. تصویر نمونه‌ی تولید شده در شکل ۶ نشان داده شده‌است.



شکل ۴: قالب تزریق



شکل۵: حفره کشش

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]



شکل۶: نمونه تولید شده از ترکیب باگاس و پلی پروپیلن

آزمون کشش بر اساس استاندارد D638 ASTM انجام گرفته و از دستگاه مدل SANTAM STM-150 (شکل ۷) استفاده گردید.



شکل۷: نمونه تحت آزمون کشش

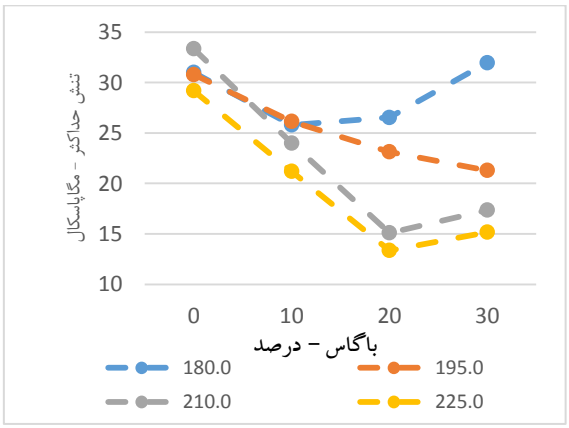
برای هرکدام از شرایط تولید نمونه‌های دارای خط جوش و بدون خط جوش، سه نمونه تکرار در نظر گرفته شده و در نهایت برای تعیین هر خاصیت میانگینی از این ۳ تکرار بدست آمد.

۳- نتایج و بحث

جدول ۲ تنش کششی حداکثر برای نمونه‌های دارای خط جوش و بدون خط جوش را نشان می‌دهد. درشکل‌های (۸) و (۹) نیز روند تغییرات تنش حداکثر بر حسب میزان باگاس موجود در نمونه ها در دماهای مذاب مختلف برای نمونه‌های با و بدون خط جوش مشاهده می‌شود.

جدول۲: میانگین تنش کششی حداکثر (MPa)

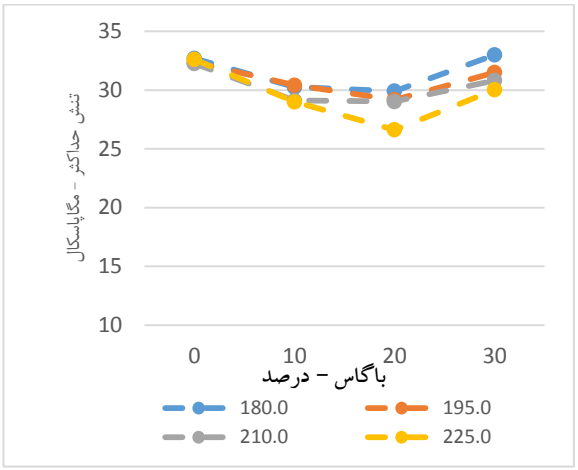
دمای مذاب	وضعیت خط جوش	میزان باگاس (درصد)			
		۰	۱۰	۲۰	۳۰
۱۸۰	با خط جوش	۳۱	۲۵.۸	۲۶.۶	۳۲.۰
	بدون خط جوش	۳۲.۷	۳۰.۳	۲۹.۹	۳۳.۰
۱۹۵	با خط جوش	۳۰.۸	۲۶.۲	۲۳.۱	۲۱.۳
۱۹۵	بدون خط جوش	۳۲.۴	۳۰.۴	۲۹.۲	۲۹.۲
۲۱۰	با خط جوش	۳۳.۴	۲۴	۱۵.۱	۱۷.۴
۲۱۰	بدون خط جوش	۳۲.۳	۲۹.۱	۲۹	۳۰.۸
۲۲۵	با خط جوش	۲۹.۲	۲۱.۲	۱۳.۴	۱۵.۲
۲۲۵	بدون خط جوش	۳۲.۶	۲۹	۲۶.۶	۳۰.۰



