طراحی، ساخت و ارزیابی صفحه برگردان کامپوزیتی

احمد کوچک زاده، عباس جلیلیان

ایمیل:akouchakzadeh@yahoo.com

چکیده

طراحی شکل صفحه برگردان به دلیل پیچیدگی و زمانبری زیاد، کاری مشکل می‌باشد. صفحه برگردان‌های معمول و پرمصرف(نیمه پیچیده) بیشترین کاربرد را در عملیات کشاورزی دارا می‌باشد. پلاستیک‌ها یا رزین‌های تقویت شده با الیاف و به عبارت بهتر کامپوزیت‌های پلیمری، امروزه در صنعت از اهمیت خاصی برخوردار هستند و روز به روز برکاربردهای مختلف آن‌ها افزوده می‌شود. با توجه به خواص مکانیکی بالا، سبکی، مقاومت عالی در برابر خوردگی و راحتی کار با آن‌ها، جایگزین مناسبی برای فلزات در بسیاری از کاربردها می‌باشند. صنعت کامپوزیت(گاهی معروف به فایبرگلاس)، صنعتی رو به رشد است که در جامعه ما به خوبی شناخته نشده است. در موقع اعمال بار قسمت اعظم نیرو توسط الیاف تحمل می‌شود و زمینه پلیمری در واقع ضمن حفاظت از الیاف از صدمات فیزیکی و شیمیایی، کار انتقال نیرو به الیاف را انجام می‌دهد. در ضمن الیاف را مانند یک چسب کنار هم نگاه می‌دارد و البته گسترش ترک را محدود می‌کند. لذا در این پژوهش از فایبرگلاس برای ساخت صفحه برگردان استفاده شده است. صفحه برگردان فایبرگلاس در مقایسه با صفحه گردان فولادی دارای وزن کمتر(۴ کیلوگرم) دارای انعطاف عالی می‌باشد.

کلمات کلیدی: الیاف کامپوزیت، صفحه برگردان، فیبرشیشه

مقدمه

عملیات خاک‌ورزی یکی از مهمترین مراحل عملیات زراعی می‌باشد، که بیشترین مقدار انرژی را به خود اختصاص می‌دهد از میان وسایل خاک‌ورزی، گاوآهن برگردان‌دار یکی از پرمصرف ترین و قدیمی ترین ابزار خاک‌ورزی محسوب شده و تا کنون کاربرد خود را حفظ کرده است. این وسیله قابلیت برگردان کردن خاک را به طور کامل داشته، که این ویژگی در سایر ابزار خاک‌ورزی کمتر مشاهده می‌شود. در حدود شش هزارسال قبل از میلاد اولین قدم‌ها، در امور کشت و زرع برداشته شد و در این دوران بود که نخستین ابزار برای شیار دادن زمین به وجود آمد (Bernacki *et al*, 1972) . گاوآهن برگرداندار رایج‌ترین وسیله‌ای است که برای شخم اراضی کشاورزی و مراتع در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و بیشترین مصرف انرژی را در تولید محصولات کشاورزی به خود اختصاص می دهد. کسرائی و صبور روح اقدم (۱۳۸۳) مقدار خاکی که فقط به ازای یک بار شخم در اراضی ایران جابجا می‌شود را بیش از ۴۶ میلیاردتن برآورد نموده‌اند. چنانچه مقدار گازوئیل مصرفی برای به هم زدن یا برگردان کردن یک تن خاک $۳/۶\times ۱۰^{۸}$ لیتر گازوئیل مورد نیاز خواهد بود (شفیعی، ۱۳۷۱). کامپوزیت ماده‌ای چند جزئی است که خواص آن از هر کدام از اجزاء بیشتر است، ضمن آنکه، اجزای مختلف کارایی یکدیگر را بهبود می‌بخشند. یکی از رایج‌ترین و عمومی‌ترین نوع کامپوزیت‌ها؛ کامپوزیت‌های زمینه پلیمری است و به نام pmc خوانده می‌شوند. این کامپوزیت‌ها بیش از ۹۵ درصد مصرف جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. کامپوزیت‌های زمینه پلیمری شامل زمینه از جنس پلیمر(رزین) که به فاز توزیع شده‌ی تقویت کننده متصل شده است. پلیمرها دسته‌ای از مواد مهندسی هستند که از دهه ۴۰ قرن حاضر به بعد مورد توجه قرار گرفته‌اند. مواد کامپوزیت، جزء مواد با تکنولوژی بالا محسوب می‌شوند و از این جهت، بین مصرف این مواد و پیشرفت صنعتی جوامع، ارتباط معناداری دیده می‌شود.

