IJCRT.ORG ISSN : 2320-2882

INTERNATIONAL JOURNAL OF CREATIVE RESEARCH THOUGHTS (IJCRT)
An International Open Access, Peer-reviewed, Refereed Journal

"पाली नगर के वस्त्र उद्योग का बाँडी नदी के जल एवं मृदा पर भौगोलिक प्रभाव: एक विश्लेषणात्मक अध्ययन"

शोधार्थी : प्रियंका चौहान

भूगोल विभाग, जय नारायण व्यास विश्वविद्यालय,जोधपुर।

शोध निर्देशक :– डॉ. अश्वनी आर्य (सहायक आचार्य)

भूगोल विभाग, जय नारायण व्यास विश्वविद्यालय,जोधपुर।

शोध सारांश :– यह शोध पत्र "पाली नगर के वस्त्र उद्योग का बाँडी नदी के जल एवं मृदा पर भौगोलिक प्रभाव एक विश्लेषणात्मक अध्ययन" विषय पर आधारित है। पाली नगर, राजस्थान का एक प्रमुख वस्त्र उद्योग केंद्र है, जहाँ रंगाई–छपाई एवं प्रसंस्करण इकाइयों की अधिकता के कारण औद्योगिक अपशिष्ट का उत्सर्जन व्यापक स्तर पर होता है। इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य बाँडी नदी के जल की गुणवत्ता तथा तटीय क्षेत्र की मृदा पर वस्त्र उद्योग के प्रभावों का विश्लेषण करना है, ताकि पर्यावरणीय असंतुलन की वास्तविक स्थिति को समझा जा सके।

अध्ययन में प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों प्रकार के आँकड़ों का उपयोग किया गया है। जल एवं मृदा के नमूनों का संग्रहण कर उनके भौतिक एवं रासायनिक गुणों जैसे pH मान, विद्युत चालकता, घुलित ऑक्सीजन (DO), जैव–रासायनिक ऑक्सीजन मांग (BOD), तथा भारी धातुओं की उपस्थिति का परीक्षण किया गया। साथ ही, क्षेत्रीय सर्वेक्षण एवं स्थानीय निवासियों के साक्षात्कार के माध्यम से सामाजिक–आर्थिक प्रभावों का भी मूल्यांकन किया गया। वस्त्र उद्योग से निकलने वाले अवशिष्ट जल के कारण बाँडी नदी का जल अत्यधिक प्रदूषित हो चुका है, जिससे जल की उपयोगिता कृषि एवं पेयजल के रूप में सीमित हो गई है। मृदा में रासायनिक तत्वों की वृद्धि के कारण उसकी उर्वरता में गिरावट आई है तथा कृषि उत्पादकता प्रभावित हुई है। इसके अतिरिक्त, जल एवं मृदा प्रदूषण के कारण स्थानीय जनसंख्या में स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं में भी वृद्धि देखी गई है। अध्ययन यह भी इंगित करता है कि प्रदूषण नियंत्रण उपायों की अपर्याप्तता एवं औद्योगिक अपशिष्ट प्रबंधन की कमजोर व्यवस्था इस समस्या के प्रमुख कारण हैं। अतः शोध पत्र में प्रभावी अपशिष्ट उपचार संयंत्रों की स्थापना, सख्त पर्यावरणीय नियमों के पालन तथा सतत विकास की रणनीतियों को अपनाने की आवश्यकता पर बल दिया गया है। इस प्रकार, यह अध्ययन न केवल बाँडी नदी क्षेत्र की पर्यावरणीय स्थिति का वैज्ञानिक विश्लेषण प्रस्तुत करता है, बल्कि भविष्य में पर्यावरण संरक्षण एवं औद्योगिक विकास के संतुलन हेतु महत्वपूर्ण सुझाव भो प्रदान करता है।

संकेताक्षर :– भौगोलिक अध्ययन क्षेत्र का परिचय, अध्ययन क्षेत्र की भौगोलिक पृष्ठभूमि, वस्त्र उद्योग की प्रकृति एवं प्रक्रिया, बाँडी नदी के जल पर प्रभाव, मृदा पर प्रभाव, निवारण एवं सुझाव।

