

जलवायु परिवर्तन से रेशमकीट पालन पर प्रभाव

डॉ. मदन सिंह वास्केल

सहायक प्राध्यापक, जंतु विज्ञान

बीएलपी शासकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, महु जिला- इंदौर, (मध्य प्रदेश)

सारांश- रेशमकीट पालन, जो रेशम उद्योग का आधार है, जलवायु परिवर्तन के कारण गंभीर चुनौतियों का सामना कर रहा है, विशेष रूप से बढ़ते तापमान, अनियमित वर्षा और बदलते मौसम की घटनाएँ जो शहतूत की खेती और कीटों की वृद्धि को प्रभावित करती हैं। यह अध्ययन मध्य भारत के मालवा क्षेत्र में इन प्रभावों की जांच करता है, जहाँ रेशमकीट पालन ग्रामीण अर्थव्यवस्था का महत्वपूर्ण हिस्सा है। 2022 से 2024 के बीच इंदौर और महु के 10 फार्मों पर किए गए सर्वेक्षण और प्रयोगिक परीक्षणों से रेशमकीट (*Bombyx mori*) की कोकून गुणवत्ता में 21% कमी और शहतूत पत्तियों की पोषकता में 16% गिरावट दर्ज की गई। प्रमुख निष्कर्ष बताते हैं कि ऊष्मा तनाव और सूखा ने कीटों की मृत्यु दर को 18% बढ़ा दिया है, जबकि वोल्टिनिज्म पैटर्न में बदलाव ने प्रजनन चक्र को असंतुलित कर दिया। सामान्यीकृत मिश्रित मॉडलों से विश्लेषण ने जलवायु चरों और कृषि प्रथाओं की अंतर्क्रिया को स्पष्ट किया। ये परिणाम जलवायु-अनुकूल शहतूत किस्मों और नियंत्रित रीयरिंग तकनीकों की आवश्यकता पर जोर देते हैं। यह शोध भारतीय संदर्भ में सतत रेशम उत्पादन के लिए नई दिशा प्रदान करता है।

बीज शब्द:- जलवायु परिवर्तन, रेशमकीट पालन, शहतूत खेती, कोकून गुणवत्ता, मालवा क्षेत्र, अनुकूलन उपाय

परिचय- मालवा पठार, काली उपजाऊ मिट्टी और नर्मदा की सहायक नदियों से समृद्ध यह विस्तृत मैदान, सदियों से रेशमकीट पालन का केंद्र रहा है। क्षेत्र के कई फार्मों पर किए गए अनुसंधान से जलवायु परिवर्तन के प्रभाव स्पष्ट हो गए हैं, जैसे शहतूत के पत्तों का समय से पहले सूखना और रेशमकीटों का असामान्य व्यवहार। वैश्विक तापमान 1850 के स्तर से 1.1°C बढ़ चुका है, और 2030 तक दक्षिण एशिया में 1.5°C की अतिरिक्त वृद्धि का पूर्वानुमान है (IPCC, 2023)। मालवा में यह अनियमित मानसून, लंबे ग्रीष्मकाल और अचानक बाढ़ के रूप में दिखाई देता है, जो शहतूत (*Morus alba*) की वृद्धि और रेशमकीट (*Bombyx mori*) के जीवन चक्र को बाधित करता है। भारत में रेशमकीट पालन 80 लाख लोगों को रोजगार देता है और 8,500 करोड़ रुपये का कारोबार है (CSBI, 2024), लेकिन जलवायु परिवर्तन से उपज में 15-20% की हानि हो रही है। पूर्व अध्ययनों ने तापमान वृद्धि को कोकून वजन में कमी से जोड़ा है (Neelaboina et al., 2018), किंतु मालवा जैसे स्थानीय क्षेत्रों पर शोध अपर्याप्त है। यह अध्ययन इस कमी को दूर करता है, जो इंदौर-महोव पट्टी पर केंद्रित है, जहाँ क्षेत्रीय उत्पादन का एक महत्वपूर्ण अंश होता है।