یکی از اولین سازندگان گاوآهن یک مرد انگلیسی بنام لومیس بود که گاوآهنی با محاسبات فنی طراحی کرد (Bernacki *et al*, 1972) . . هافمن (۱۷۵۲)، در مورد تأثیر نیروی کششی بر روی گاوآهن تحقیقات و بررسی‌هایی انجام داد. برش(۱۷۵۹)، مطالعاتی در مورد انحناء و خمیدگی صفحه برگردان به عمل آورد. اسمال (۱۷۸۴) و بیلی(۱۷۹۵)، دو محقق انگلیسی گاوآهنی را بر مبنای حرکت خاک بریده شده بر روی صفحه برگردان طراحی نمودند. بیلی برای گاوآهن خود یک صفحه بر گردان انحناءدار(پیچیده) ساخت. جفرسون سومین رئیس جمهور آمریکا (۱۷۹۸)، صفحه برگردانی با سطح پیچیده و با محاسبات ریاضی طراحی نمود. برادران واورکا (۱۸۲۵)، گاوآهنی بنام رخادلو ساختند. در این گاوآهن صفحه برگردان و تیغه به صورت یکپارچه و به شکل چهارگوش با انحنای استوانه‌ای طراحی شده بود. استفاده از این گاوآهن بعد از تغییرات متعددی در تمام اروپا و آمریکا متداول گشت و سپس صفحه برگردان استوانه‌ای پس از مدتی جای خود را به صفحه برگردان شبه استوانه‌ای داد که در کشورهای انگلیس و آمریکا مورد استفاده عموم قرار گرفت. موریسون (۱۸۶۲)، صفحه برگردانی از ترکیب دو نوع فولاد نرم و سخت، ساخت و این گاوآهن بعد از چند سال توسط شخصی بنام لین از آمریکا تکمیل‌تر گردید. صفحه برگردان به صورت فلز سه لایه بود که لایه‌های

کناری سخت و لایه‌های میانی از فولاد نرم تشکیل شده بود. این نوع گاوآهن‌ها که به صفحه محافظدار معروفند تا به امروز هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. گوریاچکین در ۱۹۲۰ تئوری ترسیمی شکل گاوآهن را توسعه داد. اشبی در ۱۹۳۱ روش مقایسه اشکال خیش گاوآهن را ارائه داد. نیکلز و رید در ۱۹۳۴ اثرات فیزیکی خاک روی سطح صفحه برگردان را بررسی کردند (Bernacki *et al*, 1972) .

کراسین و لوئن در با استفاده از روش‌های تحلیلی و معادلات ریاضی، نرم افزاری را برای طراحی خیش معرفی کردند. ریشی و سریواستاوا امکان استفاده از ترسیمات سه بعدی کامپیوتری را برای طراحی خیش مورد بررسی قرار دادند (Cracium and Leon, 1998).

مواد و روش‌ها

طراحی صفحه برگردان

به هر حال در همه روش‌ها رسم نمای مقابل خیش به عنوان یکی از قدم‌های اولیه و اساسی در فرایند طراحی به شمار می‌رود. سپس با استفاده از نرم افزار تغییرات به وجود آمده در فرم و ابعاد کلی خیش ارائه می‌شود.