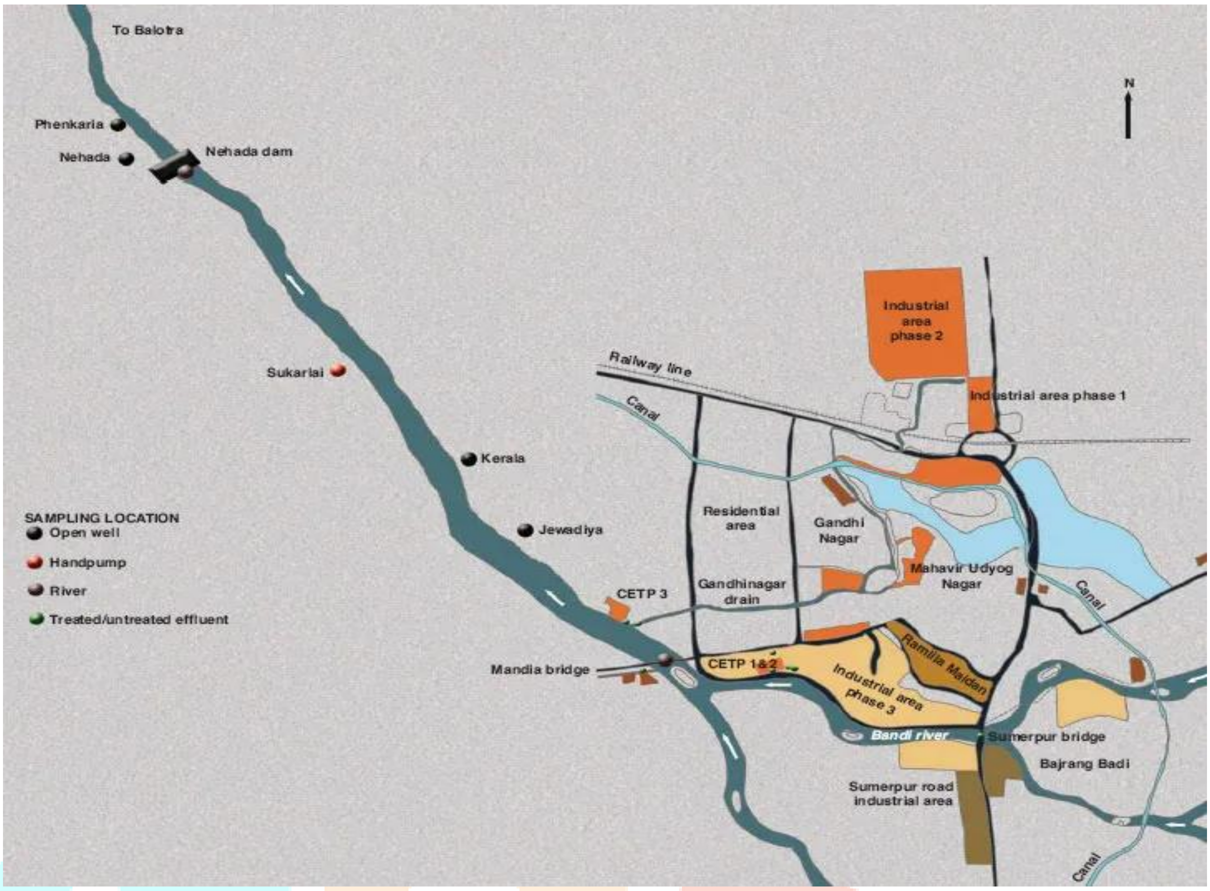
प्रस्तावना :— राजस्थान का पाली नगर देश के प्रमुख वस्त्र उद्योग केंद्रों में से एक है, जहाँ रंगाई, छपाई एवं वस्त्र प्रसंस्करण से संबंधित हजारों इकाइयाँ संचालित होती हैं। यह उद्योग क्षेत्र न केवल स्थानीय अर्थव्यवस्था को सुदृढ़ करता है, बल्कि रोजगार सृजन में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। परंतु औद्योगिक विकास के इस तीव्र विस्तार के साथ—साथ पर्यावरणीय समस्याएँ भी गंभीर रूप से उभरकर सामने आई हैं। विशेष रूप से, वस्त्र उद्योग से निकलने वाले रासायनिक युक्त अपशिष्ट जल ने बाँडी नदी के जल एवं उसके तटीय क्षेत्रों की मृदा को अत्यधिक प्रभावित किया है।

