



کد مقاله: SBI-APP-0002

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

نگاهی به کاربرد بیرینگ‌ها در صنعت کشاورزی

شبکه بلبیرینگ ایران

دیپارتمان تحقیق و توسعه

چکیده:

بیرینگ‌های غلتشی به کاررفته در صنعت کشاورزی با شرایط کاری دشواری مواجه هستند. مقاله حاضر به بررسی چالش‌های استفاده از بیرینگ‌های غلتشی در ماشین‌آلات کشاورزی می‌پردازد و راهکارهای مقابله با این چالش‌ها را معرفی می‌نماید. مهم‌ترین این چالش‌ها عبارتند از آلودگی محیطی بسیار بالا و بارهای ضربه‌ای. راهکارهای اصلی مقابله با این چالش‌ها شامل استفاده از نشت‌بند‌های دارای لبه‌های متعدد، استفاده از متریال مناسب و عملیات‌های حرارتی ویژه برای بیرینگ و استفاده از متریال و طراحی مناسب برای محفظه بیرینگ می‌باشد.

کلمات کلیدی:

بارهای ضربه‌ای، بیرینگ‌های غلتشی، خرابی زود هنگام بیرینگ‌ها، ماشین‌آلات کشاورزی، نشت‌بندی بیرینگ‌ها.

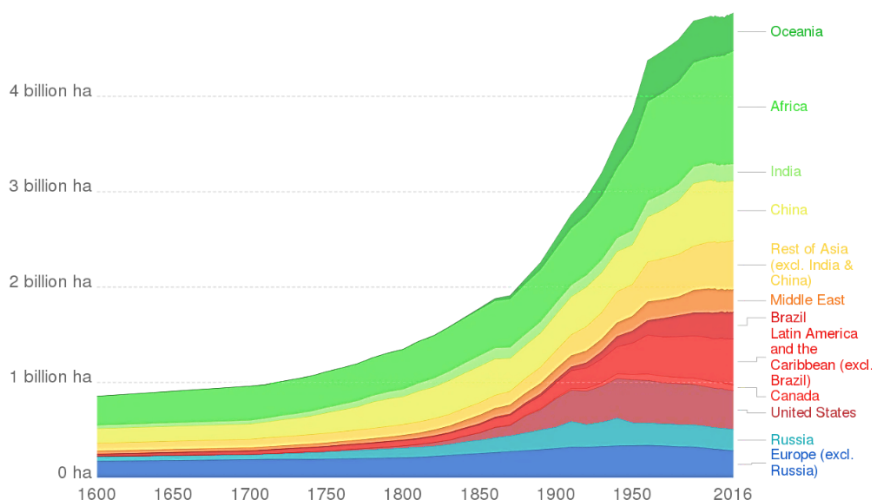
۱- مقدمه:

کشاورزی یکی از قدیمی‌ترین مشاغل انسان در طول تاریخ است. اما بر خلاف کشاورزی سنتی که بر نیروی کار حیوانات و انسان‌ها استوار بود، کشاورزی مدرن که به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای روزافزون بشر به مواد غذایی بنا شده است، به طور گسترده‌ای به استفاده از ماشین‌آلات گوناگون وابسته است و هر جا که ماشین‌آلات صنعتی حضور دارند، طبعاً انواع مختلفی از بیرینگ‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با توجه به جهانی شدن اقتصاد و اهمیت صنعت کشاورزی که مسئول تأمین مواد غذایی مورد نیاز ماست، رقابت در این حوزه نیز مانند سایر حوزه‌ها افزایش یافته است. میزان زمین اختصاص داده شده به کشاورزی در طول سال‌های گذشته افزایش یافته (شکل شماره ۱)، ولی از آن‌جا که به هر حال میزان زمین قابل استفاده برای کشاورزی محدود است، افزایش برداشت محصول از زمین‌های کشاورزی موجود ضروری است.

Agricultural area over the long-term

Total areal land use for agriculture, measured as the combination of land for arable farming (cropland) and grazing in hectares.



Source: History Database of the Global Environment (2017)

شکل ۱: تغییرات مساحت زمین‌های زراعی در طول زمان [۱].