تعیین نمای مقابل خیش

در روش پایه برای رسم نمای مقابل خیش از چهار لبه یا خط محیطی به شرح زیر استفاده می‌شود:

۱ – لبه چپ یا پیشانی (PB)

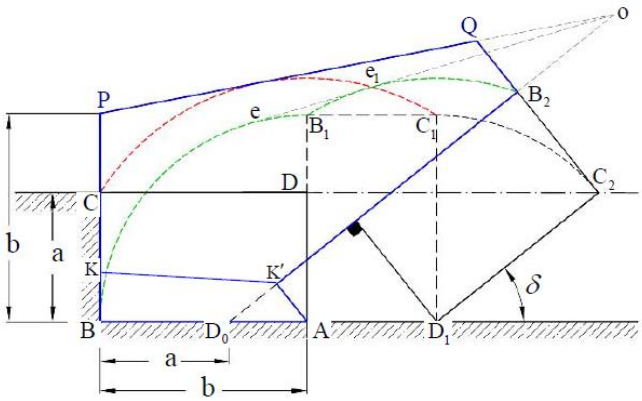
۲– لبه پایینی(AB)

۳– لبه‌ی راست ($D0B_2$)

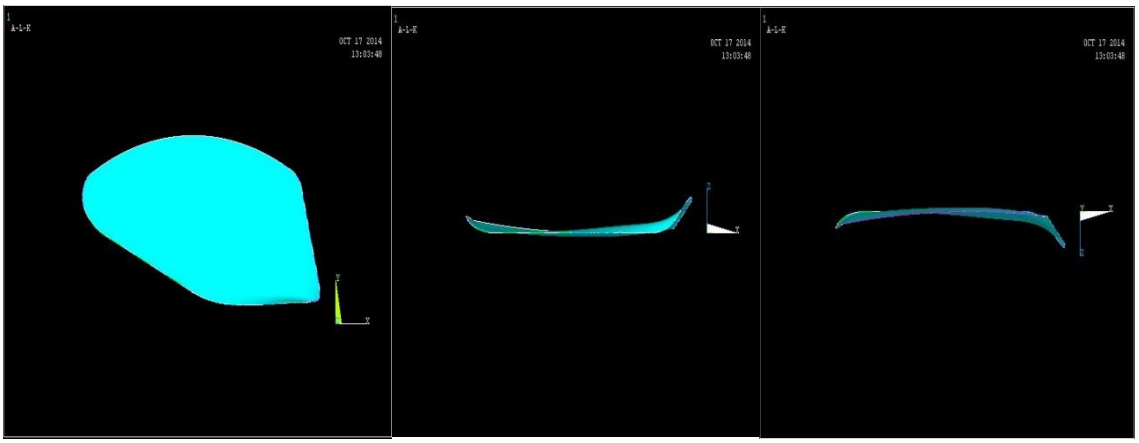
۴– لبه‌ی فوقانی (PQB_2).

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است در این روش با در نظر گرفتن $BD_0=a$ و $\delta=\text{Arc}\sin\frac{a}{b}$ لبه‌های راست پایین و رسم می‌شوند. برای ترسیم لبه‌ی فوقانی صفحه برگردان خط ee_1 را به صورت مشترک بر دو منحنی B_1B_2 و BB_1 رسم کرده و آن را ادامه می‌دهند تا امتداد لبه‌ی راست صفحه برگردان را در نقطه o قطع می‌نماید. اکنون خط oe به عنوان لبه‌ی فوقانی صفحه برگردان انتخاب شود، بخشی از لایه برش خورده خاک که مربوط به مسیر حرکت نقطه C است، هنگام دوران از روی صفحه برگردان خارج می‌شود. برای رفع این مشکل ارتفاع لبه‌ی سمت چپ را تا رسیدن به عرض لایه شخم $H=b$ افزایش داده و سپس نقطه o را به آن وصل کرده و با p نمایش می‌دهند. به این ترتیب PB معرف لبه‌ی چپ یا پیشانی صفحه برگردان خواهد بود. اکنون با توجه به اینکه در نقطه B_2 لایه شخم از صفحه برگردان جدا می‌شود، B_2C_2 را امتداد می‌دهند تا خط OP را در نقطه Q قطع کند. بنابراین PQB_2 نیز لبه‌ی فوقانی خیش را مشخص خواهد کرد. برای (خط K و K') نخست با استفاده از استانداردهای موجود، پهنای مناسب برای قسمت‌های جلو و عقب تیغه انتخاب می‌شود. سپس با رسم تصویر تیغه در نمای مقابل دو نقطه K و K' به یکدیگر متصل شده و