बाँडी नदी, जो पाली क्षेत्र की एक महत्वपूर्ण जलधारा है, स्थानीय कृषि, पशुपालन तथा घरेलू उपयोग के लिए प्रमुख स्रोत रही है। किंतु पिछले कुछ दशकों में औद्योगिक अपशिष्ट के अनियंत्रित प्रवाह के कारण नदी के जल की गुणवत्ता में निरंतर गिरावट आई है। रंगाई एवं छपाई प्रक्रियाओं में प्रयुक्त रसायन जैसे डाई, ब्लीचिंग एजेंट, तथा भारी धातुएँ जल में मिलकर उसे प्रदूषित करते हैं। परिणामस्वरूप, जल का pH स्तर असंतुलित हो जाता है, घुलित ऑक्सीजन की मात्रा कम हो जाती है तथा जैव—रासायनिक ऑक्सीजन मांग (BOD) में वृद्धि होती है, जिससे जलीय जीवन एवं मानव स्वास्थ्य दोनों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। इसके अतिरिक्त, इस प्रदूषित जल का उपयोग जब सिंचाई में किया जाता है, तो इसका सीधा प्रभाव मृदा की गुणवत्ता पर पड़ता है। मृदा में लवणता एवं विषैले तत्वों की मात्रा बढ़ने से उसकी उर्वरता घटती है, जिससे कृषि उत्पादन प्रभावित होता है। साथ ही, दीर्घकालिक रूप से यह समस्या भूमि के क्षारीकरण एवं अनुपजाऊ बनने की दिशा में भी संकेत देती है। प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य पाली नगर के वस्त्र उद्योग द्वारा उत्पन्न प्रदूषण के भौगोलिक प्रभावों का समग्र विश्लेषण करना है। इसमें बाँडी नदी के जल की गुणवत्ता, मृदा के भौतिक एवं रासायनिक गुणों में परिवर्तन, तथा इन परिवर्तनों के सामाजिक—आर्थिक प्रभावों का अध्ययन शामिल है। वर्तमान समय में सतत विकास (Sustainable Development) की अवधारणा के अंतर्गत औद्योगिक प्रगति और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करना अत्यंत आवश्यक हो गया है। अतः यह शोध न केवल पर्यावरणीय समस्याओं की पहचान करता है, बल्कि उनके समाधान हेतु नीतिगत सुझाव भी प्रस्तुत करता है। इस अध्ययन के निष्कर्ष नीति निर्माताओं, पर्यावरणविदों एवं स्थानीय प्रशासन के लिए उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं, जिससे पाली क्षेत्र में औद्योगिक विकास को पर्यावरणीय संतुलन के साथ आगे बढ़ाया जा सके।

1. भौगोलिक अध्ययन क्षेत्र का परिचय

पाली नगर राजस्थान के पश्चिमी भाग में स्थित एक प्रमुख औद्योगिक एवं व्यापारिक केंद्र है, जो पाली जिले का मुख्यालय भी है। यह नगर अरावली पर्वतमाला के निकट स्थित होने के कारण भागोलिक दृष्टि से विशेष महत्व रखता है। यहाँ का जलवायु अर्ध—शुष्क (Semi-arid) है, जहाँ वर्षा सीमित मात्रा में होती है और जल संसाधनों पर निर्भरता अधिक रहती है।

पाली नगर की पहचान विशेष रूप से वस्त्र उद्योग, विशेषकर रंगाई (Dyeing) एवं छपाई (Printing) इकाइयों के लिए है। यहाँ सैकड़ों औद्योगिक इकाइयाँ संचालित होती हैं, जो सूती एवं सिंथेटिक वस्त्रों के प्रसंस्करण में लगी हुई हैं। यह उद्योग न केवल स्थानीय स्तर पर रोजगार प्रदान करता है, बल्कि राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय बाजारों में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। पालो नगर के समीप बहने वाली बाँडी नदी इस क्षेत्र की प्रमुख जलधारा है, जो आगे चलकर लूणी नदी में मिल जाती है। ऐतिहासिक रूप से बाँडी नदी का जल कृषि, पशुपालन तथा घरेलू उपयोग के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण रहा है। इसके तटीय क्षेत्रों में उपजाऊ मिट्टी पाई जाती थी, जिससे यहाँ की कृषि प्रणाली विकसित और समृद्ध थी।