यह शोध पत्र मूल डेटा प्रस्तुत करता है, जिसका लक्ष्य जलवायु प्रभावों को मापना और अनुकूलन रणनीतियाँ सुझाना है। क्षेत्रीय अवलोकनों को सांख्यिकीय विश्लेषण से जोड़कर, हम पारिस्थितिक और आर्थिक प्रभावों की गहराई समझने का प्रयास करते हैं।

भारतीय संदर्भ में रेशमकीट पालन- भारत में रेशमकीट पालन कोई सामान्य कृषि गतिविधि नहीं है। यह सांस्कृतिक विरासत और आर्थिक आजीविका दोनों को प्रतिबिंबित करता है। वर्तमान में, भारत में रेशमकीट पालन लगभग 80 लाख लोगों को प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रोजगार देता है, और रेशम उद्योग 8,500 करोड़ रुपये का वार्षिक कारोबार उत्पन्न करता है (CSBI, 2024)। इस महत्वपूर्ण आर्थिक क्षेत्र को एक गंभीर खतरे का सामना है: जलवायु परिवर्तन से रेशम उत्पादन में 15-20% की हानि हो रही है।

पूर्व के अध्ययनों ने तापमान वृद्धि को कोकून (रेशम कोषों) के वजन में सीधे कमी से जोड़ा है (Neelaboina et al., 2018)। हालांकि, मालवा जैसे स्थानीय क्षेत्रों पर विस्तृत शोध अभी तक अपर्याप्त है। यह अध्ययन इसी महत्वपूर्ण अंतर को दूर करने का प्रयास करता है, जो इंदौर-महु पट्टी पर केंद्रित है, जहाँ क्षेत्रीय उत्पादन का एक महत्वपूर्ण अंश केंद्रीभूत है। **अनुसंधान उद्देश्य-** यह शोध पत्र तीन प्राथमिक उद्देश्यों के साथ मूल और क्षेत्रीय डेटा प्रस्तुत करता है:

1. जलवायु प्रभाव को मात्रात्मक रूप से मापना, वैज्ञानिक उपकरणों और सांख्यिकीय विश्लेषण का उपयोग करके जलवायु परिवर्तन के विशिष्ट प्रभाव को परिमाणित करना।
2. अनुकूलन रणनीतियाँ सुझाना स्थानीय किसानों के लिए व्यावहारिक और लागत-प्रभावी समाधान प्रदान करना।
3. पारिस्थितिक और आर्थिक समझ विकसित करना, क्षेत्रीय अवलोकनों को सांख्यिकीय विश्लेषण से जोड़कर, पारिस्थितिक और आर्थिक प्रभावों की गहराई से समझ विकसित करना।

अध्ययन क्षेत्र- अध्ययन मालवा पठार के 10 रेशमकीट पालन केंद्रों (22.4°-23.1°N, 75.6°-76.1°E) पर आधारित था, जिसमें इंदौर के ग्रामीण फार्म और महु के शहतूत उद्यान शामिल थे। स्थलों का चयन केंद्रीय रेशम अनुसंधान बोर्ड (CSRB) के रिकॉर्ड से किया गया। औसत ऊँचाई 510 मीटर, वार्षिक वर्षा 820-1020 मिमी, लेकिन 2022-2024 में 14% कमी (IMD, 2024)।

डेटा संग्रह-सर्वेक्षण 2022-2024 में 120 रीयरिंग चक्रों पर हुए, जिसमें कोकून वजन, रोग दर और शहतूत पत्ती के पोषक तत्व (नाइट्रोजन, प्रोटीन) मापे गए। रेशमकीट (cv. PM × CSR2) को नियंत्रित (25-28°C, 75% आर्द्रता) और क्षेत्रीय स्थितियों में पाले गए। जलवायु डेटा IMD से और स्थानीय सेंसर (HOBO U23) से लिया गया। शहतूत वृद्धि Landsat 9 NDVI से मानी गई (USGS, 2024)। प्रतिरक्षा मूल्यांकन हेमोसाइट गणना और SOD एंजाइम विश्लेषण से किया गया।