نهایتاً با اتصال 'K به A، شکل نمای مقابل تیغه تکمیل می‌شود. برای طراحی و محاسبات مربوط به سطوح از آخرین نسخه نرم افزار Ansysکه به دلیل سرعت بالای طراحی و قابلیت‌های ویژه آن یکی از نرم افزارهای برتر در طراحی مهندسی است، استفاده شد (شکل ۲).



شکل ۱ روش پایه برای طراحی نمای افقی

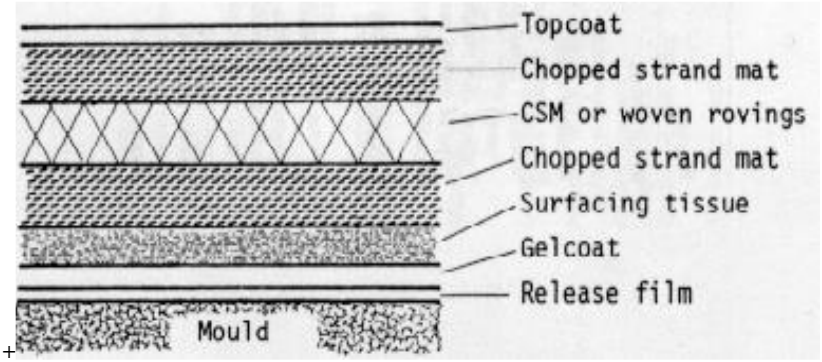


شکل ۲- طراحی با استفاده از نرم افز ار انسیس

روش لایه گذاری دستی

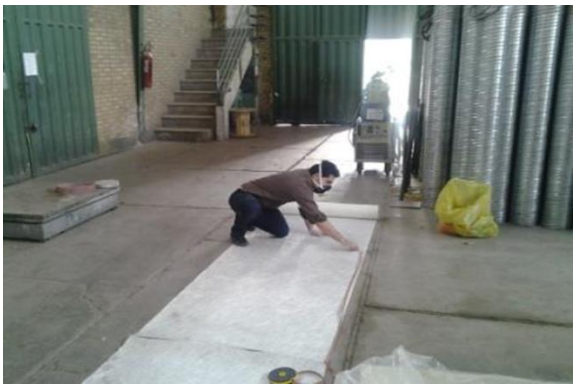
روش لایه گذاری دستی (Hand lay- up) ساده ترین و اصلی ترین روش تولید قطعات کامپوزیتی است. این روش در ابتدا برای تولید قطعات کم طراحی شد، اما اینک برای تولید انبوه نیز به کار می‌رود. این مراحل شامل واکس زدن سطح قالب، اعمال فیلم جداکننده، اعمال لایه ژلی، قرار دادن یک لایه الیاف تیشو جهت تقویت لایه ژلی(گاهی از آن استفاده می‌شود)، اعمال رزین و قرار

دادن لایه‌ها به میزان مورد نیاز و در صورت نیاز اعمال لایه رویی(top coat) می‌گردد. دو مرحله اولیه واکس زدن و اعمال فیلم جهت نچسبیدن قطعه به قالب و راحت جدا شدن آن انجام می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- نحوه انجام مراحل کارها در روش لایه گذاری دستی

سطح روی قالب را که از قبل تمیز شده به واکس آغشته می‌نماییم. (سطح را نباید زیاد واکسی کنیم) علت استفاده از واکس جدا شدن راحت‌تر فایبر گلاس از قالب پس از خشک شدن است (شکل ۴).