किन्तु पिछले कुछ दशकों में औद्योगिकीकरण के तीव्र विकास के कारण इस नदी की पारिस्थितिकी में गंभीर परिवर्तन देखने को मिले हैं। वस्त्र उद्योगों से निकलने वाला अपशिष्ट जल बिना उचित शोधन के सीधे नदी में प्रवाहित किया जाता रहा है, जिससे जल गुणवत्ता में गिरावट और मृदा प्रदूषण जैसी समस्याएँ उत्पन्न हुई हैं।

1.1 वस्त्र उद्योग का ऐतिहासिक विकास :— पाली नगर में वस्त्र उद्योग का इतिहास प्राचीन काल से जुड़ा हुआ है। प्रारंभिक समय में यहाँ वस्त्र निर्माण कुटीर उद्योग के रूप में विकसित हुआ था, जहाँ स्थानीय कारीगर हाथकरघा एवं पारंपरिक तकनीकों का उपयोग करते थे। प्राकृतिक रंगों का प्रयोग होने के कारण पर्यावरण पर इसका प्रभाव नगण्य था। मध्यकाल एवं औपनिवेशिक काल में भी यह उद्योग स्थानीय स्तर तक सीमित रहा, किन्तु स्वतंत्रता के पश्चात औद्योगिक विकास की नीतियों ने इस क्षेत्र में नए अवसर उत्पन्न किए। विशेष रूप से 1960 एवं 1970 के दशक में पाली नगर में आधुनिक मशीनों एवं रासायनिक रंगों का उपयोग शुरू हुआ, जिससे उत्पादन क्षमता में वृद्धि हुई।

धीरे—धीरे यह उद्योग एक संगठित औद्योगिक क्षेत्र के रूप में विकसित हुआ और पाली नगर देश के प्रमुख टेक्सटाइल प्रोसेसिंग केंद्रों में शामिल हो गया। यहाँ के उत्पाद देश के विभिन्न हिस्सों के साथ—साथ विदेशों में भी निर्यात होने लगे। हालांकि इस तीव्र औद्योगिक विकास के साथ पर्यावरणीय प्रबंधन को पर्याप्त महत्व नहीं दिया गया। अधिकांश उद्योगों में अपशिष्ट जल के शोधन (treatment) की उचित व्यवस्था का अभाव रहा। परिणामस्वरूप, रासायनिक युक्त जल सीधे बाँडी नदी में छोड़ा जाने लगा, जिसने धीरे—धीरे पर्यावरणीय संकट का रूप ले लिया।

1.2 शोध समस्या का स्वरूप :— पाली नगर के वस्त्र उद्योग से उत्पन्न अपशिष्ट जल में अनेक हानिकारक रसायन पाए जाते हैं, जैसे रंग (dyes), अम्ल (acids), क्षार (alkalis) तथा भारी धातुएँ (heavy metals)। जब यह अपशिष्ट बिना उपचार के बाँडी नदी में प्रवाहित किया जाता है, तो जल की गुणवत्ता गंभीर रूप से प्रभावित होती है।

जल प्रदूषण के प्रमुख संकेतकों में pH स्तर का असंतुलन, घुलित ऑक्सीजन (DO) की कमी, तथा जैव–रासायनिक ऑक्सीजन मांग (BOD) एवं रासायनिक ऑक्सीजन मांग (COD) में वृद्धि शामिल हैं। इन परिवर्तनों के कारण नदी का जल न तो पेय योग्य रहता है और न ही कृषि के लिए उपयुक्त। जलीय जीवों का जीवन भी इससे प्रभावित होता है, जिससे पारिस्थितिक असंतुलन उत्पन्न होता है।