شکل۸: تنش کششی حداکثر بر حسب درصد باگاس در نمونه‌های با خط جوش

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

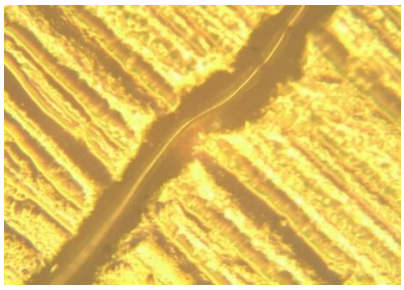
[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]



شکل۹: تنش کششی حداکثر بر حسب درصد باگاس در نمونه‌های بدون خط جوش

همانطور که مشاهده می‌شود، به طور کلی میزان تنش کششی در نمونه‌های دارای خط جوش مقدار کمتری در مقایسه با نمونه‌های بدون خط جوش داشته که نشان‌دهنده این موضوع بوده که خط جوش منجر به کاهش استحکام قطعه می‌شود. دلیل آن نیز عدم پیوند ماتریس و الیاف دو جبهه مذاب و جهت‌گیری نامناسب الیاف در ناحیه خط جوش می‌باشد. مواد از دو جبهه مخالف وارد حفره شده و با یکدیگر برخورد می نمایند. علی‌رغم وجود سرعت و فشار در زمان برخورد دو جبهه، اختلاط این دو به طور کامل اتفاق نیفتاده و از دست رفتن حرارت مذاب در فاصله زمانی خروج از نازل تا برخورد دو جبهه نیز بر کاهش میزان اختلاط‌پذیری تاثیرگذار می‌باشد. در تولید کامپوزیت‌های مورداستفاده در این تحقیق از الیاف کوتاه و پودر مانند باگاس استفاده شده که منجر به کاهش خواص مکانیکی ماده در حالت کلی شده و بیشتر نقش پرکنندگی آن مدنظر بوده‌است.

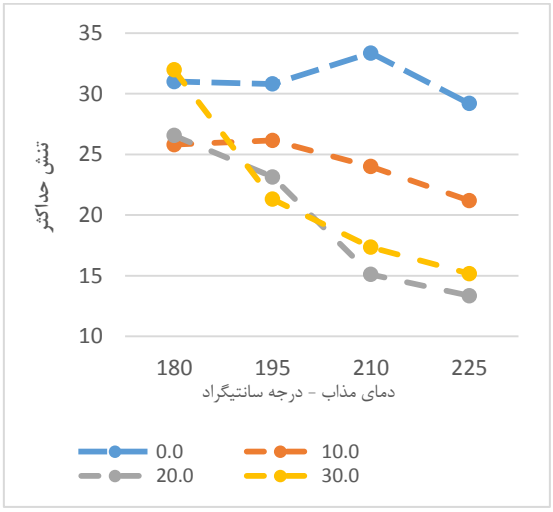
شکل (۱۰) تصویر تهیه شده از محل خط جوش قطعات توسط میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر را نشان می‌دهد. عدم یکنواختی در محل خط جوش قابل مشاهده می‌باشد.



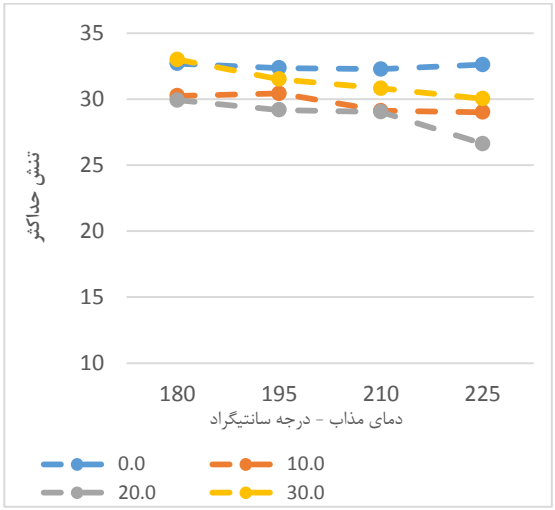
شکل۱۰: تصویر میکروسکوپی نوری با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر در جهت عرض مقطع خط جوش

همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش درصد باگاس، تنش کششی در هر دو مورد با و بدون خط‌جوش در تمامی دماهای مذاب اندازه‌گیری شده روند کلی کاهشی را از خود نشان می دهد. از طرفی مشاهده می‌شود که در درصدهای پایین باگاس دمای مذاب تقریبا در استحکام کششی قطعه بی تاثیر بوده است لذا بهتر است تولید قطعات ترکیبی در دمای پایین انجام شود.