شکل ۴- الیاف شیشه

شکل ۵ - استفاده از واکس و پوشاندن روی سطح قالب

زمان سخت شدن لایه ژلی را به کمک حرارت تا دمای (°C ۳۵-۳۰) می‌توان کاهش داد، لذا باید قبل از لایه گذاری سرد شود. در قالب‌های با عمق زیاد بخارات استایرن از پخت لایه ژلی جلوگیری می‌کنند. رزین آماده شده را توسط یک برس (برس رنگ آمیزی مناسب) به روی سطح قالب می کشیم تا خوب سطح آغشته به رزین شود (این کار را باید سریع و با دقت انجام داد چون رزین زود خشک می‌شود). ۵- حال قطعه‌های الیاف شیشه را که از قبل آماده و مناسب با قالب برش داده‌ایم را به سطح قالب و روی رزین می‌چسبانیم، سپس هوای باقی مانده زیر پشم شیشه را با یک کاردک پلاستیکی و یا چیزی شبیه آن خارج می‌کنیم (شکل ۶).

ساخت لایه اول ساخت لایه ددوم

شکل ۶

بعد از چسباندن لایه اول دوباره سطح روی پوشش ایجاد شده را به رزین آغشته و باز هم الیاف شیشه و باز هم هوا گیری و عمل فشردن را انجام می‌دهیم. و این عمل را تا ساختن لایه ششم ادامه می‌دهیم. بعد از خشک شدن قطعه کار و قبل از پرداخت کاری نهایی عمل سوراخ کاری را انجام می‌دهیم (شکل ۷).

شکل ۷: سوراخ کاری صفحه برگردان

پرداخت‌کاری

پرداخت‌کاری قطعه(Trimming) یا بریدن اضافه‌های دور قطعه بهتر است پس از ژل شدن رزین صورت گیرد. اگر قطعه کاملاً سخت شود این کار مشکل است و بیشتر تیغه‌ها کند می‌شوند و ممکن است به قطعه نیز صدمه زده شود (شکل ۸).

شکل ۸: پرداخت سطح قطعه پس از اتمام کار و پایان لایه گذاری.

شکل ۹- شخم با صفحه برگردان فایبر گلاس

نتیجه گیری:

صفحه برگردان ساخته شده در مقایسه با صفحه برگردان فولادی دارای وزن کمتر(۴ کیلوگرم) می‌باشد که از این نظر از وزن کل گاوآهن کاسته می‌شود. همچنین صفحه برگردان فایبرگلاس دارای انعطاف پذیری عالی نسبت به صفحه برگردان فولادی می‌باشد. ضریب انبساط گرمایی شبیه به شیشه، هدایت حرارتی پایین، بادوام بودن مقاوم در برابر پوسیدگی، رنگ‌پذیر بودن، قابلیت بازیافت، مقاومت مکانیکی بالا نسبت به وزن، مقاوم در برابر خوردگی، در محیط های بازی و قلیایی، خصوصیات خستگی عالی نسبت به فلزات از خصوصیات این صفحه برگردان فایبرگلاسی می‌باشد.

منابع و مراجع

شفیعی ا. اصول ماشین‌های کشاورزی(تألیف کپنر و همکاران)، ۱۳۷۱، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۶۸ ص

کسرائی م. و صبور روح اقدم ع، ۱۳۸۳، مطالعه سایش در ابتدای تیغه برش گاوآهن برگردان‌دار. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۴(۱۱): ۱۱۷ – ۱۲۴ .

Bernacki, H.,J. Haman and CZ. Kanafoiski,1972. Agricultural machines theory and construction, Springfield VA.22161,National Techincal Information Service U.S. Department of Commerce,Vol.1.

Cracium V., Leon, D., 1998 An Analytical Method for Identifyin and Designing a Moldboard plough Surface. Transaction of the ASAE, vol. 41(6):1589-1599, Michigan, USA.

Mattews F. L. and R.D. Rawling, Composite: Eengineering science-lst ed.,Chapman and Hall, London,1994.