मृदा प्रदूषण की समस्या भी उतनी ही गंभीर है। जब प्रदूषित जल का उपयोग सिंचाई में किया जाता है, तो मृदा में लवणता (salinity) एवं विषैले तत्वों का संचय बढ़ जाता है। इससे मृदा की संरचना एवं उर्वरता प्रभावित होती है। परिणामस्वरूप, फसलों की उत्पादकता में गिरावट आती है और भूमि धीरे–धीरे अनुपजाऊ होने लगती है। इसके अतिरिक्त, यह समस्या सामाजिक एवं आर्थिक प्रभाव भी उत्पन्न करती है। किसानों की आय में कमी, स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं में वृद्धि तथा जल संसाधनों की उपलब्धता में कमी जैसे प्रभाव स्थानीय समुदाय को प्रभावित करते हैं। इस प्रकार, जल एवं मृदा प्रदूषण एक बहुआयामी समस्या है, जिसमें पर्यावरणीय, आर्थिक एवं सामाजिक सभी पहलू शामिल हैं।

1.3 अध्ययन के उद्देश्य एवं महत्व :– इस शोध का मुख्य उद्देश्य पाली नगर के वस्त्र उद्योग द्वारा उत्पन्न प्रदूषण के बाँडी नदी के जल एवं मृदा पर पड़ने वाले भौगोलिक प्रभावों का समग्र विश्लेषण करना है। इस संदर्भ में निम्नलिखित प्रमुख उद्देश्यों को निर्धारित किया गया है–

- बाँडी नदी के जल की गुणवत्ता का परीक्षण एवं विश्लेषण करना।
- तटीय क्षेत्रों की मृदा के भौतिक एवं रासायनिक गुणों में हुए परिवर्तनों का अध्ययन करना।
- औद्योगिक अपशिष्ट के कारण उत्पन्न पर्यावरणीय प्रभावों का मूल्यांकन करना।
- स्थानीय समुदाय पर पड़ने वाले सामाजिक एवं आर्थिक प्रभावों का विश्लेषण करना।
- प्रदूषण नियंत्रण एवं पर्यावरण संरक्षण हेतु व्यावहारिक सुझाव प्रस्तुत करना।

इस अध्ययन का महत्व अत्यधिक व्यापक है। वर्तमान समय में औद्योगिक विकास और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करना एक प्रमुख चुनौती बन गया है। पाली नगर का उदाहरण इस बात को स्पष्ट करता है कि यदि औद्योगिक विकास के साथ पर्यावरणीय प्रबंधन को नजरअंदाज किया जाए, तो उसके गंभीर परिणाम सामने आते हैं।

यह शोध न केवल स्थानीय स्तर पर पर्यावरणीय समस्याओं को समझने में सहायक होगा, बल्कि नीति–निर्माताओं, पर्यावरण विशेषज्ञों एवं प्रशासनिक अधिकारियों क लिए भी उपयोगी सिद्ध होगा। इसके निष्कर्ष अन्य औद्योगिक क्षेत्रों के लिए भी मार्गदर्शक सिद्ध हो सकते हैं, जहाँ इसी प्रकार की समस्याएँ विद्यमान हैं। अतः यह अध्ययन सतत विकास (Sustainable Development) की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है, जो औद्योगिक प्रगति एवं पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करने की आवश्यकता को रेखांकित करता है।

2. अध्ययन क्षेत्र की भौगोलिक पृष्ठभूमि

2.1 पाली नगर का भौगोलिक स्थान एवं जलवायु :– पाली नगर राजस्थान के पश्चिमी भाग में स्थित एक महत्वपूर्ण औद्योगिक शहर है। यह लगभग 25°46′ उत्तरी अक्षांश तथा 73°20′ पूर्वी देशांतर के बीच स्थित है। अरावली पर्वतमाला के निकट होने के कारण यह क्षेत्र भौगोलिक विविधता से युक्त है। पाली नगर का जलवायु अर्ध–शुष्क (Semi-arid) प्रकार का है, जहाँ ग्रीष्म ऋतु अत्यधिक गर्म तथा शीत ऋतु अपेक्षाकृत शीतल होती है। गर्मियों मं तापमान 45°C तक

पहुँच जाता है, जबकि सर्दियों में यह 8–10°C तक गिर सकता है। वर्षा मुख्यतः दक्षिण–पश्चिमी मानसून से प्राप्त होती है, जिसकी औसत मात्रा लगभग 400–500 मिमी होती है।

कम वर्षा एवं उच्च तापमान के कारण यहाँ जल संसाधनों की उपलब्धता सीमित है। इस कारण सतही जल स्रोतोंकृविशेषकर नदियों एवं तालाबोंकृका महत्व अत्यधिक बढ़ जाता है। यही कारण है कि बाँडी नदी इस क्षेत्र के लिए जीवनरेखा के समान रही है।