सांख्यिकीय विश्लेषण- डेटा R (v. 4.4.1; glmmTMB) में GLMMs से विश्लेषित, फार्म यादृच्छिक प्रभाव के रूप में $\alpha = 0.051$ नैतिकता CSRB दिशानिर्देशों के अनुरूप।

परिणाम- सर्वेक्षणों से कोकून उपज में 21% कमी मिली, जो 2024 ग्रीष्मकाल (औसत 39°C) से जुड़ी (GLMM: $\beta = -0.28$, $p < 0.001$), लार्वा चरण में 26% प्रभाव। शहतूत में नाइट्रोजन 16% घटा ($r = 0.69$, $p < 0.01$)।

रोग: पेपीनोसिस में 18% वृद्धि, मृत्यु दर 14% से 32% तक ($\chi^2 = 25.7$, $p < 0.001$)। SOD गतिविधि तापमान $>35^\circ\text{C}$ पर 19% कमी NDVI से शहतूत कवर 9% घटा ($r = -0.61$, $p = 0.005$)।

मॉडल: जलवायु चर 52% विविधता समझाते हैं (AIC = 1389), वर्षा कमी प्रमुख (OR = 1.38)।

कोकून उपज और गुणवत्ता

सर्वेक्षणों से प्राप्त डेटा कोकून उपज में चिंताजनक प्रवृत्ति दिखाता है। कोकून उपज में 21% की कमी दर्ज की गई, जो 2024 की गर्मी (औसत तापमान 39°C) के साथ सीधे जुड़ी हुई है। सामान्यीकृत रैखिक मिश्रित मॉडल से प्राप्त परिणाम इस संबंध को सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण

दिखाते हैं (GLMM: $\beta = -0.28$, $p < 0.001$)। विशेष रूप से, लार्वा (कीट के लार्वल चरण) में यह प्रभाव और भी गंभीर है, 26% तक पहुँच जाता है।

पोषणात्मक गिरावट-शहतूत में नाइट्रोजन सामग्री में 16% की गिरावट देखी गई (Pearson $r = 0.69$, $p < 0.01$), जो रेशमकीट के विकास के लिए महत्वपूर्ण है। यह गिरावट वर्षा में कमी और ऊष्मा तनाव से सीधे संबंधित है।

रोग और मृत्यु दर-पेपीनोसिस (एक फंगल रोग) की घटनाओं में 18% की वृद्धि दर्ज की गई। कीटों की समग्र मृत्यु दर 14% से बढ़कर 32% तक पहुँच गई ($\chi^2 = 25.7$, $p < 0.001$)। यह तीव्र वृद्धि रेशमकीट पालन की व्यावहारिकता के लिए एक प्रमुख संकेत है।

प्रतिरक्षा गतिविधि-SOD एंजाइम गतिविधि तापमान $>35^\circ\text{C}$ पर 19% कम पाई गई, जो ऑक्सीडेटिव तनाव में वृद्धि का सूचक है।

वनस्पति सूचकांक- NDVI से प्राप्त डेटा दर्शाता है कि शहतूत वृद्धि कवर 9% घटा है ($r = -0.61$, $p = 0.005$)।

सामान्यीकृत मिश्रित मॉडल से पता चलता है कि जलवायु चर (तापमान, वर्षा, आर्द्रता) कुल परिवर्तनशीलता का 52% समझाते हैं (AIC = 1389)। वर्षा में कमी सबसे प्रमुख कारक है (Odds Ratio = 1.38)।

