एग्री मैगज़ीन
(कृषि लेखों के लिए अंतरराष्ट्रीय ई-पत्रिका)
वर्ष: 03, अंक: 07 (जुलाई, 2026)
www.agrimagazine.in पर ऑनलाइन उपलब्ध
© एग्री मैगज़ीन, आई. एस. एस. एन.: 3048-8656

दुग्ध पशुओं में पहनने योग्य सेंसर (Wearable Sensors) द्वारा रोग पहचान

*श्रुति ढेहरू
पीएच.डी. शोधार्थी, मेडिसिन विभाग, भारतीय पशुचिकित्सा अनुसंधान संस्थान (आईवीआरआई), इज़्ज़तनगर, बरेली, उत्तर प्रदेश, भारत
*संवादी लेखक का ईमेल पता: shrutideryan11@gmail.com

दुग्ध उत्पादन में पशुओं के स्वास्थ्य की निरंतर निगरानी उत्पादन क्षमता, प्रजनन दक्षता तथा आर्थिक लाभ के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। परंपरागत रोग पहचान मुख्यतः पशुपालक के प्रत्यक्ष अवलोकन तथा नैदानिक परीक्षण पर आधारित होती है, जिससे अनेक रोगों का पता तभी चल पाता है जब उनके स्पष्ट लक्षण दिखाई देने लगते हैं। आधुनिक पहनने योग्य सेंसर , कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), मशीन लर्निंग तथा प्रिसिजन लाइवस्टॉक फार्मिंग के समन्वय से पशुओं के शरीर के विभिन्न जैविक एवं व्यवहारिक मापदंडों की वास्तविक समय (Real-Time) में निगरानी संभव हो गई है। ये सेंसर शरीर का तापमान, हृदय गति, श्वसन दर, जुगाली, गतिविधि, भोजन ग्रहण, चलने-फिरने की शैली तथा विश्राम अवधि जैसे संकेतकों का निरंतर रिकॉर्ड रखते हैं। इन आंकड़ों का विश्लेषण करके मास्टाइटिस, लंगड़ापन, कीटोसिस, दुग्ध ज्वर, श्वसन रोग, हीट स्ट्रेस तथा प्रजनन संबंधी विकारों की प्रारंभिक अवस्था में ही पहचान की जा सकती है। यह लेख दुग्ध पशुओं में पहनने योग्य सेंसरों के प्रकार, कार्य सिद्धांत, रोग पहचान में उनकी भूमिका, लाभ, सीमाएँ तथा भविष्य की संभावनाओं की विस्तृत समीक्षा प्रस्तुत करता है।

परिचय

भारत विश्व का सबसे बड़ा दुग्ध उत्पादक देश है तथा ग्रामीण अर्थव्यवस्था में डेयरी पशुपालन का अत्यंत महत्वपूर्ण स्थान है। बढ़ती जनसंख्या, दुग्ध की बढ़ती मांग, कुशल श्रमिकों की कमी तथा पशु कल्याण के प्रति बढ़ती जागरूकता ने आधुनिक तकनीकों के उपयोग को आवश्यक बना दिया है। दुग्ध पशुओं में रोगों की समय पर पहचान अत्यंत आवश्यक है क्योंकि अधिकांश रोग प्रारंभिक अवस्था में सूक्ष्म शारीरिक एवं व्यवहारिक परिवर्तन उत्पन्न करते हैं, जिन्हें सामान्य निरीक्षण द्वारा पहचानना कठिन होता है। रोग की देर से पहचान के कारण दूध उत्पादन में कमी, उपचार व्यय में वृद्धि, प्रजनन क्षमता में गिरावट तथा पशु मृत्यु जैसी गंभीर समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। इसी आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए पहनने योग्य सेंसर आधारित स्वास्थ्य निगरानी प्रणाली विकसित की गई है, जो प्रत्येक पशु की चौबीसों घंटे निगरानी करके रोगों का प्रारंभिक संकेत प्रदान करती है।

पहनने योग्य सेंसर की अवधारणा

पहनने योग्य सेंसर ऐसे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण हैं जिन्हें पशु के शरीर पर लगाया जाता है और जो बिना किसी बाधा के निरंतर शारीरिक एवं व्यवहारिक गतिविधियों का रिकॉर्ड तैयार करते हैं। ये सेंसर सामान्यतः गले के कॉलर, कान के टैग, पैर के बैंड, पूँछ, हार्नेस, रूमिनेशन कॉलर अथवा त्वचा पर लगाए जाने वाले जैविक सेंसर के रूप में उपलब्ध होते हैं। सेंसरों द्वारा एकत्रित आंकड़े वायरलेस नेटवर्क के माध्यम से कंप्यूटर, मोबाइल एप्लिकेशन अथवा क्लाउड सर्वर तक पहुँचते हैं, जहाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित एल्गोरिद्म उनका विश्लेषण करके संभावित रोगों के बारे में चेतावनी प्रदान करते हैं।