در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نمودارهای تنش کششی حداکثر بر حسب دمای مذاب به ازای مقادیر مختلف ترکیب باگاس در دو حالت با و بدون خط جوش آورده شده‌است.



شکل۱۱: تغییرات تنش کششی حداکثر بر حسب دمای مذاب در نمونه‌های با خط جوش



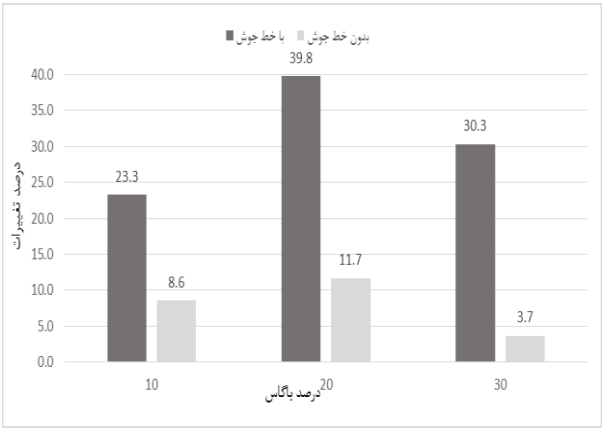
شکل۱۲: تغییرات تنش کششی حداکثر بر حسب دمای مذاب در نمونه‌های بدون خط جوش

نمونه‌های پلی‌پروپیلن خالص در حالت بدون خط جوش تنش کششی نسبت به دمای مذاب حساسیتی نشان نداده و با تغییرات دمای مذاب نقریبا ثابت مانده‌است. اما در حالت با خط جوش با افزایش دمای مذاب به طور کلی تنش کششی ثابت بوده که دلیل آن اختلاط بهتر مواد در اثر کاهش گرانروی و پیوند بهتر ماتریس ترموپلاستیکی در دو جبهه مذاب می‌باشد. این مشاهدات بر خلاف پژوهش‌هایی همچون پژوهش ژاو

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]

و مالیک [۴] بوده که در آن برای پلی‌پروپیلن پرنشده و بدون خط جوش میزان تنش کششی حداکثر با افزایش دمای مذاب کاهش می‌یابد. البته همانطور که انتظار می‌رود در نمونه های دارای خط جوش مقدار تنش کمتر می‌باشد. برای حالات دارای باگاس و با خط جوش با افزایش دمای مذاب نمونه‌های صفر و ۱۰ درصد باگاس بدلیل غلبه اثر اختلاط بهتر نسبت به تخریب حرارتی باگاس با افزایش دما، تنش کششی تقریبا روند افزایشی را نشان می‌دهد. این درحالیست که برای نمونه‌های دارای ۲۰ و ۳۰ درصد باگاس تخریب حرارتی براثر افزایش دمای مذاب بر روند اختلاط بهتر غلبه کرده و کاهش تنش کششی را در پی داشته است. ژاو و مالیک [۱۲] در پژوهش خود بیان کردند که با افزایش دمای مذاب تنش تسلیم افزایش یافته که به علت کاهش ضخامت هسته حاوی الیاف با جهت‌گیری نامناسب و افزایش ضخامت پوسته شامل الیاف موازی جریان می‌باشد. همچنین بیشترین میزان تنش کششی حاصله در اندازه‌گیری‌ها مربوط به حالت پلی‌پروپیلن خالص و بدون خط جوش با میزان میانگین ۳۲.۵ مگاپاسکال بوده است. میزان تنش کششی متوسط نمونه‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد باگاس در حالت دارای خط جوش نیز به ترتیب ۱۹.۱درصد، ۳۵درصد و ۲۶.۲درصد کمتر نسبت به نمونه‌های بدون خط جوش متناظر خود بوده‌است. درصد تغییرات تنش متوسط نمونه‌های دارای باگاس نسبت به نمونه خالص در شکل (۱۳) نشان داده شده‌است.