افزایش برداشت محصول از زمین‌های کشاورزی به معنی نیاز به استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی با قدرت بیشتر، عملکرد بهتر و طول عمر مناسب‌تر می‌باشد؛ زیرا همان‌طور که اشاره شد، کشاورزی مدرن از مرحله خاک‌ورزی تا برداشت محصول با تکیه بر ماشین‌آلات مختلف انجام می‌گیرد؛ اما دستیابی به ماشین‌آلات کشاورزی بهتر، نیازمند توجه ویژه به قطعات به‌کاررفته در این ماشین‌آلات و از جمله بیرینگ‌های آن‌ها

است. مقاله حاضر در تلاش است تا نحوه استفاده از بیرینگ‌ها در صنعت کشاورزی را مورد بررسی قرار دهد تا زمینه استفاده بهتر از بیرینگ‌ها در این صنعت فراهم گردد.

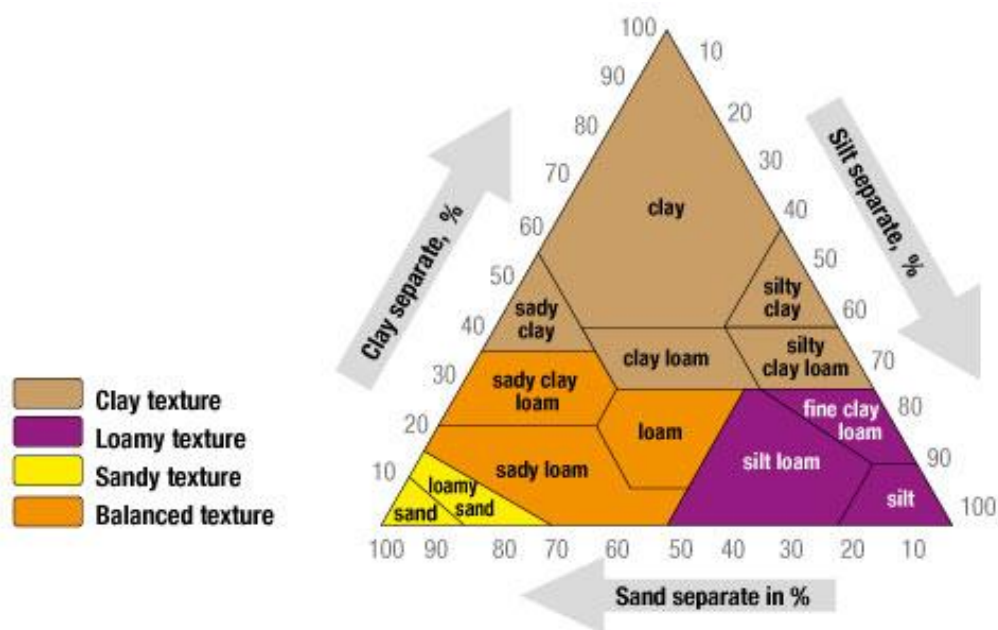
۲- چالش‌های استفاده از بیرینگ‌ها در صنعت کشاورزی

اصلی‌ترین چالش پیش روی بیرینگ‌ها در صنعت کشاورزی، مسئله آلودگی محیط کار است. همان‌طور که می‌دانید ماشین‌آلات کشاورزی در زمین‌های کشاورزی که یکی از آلوده‌ترین محیط‌های کاری برای یک بیرینگ به شمار می‌رود، به کار می‌روند (شکل شماره ۲).



شکل ۲: آلودگی بالای محیط کاری بیرینگ‌های کشاورزی [۲].

زمین‌های کشاورزی از موادی تشکیل یافته‌اند که اغلب آن‌ها قادر به تضعیف عملکرد بیرینگ‌ها می‌باشند. شکل شماره ۳، مواد تشکیل دهنده زمین‌های کشاورزی را به تفکیک نشان می‌دهد.



شکل ۳: مواد تشکیل دهنده زمین‌های کشاورزی به تفکیک [۳].