पहनने योग्य सेंसरों के प्रकार

दुग्ध पशुओं में विभिन्न प्रकार के सेंसरों का उपयोग किया जाता है।

रूमिनेशन सेंसर जुगाली की अवधि, चबाने की संख्या तथा भोजन ग्रहण करने की गतिविधियों का रिकॉर्ड रखते हैं।

गतिविधि सेंसर (Accelerometers) पशु के चलने, खड़े रहने, बैठने, लेटने तथा दैनिक गतिविधियों का विश्लेषण करते हैं।

तापमान सेंसर शरीर के तापमान में होने वाले सूक्ष्म परिवर्तनों का पता लगाते हैं, जो संक्रमण अथवा ज्वर का प्रारंभिक संकेत हो सकता है।

हृदय गति एवं श्वसन सेंसर तनाव, दर्द तथा विभिन्न रोगों की पहचान में सहायक होते हैं।

जीपीएस सेंसर चरागाह आधारित प्रणालियों में पशुओं की स्थिति, गतिविधि तथा चराई के व्यवहार की निगरानी करते हैं।

रोग पहचान में पहनने योग्य सेंसरों की भूमिका

पहनने योग्य सेंसर अनेक रोगों का पता उनके नैदानिक लक्षण विकसित होने से पहले लगा सकते हैं।

मास्टाइटिस की प्रारंभिक पहचान

मास्टाइटिस दुग्ध पशुओं की सबसे महत्वपूर्ण आर्थिक बीमारी है। रूमिनेशन में कमी, गतिविधि में परिवर्तन, शरीर के तापमान में वृद्धि तथा दूध उत्पादन में गिरावट जैसे प्रारंभिक संकेत सेंसर द्वारा तुरंत पहचान लिए जाते हैं। यदि इन संकेतों का समय पर विश्लेषण किया जाए तो उपचार शीघ्र प्रारंभ किया जा सकता है, जिससे दूध उत्पादन में होने वाली हानि कम हो जाती है।

लंगड़ापन (Lameness)

गतिविधि सेंसर पशु के चलने की गति, कदमों की संख्या, खड़े रहने की अवधि तथा वजन वितरण में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण करते हैं। लंगड़ापन विकसित होने से पहले ही गतिविधि में सूक्ष्म परिवर्तन दिखाई देने लगते हैं, जिन्हें सेंसर आसानी से पहचान लेते हैं।

कीटोसिस एवं अन्य उपापचयी रोग

प्रसव के बाद दुग्ध पशुओं में कीटोसिस, दूध ज्वर तथा अन्य उपापचयी रोग सामान्यतः देखे जाते हैं। रूमिनेशन समय में कमी, भोजन ग्रहण करने की मात्रा में गिरावट, गतिविधि में कमी तथा शरीर के तापमान में परिवर्तन इन रोगों के प्रारंभिक संकेत होते हैं जिन्हें पहनने योग्य सेंसर लगातार रिकॉर्ड करते हैं।

श्वसन रोग

श्वसन दर, शरीर का तापमान तथा गतिविधि में परिवर्तन श्वसन संक्रमण के प्रारंभिक संकेत हो सकते हैं। सेंसर इन परिवर्तनों की पहचान करके पशुपालक को समय रहते सूचना प्रदान करते हैं।

ऊष्मा तनाव (Heat Stress)

उच्च तापमान एवं आर्द्रता की स्थिति में पशुओं की श्वसन दर, शरीर का तापमान तथा गतिविधि प्रभावित होती है। सेंसर इन परिवर्तनों की निगरानी करके हीट स्ट्रेस की प्रारंभिक चेतावनी देते हैं, जिससे समय पर शीतलन व्यवस्था की जा सकती है।

प्रजनन संबंधी निगरानी

गतिविधि सेंसर मदकाल (Estrus) के दौरान पशुओं की बढ़ी हुई गतिविधि को पहचानते हैं। सटीक मदकाल पहचान के कारण कृत्रिम गर्भाधान का उचित समय निर्धारित किया जा सकता है, जिससे गर्भधारण दर में सुधार होता है।