شکل۱۳: درصد کاهش تنش متوسط نمونه‌های کامپوزیت نسبت به نمونه خالص

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، موارد زیر قابل نتیجه‌گیری هستند:

- وجود خط جوش در قطعه بدلیل عدم شکل‌گیری پیوند مناسب بین ماتریس و الیاف و همچنین جهت‌گیری نامساعد الیاف در ناحیه خط جوش منجر به کاهش تنش قابل تحمل قطعات تولیدی می‌گردد.

- افزایش میزان باگاس به طور کلی کاهش میزان تنش حداکثر را در هر دو حالت نمونه‌های دارای خط جوش و بدون خط جوش به دنبال دارد.

- در طراحی قطعات دارای پودر چوب، تا حد امکان باید طراحی قالب، قطعه، راهگاه و دریچه به گونه‌ای انجام شود که خط‌جوش تشکیل نگردد. در صورت اجبار به دلیل هندسه قطعه، از دمای مذاب بیشتر استفاده شود.

- باتوجه به هزینه پایین استفاده از پودر چوب و مزایای زیست محیطی، استفاده از این مواد با درنظر گرفتن خواص مکانیکی حاصل شده امکان‌پذیر بوده و پیشنهاد می‌گردند.

مراجع

[۱] خواجه پور، محمدرضا، تولید نباتات صنعتی، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۰

[2] S.Fellahi, A.Meddad, B. Fisa, B.D. Favis, Weldlines in injection-molded parts–a review, Adv. Polym. Technol. 14 (1995) 169–195.

[3] J. Kalus and J. K. J. , "Measuring deformation and mechanical properties of weld lines in short fiber reinforced thermoplastics using digital image correlation," Polymer Testing, pp. 44-53, 2014 .

[4] Y. Zhou and P. K. M "Effect of Melt Temperature and Hold Pressure on the Weld-Line Strength of an Injection Molded Talc-Filled Polypropylene," Journal of Composites, 2014 .

[5] B. Ozcelik, E. K. and M. M. T. , "Investigation the effects of obstacle geometries and injection molding parameters on weld line strength using experimental and finite element methods in plastic injection molding," International Communications in Heat and Mass Transfer, pp. 275-281, 2012 .

[6] P. Jariyatammanukul, N. P. P. P. and S. P. "Effect of Thickness on Weld Line Strength of Injection Molded Thermoplastic Composites," Kasetsart J. (Nat. Sci.), pp. 418-428, 2009 .

[7] C. L. Morelli, A. S. P. and J. ´. A. S, "Influence of Hybridization of Glass Fiber and Talc on the Mechanical Performance of Polypropylene Composites," Journal of Applied Polymer Science, pp. 3592-3601, 2009 .

[8] B. SOLYMOSSY and J. G. K. "The examination of weld line properties in injection molded PP

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]

composites," Materials Science, Testing and Informatics, pp. 263-267, 2008.

[9] C. L. Morelli, J. A. d. S. and A. n. S. P. "Assessment of Weld Line Performance of PP/Talc Moldings Produced in Hot Runner Injection Molds," JOURNAL OF VINYL & ADDITIVE TECHNOLOGY, 2007 .

[10] Y. Zhou and P. M. "Effects of Melt Temperature and Hold Pressure on the Tensile and Fatigue Properties of an Injection Molded Talc-Filled Polypropylene," POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE, 2005 .

[11] B. FISA and M. RAHMANI, "Weld line Strength in Injection Molded Glass Fiber-Reinforced Polypropylene," POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE, 1991.

[12]Y. ZHOU and K. MALLICK, "Effects of Temperature and Strain Rate on the Tensile Behavior of Unfilled and Talc-Filled Polypropylene," POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE, 2002 .

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.2.2.7]