مواد معدنی، یکی از بخش‌های اصلی تشکیل دهنده خاک‌های کشاورزی به شمار می‌روند. این مواد از نظر اندازه به صورت زیر طبقه بندی می‌شوند [۳]:

* شن و سنگ (اندازه دانه < 2 میلی متر)

* ماسه (۲۰ میکرومتر الی 0.2 میلی متر)

* آهک (۲ میکرومتر الی ۲۰ میکرومتر)

* خاک رس دانه ای (اندازه دانه > 2 میکرومتر)

در صورت نفوذ این مواد به داخل بیرینگ‌های غلتشی، روانکاری این بیرینگ‌ها دچار اختلال شده و شاهد وقوع سایش در این بیرینگ‌ها خواهیم بود. علاوه بر پدیده سایش، با نفوذ آلودگی به داخل بیرینگ، احتمال بروز انواع مختلفی از عوامل خرابی زود هنگام بیرینگ‌ها از قبیل برینل شدن، indentation و ... وجود دارد. معمولاً هر چه اندازه این مواد کوچک‌تر باشد، محافظت از بیرینگ در برابر نفوذ آن‌ها دشوارتر است.

یکی دیگر از بخش‌های اصلی تشکیل دهنده خاک‌های کشاورزی، مواد آلی هستند که در اثر تجزیه گیاهان، استفاده از کودهای حیوانی و زندگی انواع مختلفی از قارچ‌ها و باکتری‌ها در خاک تشکیل یافته‌اند. در صورت

نفوذ این مواد به داخل بیرینگ‌های غلتشی، علاوه بر افزایش خطر بروز سایش، احتمال بروز خوردگی نیز به شدت افزایش می‌یابد.

یکی از نکاتی که نباید نادیده گرفته شود این است که در حالت عادی حدود ۵۰ درصد از فضای خاک‌های کشاورزی را منافذ موجود در این خاک‌ها تشکیل داده‌اند. این منافذ توسط انواع مختلفی از مایعات و گازها تشکیل شده‌اند [۳]. بنابراین هنگامی که از نفوذ آلودگی به داخل بیرینگ صحبت می‌شود، نباید نگاه خود را به آلودگی‌های جامد محدود نماییم. به ویژه در ماشین‌آلاتی که در محیط‌های آبی یا خاک‌های گل‌آلوده مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل شماره ۴)، خطر نفوذ آب به درون بیرینگ و زنگ‌زدگی بسیار جدی است.

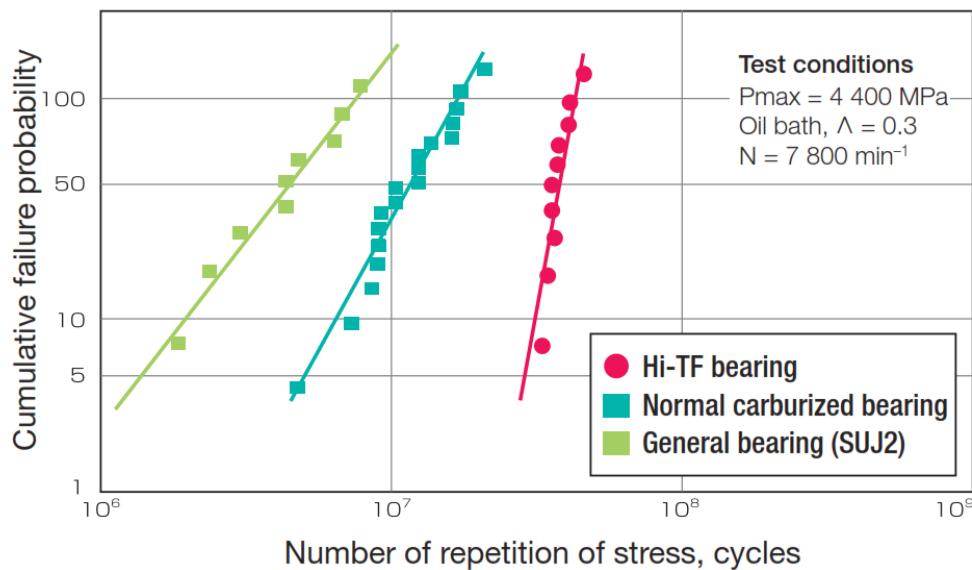


شکل ۴: استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی در محیط‌های مرطوب، بیرینگ‌ها را با خطر زنگ‌زدگی مواجه می‌سازد.