डेटा विश्लेषण में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की भूमिका

पहनने योग्य सेंसर प्रतिदिन हजारों जैविक आंकड़े उत्पन्न करते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता तथा मशीन लर्निंग आधारित प्रणालियाँ इन आंकड़ों का विश्लेषण करके प्रत्येक पशु का सामान्य व्यवहार निर्धारित करती हैं। जब किसी पशु के व्यवहार अथवा शारीरिक मापदंडों में असामान्य परिवर्तन होता है, तब प्रणाली स्वतः पशुपालक के मोबाइल या कंप्यूटर पर चेतावनी संदेश भेज देती है। यह प्रणाली रोगों की भविष्यवाणी करने में भी सक्षम होती जा रही है।

दुग्ध उत्पादन एवं पशु कल्याण पर प्रभाव

पहनने योग्य सेंसर आधारित निगरानी से रोगों की शीघ्र पहचान होने के कारण उपचार समय पर प्रारंभ किया जा सकता है। इससे दूध उत्पादन में कमी कम होती है, उपचार लागत घटती है तथा पशुओं की उत्पादक आयु बढ़ती है। समय पर रोग नियंत्रण से एंटीबायोटिक दवाओं का उपयोग भी कम होता है, जिससे दुग्ध की गुणवत्ता तथा खाद्य सुरक्षा में सुधार होता है। निरंतर स्वास्थ्य निगरानी पशु कल्याण के स्तर को भी बेहतर बनाती है।

प्रमुख लाभ

पहनने योग्य सेंसर आधारित तकनीक के अनेक लाभ हैं।

- रोगों की प्रारंभिक एवं सटीक पहचान।
- दुग्ध उत्पादन में सुधार।
- उपचार लागत एवं मृत्यु दर में कमी।
- एंटीबायोटिक उपयोग में कमी।
- प्रजनन दक्षता में वृद्धि।
- पशु कल्याण में सुधार।
- श्रम की आवश्यकता में कमी।
- प्रत्येक पशु की व्यक्तिगत निगरानी।

- वास्तविक समय में स्वास्थ्य संबंधी सूचना।
- वैज्ञानिक एवं सटीक फार्म प्रबंधन।

सीमाएँ

यद्यपि यह तकनीक अत्यंत उपयोगी है, फिर भी इसके व्यापक उपयोग में कुछ चुनौतियाँ हैं। उच्च प्रारंभिक लागत, इंटरनेट सुविधा की आवश्यकता, सेंसरों का नियमित रखरखाव, तकनीकी प्रशिक्षण की कमी, डेटा सुरक्षा तथा विभिन्न उपकरणों के बीच समन्वय की समस्या अभी भी प्रमुख बाधाएँ हैं। छोटे एवं सीमांत पशुपालकों के लिए इन प्रणालियों की लागत एक महत्वपूर्ण चुनौती बनी हुई है।

भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में पहनने योग्य सेंसर कृत्रिम बुद्धिमत्ता, रोबोटिक्स, ड्रोन, ब्लॉकचेन, जीनोमिक्स तथा क्लाउड कंप्यूटिंग के साथ और अधिक एकीकृत होंगे। बहु-सेंसर आधारित प्रणालियाँ एक साथ शरीर का तापमान, गतिविधि, हृदय गति, दूध उत्पादन, जुगाली, पर्यावरणीय परिस्थितियाँ तथा पोषण संबंधी आंकड़ों का विश्लेषण करके रोगों की अत्यधिक सटीक भविष्यवाणी कर सकेंगी। कम लागत वाले स्वदेशी सेंसरों का विकास भारत जैसे विकासशील देशों में इस तकनीक के व्यापक प्रसार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा।

निष्कर्ष

पहनने योग्य सेंसर आधुनिक डेयरी पशुपालन में स्वास्थ्य निगरानी और रोगों की प्रारंभिक पहचान के लिए अत्यंत प्रभावी तकनीक के रूप में उभर रहे हैं। ये सेंसर शरीर के तापमान, गतिविधि, जुगाली, हृदय गति, श्वसन दर तथा अन्य जैविक संकेतकों की निरंतर निगरानी करके रोगों का पता नैदानिक लक्षण प्रकट होने से पहले ही लगा सकते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग के साथ इनका समन्वय रोग पहचान की सटीकता और निर्णय लेने की क्षमता को और अधिक बढ़ाता है। यद्यपि लागत एवं तकनीकी अवसंरचना जैसी चुनौतियाँ अभी भी मौजूद हैं, फिर भी भविष्य में इन तकनीकों का व्यापक उपयोग दुग्ध उत्पादन, पशु स्वास्थ्य, पशु कल्याण तथा डेयरी उद्योग की आर्थिक स्थिरता को नई दिशा प्रदान करेगा।