चर्चा:- परिणाम राष्ट्रीय अध्ययनों से संनादित हैं, लेकिन मालवा की शुष्कता संकट बढ़ाती है। तापमान वृद्धि रेशमकीट का चयापचय बाधित करती है (Neelaboina et al., 2018), जबकि शहतूत पर सूखा पोषण चक्र तोड़ता है। स्थानीय सिंचाई सुविधाओं की कमी प्रभाव को बढ़ाती है। आर्थिक हानि: 21% उपज कमी से किसान आय 18% घटी, जिससे प्रवासन बढ़ा। छायादार रीयरिंग 12% सुधार दिखाती है। यह अध्ययन मालवा के रेशमकीट पालन पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को विस्तार से समझने में मदद करता है, जो भविष्य की नीति निर्माण के लिए महत्वपूर्ण है।

सीमाएँ: नमूना आकार सीमित; भविष्य में जीनोमिक फोकस आवश्यक।

सिफारिशें:-

1. जलवायु-सहिष्णु शहतूत हाइब्रिड विकसित करें
 2. ड्रिप सिंचाई और जल संरक्षण प्रणाली स्थापित करें
 3. नियंत्रित रीयरिंग तकनीकें लागू करें
 4. किसानों के लिए अनुकूलन फंड में बजटीय आवंटन
- रेशमकीट पालन की रक्षा भारतीय आर्थिक और सांस्कृतिक संरक्षण के लिए आवश्यक है।

निष्कर्ष:- यह अध्ययन दर्शाता है कि जलवायु परिवर्तन मालवा में रेशमकीट पालन को गंभीर खतरे में डाल रहा है, जिससे उपज और कीट स्वास्थ्य दोनों प्रभावित हो रहे हैं। बिना तत्काल कार्रवाई के, मध्य प्रदेश के 4 लाख परिवार इस संकट से प्रभावित होंगे।

संदर्भ सूची-

1. Central Silk Board India. (2024). *Indian sericulture at a glance: Annual production report 2023-2024*. Ministry of Textiles, Government of India. Retrieved from <https://www.csb.gov.in/>
2. Dar, N. A., Khan, H. A., Khan, F. A., & Malik, S. (2017). Climate change and sericulture: Implications and adaptation. *Journal of Central European Agriculture*, 18(3), 501-518. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.3.1944>
3. Das, S. K., Das, P., & Sharma, A. K. (2022). Climate variability and mulberry sericulture: Evidence from production trends. *Journal of Entomological Research*, 46(2), 145-152. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2022.00025.4>
4. Devi, B., & Singh, B. (2023). Thermal adaptation strategies in silkworm rearing: A review. *International Journal of Advanced Biological Research*, 13(4), 456-472. <https://doi.org/10.33865/ijabr.2023.v13i4.455>

5. Ferdous, J., Chowdhury, S. R., & Gani, M. A. (2023). Impact of changing climate on mulberry-silkworm interaction: Molecular insights. *Science of The Total Environment*, 876, 162768. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162768>

6. India Meteorological Department. (2024). *Madhya Pradesh climate trends 2020-2024*. Government of India Publications. Retrieved from <https://mausam.ind.gov.in/>

7. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

8. Mehraj, S., Kamili, A. S., Ganie, N. A., Mir, S. A., Khan, F. A., Mir, M. R., & Sharma, R. K. (2020). Climate change triggers early sprouting in mulberry (*Morus sp.*). *International Journal of Advanced Biological Research*, 10(4), 197-201.

9. Neelaboina, V., Khan, G. A., Kumar, S., Gani, M. N. A., Ahmad, M. N., & Ghosh, M. K. (2018). Climate-resilient silkworm hybrids and mulberry varieties. *Sericologia*, 58(4), 200-210.

10. Rahmathulla, V. K. (2012). Management of climatic factors for successful silkworm (*Bombyx mori* L.) crop and higher cocoon production: A review. *Sericulture and Society*, 1(1), 1-12.

11. Rajagopal, P. N., Iyer, P. K. R., Sengupta, A. K., & Chakraborty, A. (2017). Technological innovations for climate-adaptive sericulture in India. *Sericologia*, 57(3), 289-302.

12. United States Geological Survey. (2024). *Landsat data products and analysis methods*. USGS Earth Explorer. Retrieved from <https://www.usgs.gov/landsat>