یکی دیگر از عواملی که عملکرد و عمر بیرینگ‌های به‌کاررفته در ماشین‌آلات کشاورزی را تهدید می‌کند، اعمال بارهای ضربه‌ای است. از آن‌جا که ماشین‌آلات کشاورزی بر روی زمین‌های ناهموار مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً اعمال بارهای ضربه‌ای به بیرینگ‌های آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است. همچنین جهت و نحوه اعمال این نیروها هم چندان قابل پیش‌بینی نیست. بنابراین بیرینگ‌های کشاورزی باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که قادر به تحمل این نیروها باشند.

۳- راهکارهای غلبه بر چالش‌های استفاده از بیرینگ‌ها در صنعت کشاورزی

برای غلبه بر نیروهای ضربه‌ای وارد بر بیرینگ‌های کشاورزی، اغلب تولیدکنندگان این بیرینگ‌ها اقدام به استفاده از متریال خاص و عملیات حرارتی ویژه برای بهبود تاب‌آوری بیرینگ‌های خود می‌نمایند. به عنوان مثال شکل شماره ۵، به مقایسه عمر چند نوع بیرینگ با متریال و عملیات حرارتی متفاوت می‌پردازد.



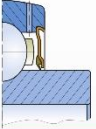
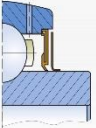
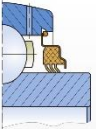
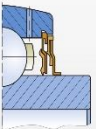
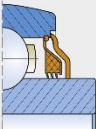
شکل ۵: مقایسه عمر چند نوع بیرینگ با متریال و عملیات حرارتی متفاوت [۴]

توجه به این نکته ضروری است که در بحث تحمل بارهای ضربه‌ای، مشخصات محفظه بیرینگ‌ها از قبیل جنس محفظه و طراحی آن نیز مؤثر است [۵].

اصلی‌ترین راهکار موجود برای پیش‌گیری از ورود انواع مختلف آلودگی به داخلی بیرینگ‌های غلتشی، استفاده از نشت‌بند‌های مناسب است. طی سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای بهبود عملکرد نشت‌بند‌های بیرینگ‌ها به‌کاررفته در صنعت کشاورزی انجام شده است. با بهبود عملکرد نشت‌بند‌ها، احتمال ورود آب و انواع آلاینده‌ها به داخل بیرینگ و خرابی زودهنگام آن‌ها کاهش می‌یابد. برای مواردی که بیرینگ در محیط با رطوبت بالا کار می‌کند، استفاده از بیرینگ‌های تولیدشده از فولاد ضدزنگ، ممکن است ضروری باشد.

نشت‌بند‌هایی که برای استفاده در محیط‌های آلوده طراحی می‌گردند، اغلب از تعداد لبه بیشتری برخوردارند. تجربه نشان داده که افزایش تعداد لبه‌ها در بهبود کیفیت نشت‌بندی مؤثر است. البته این امر، موجب بالا رفتن میزان اصطکاک در هنگام چرخش بیرینگ می‌گردد؛ ولی از آن‌جا که در ماشین‌آلات کشاورزی اغلب با

سرعت‌های بالا مواجه نیستیم، مزیت استفاده از نشت‌بندهای چندلبه بر معایب آن غلبه دارد. بیرینگ‌های به‌کاررفته در ماشین‌آلات کشاورزی اغلب دارای نشت‌بندهای سه‌لبه یا چهارلبه هستند. هر چند که گاهی حتی از بیرینگ‌های دارای نشت‌بندهای نه‌لبه نیز استفاده می‌گردد. برخی از تولیدکنندگان مطرح بیرینگ نیز طرح‌های ابتکاری خود را برای نشت‌بندی بیرینگ‌های کشاورزی ارائه نموده‌اند. شکل شماره ۶، ویژگی‌های انواع مختلف نشت‌بندهای برند NTN-SNR را مقایسه می‌کند.

Seals for insert bearings	Description	Severe contamination (mud, sand, etc.)	Projections (stones, earth, etc.)	High-pressure cleaning	Rotation speed (% of max. speed)
	Single-lip seal Single-lip seal in nitrile rubber moulded on a metal framework. Available as standard for US and ES series	★★★★★	★★★★★	★★★★★	100%
	Single-lip seal with shield Single-lip seal in nitrile rubber moulded on a metal framework, with an additional rotating shield. Available as standard for UC and EX series	★★★★★	★★★★★	★★★★★	100%
	Triple-lip L3 seal Seal for very polluted environments: triple-lip nitrile rubber seal protected by a corrosion-resistant metal sheet. Available for UC...L3 and EX...L3 series	★★★★★	★★★★★	★★★★★	30%
	Labyrinth ring seal L4 Seal for polluted environments, with lower rotational torque. 2 nitrile rubber seals on a corrosion-resistant sheet forming a 3 lip system + labyrinth ring seal. Additional corrosion-resistant protection of the bearing's rings. Available for UC2..L4 and EX2..L4 series, up to a bore diameter of 50 mm	★★★★★	★★★★★	★★★★★	40%
	"AGR" sealing technology: L3 + shield L3 type seal for very polluted environments, reinforced by an additional protection: zinc-coated shield, with a reinforcement on the inner ring and a lip to seal the contact with the outer ring. Additional corrosion-resistant protection of the bearing's rings. Available for UC2..AGR and EX2..AGR series, up to a bore diameter of 50 mm	★★★★★	★★★★★	★★★★★	25%

شکل ۶: مقایسه ویژگی‌های انواع مختلف نشت‌بندهای برند NTN-SNR [۶]

۳- بحث و نتیجه‌گیری:

در این مقاله، چالش‌های استفاده از بیرینگ‌های غلتشی در صنعت کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت و راهکارهایی برای مقابله با این چالش‌ها مطرح گردید. توجه به این نکته ضروری است که در یک ماشین کشاورزی ممکن است تا ۱۰۰ عدد بیرینگ نیز وجود داشته باشد (به عنوان مثال به شکل شماره ۷ توجه نمایید) که هر یک از آنها شرایط عملکردی خاص خود را داشته باشند. اما چالش‌های اصلی بیرینگ‌های کشاورزی همین مواردی بود که مطرح گردید.



شکل ۷: برخی از بیرینگ‌های به کاررفته در یک ماشین کشاورزی [۷]

امروزه مطالعات گسترده‌ای برای بهبود عملکرد بیرینگ‌های غلتشی مورد استفاده در ماشین‌آلات کشاورزی در جریان است. به عنوان مثال، چندی قبل شرکت NSK مجموعه‌های تویی دیسک کشاورزی جدید خود را معرفی نمود. این مجموعه‌ها شامل بلبرینگ‌های تماس زاویه‌ای دوردیفه هستند و قادر به تحمل نیروهای شعاعی و محوری بسیار بالا می‌باشند. در این مجموعه‌ها از سیستم‌های نشت‌بندی بهینه شده با بهره‌وری بالا استفاده شده است که از ورود گرد و خاک و رطوبت به داخل بیرینگ ممانعت می‌نمایند [۸]. سایر شرکت‌های مطرح تولیدکننده بیرینگ نیز، به طور مداوم محصولات جدیدی در این حوزه معرفی می‌نمایند. بنابراین برای کاربران فعال در صنعت تولید ماشین‌آلات کشاورزی ضروری است تا با به‌روزرسانی اطلاعات خود، از مزایای پیشرفت‌های به‌دست‌آمده در این حوزه به طور مناسب بهره‌برداری نمایند.

منابع:

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Arable_land, Date of access: 2020.09.15
- [2] <http://www.nskeurope.com/nsk-agri-disc-hub-units-fitted-4193.htm>, Date of access: 2020.09.15
- [3] <http://motion-drives.com/towed-agricultural-machinery-bearings-developed-withstand-harsh-environments>, Date of access: 2020.09.15
- [4] NSK Motion & Control TM. (2011), “Bearings for Agricultural Machinery”.
- [5] NTN-SNR Roulments (2017), “AGRIHUB, UNFAILING PROTECTION FOR THE MOST DEMANDING ENVIRONMENTS”.
- [6] NTN-SNR Roulments (2018), “Solutions for Agriculture”.
- [7] <https://www.ntn-snr.com/agricultural-bearings>, Date of access: 2020.09.15
- [8] <http://blog.bearingnet.ir>, Date of access: 2020.09.15