2.2 बाँडी नदी का उद्गम, प्रवाह एवं जल प्रणाली :– बाँडी नदी इस क्षेत्र की एक महत्वपूर्ण नदी है, जो लूणी नदी की सहायक नदी के रूप में जानी जाती है। इसका उद्गम अरावली पर्वतमाला के दक्षिण–पश्चिमी भाग से माना जाता है। बाँडी नदी का प्रवाह पाली नगर के समीप से होकर गुजरता है और आगे चलकर लूणी नदी में मिल जाता है। यह नदी मुख्यतः वर्षा पर निर्भर (Seasonal River) है, अतः इसमें जल प्रवाह मानसून के समय अधिक तथा शुष्क मौसम में अत्यंत कम हो जाता है।

इस नदी की जल प्रणाली (Drainage System) अस्थायी प्रकृति की है, जिसमें वर्षा के दौरान जल प्रवाह तीव्र हो जाता है, जबकि अन्य समय में जल की मात्रा सीमित रहती है। यही कारण है कि नदी की आत्मशुद्धिकरण (self-purification) क्षमता भी सीमित होती है। वर्तमान में वस्त्र उद्योगों से निकलने वाला अपशिष्ट जल इस नदी में प्रवाहित किया जाता है, जिससे नदी का प्राकृतिक प्रवाह एवं जल गुणवत्ता दोनों प्रभावित हो रहे हैं। जल में रासायनिक तत्वों की वृद्धि के कारण नदी की पारिस्थितिकी पर गंभीर प्रभाव पड़ रहा है।

2.3 क्षेत्र की स्थलाकृति एवं मृदा प्रकार :– पाली क्षेत्र की स्थलाकृति मिश्रित प्रकार की है, जिसमें समतल मैदान, हल्की ढाल वाले क्षेत्र तथा अरावली पर्वतमाला के निकट पहाड़ी भाग शामिल हैं। नगर के आसपास का क्षेत्र मुख्यतः समतल एवं कृषि योग्य है, जबकि दूरस्थ भागों में पथरीली एवं ऊबड़–खाबड़ भूमि पाई जाती है।

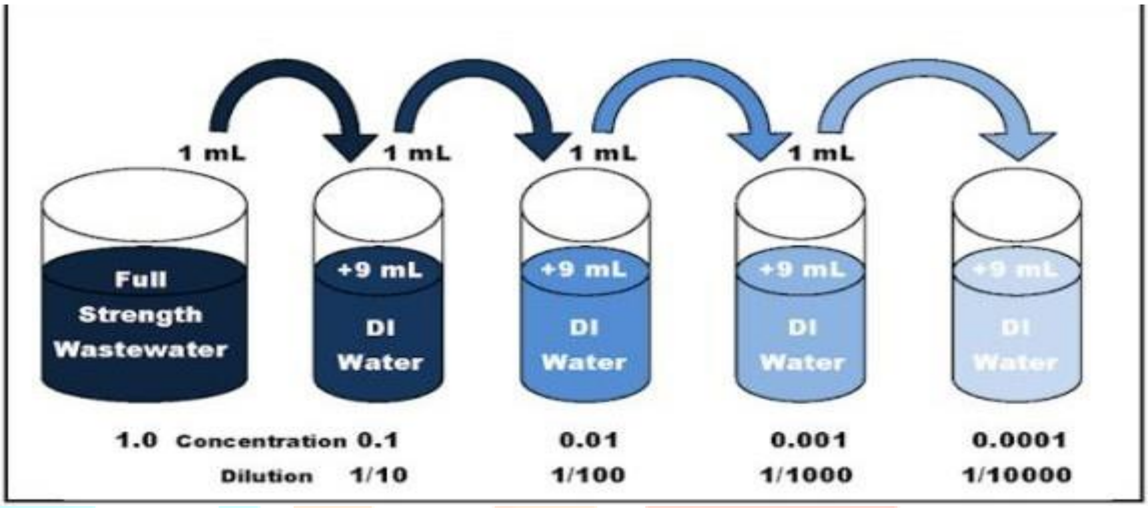
बाँडी नदी के तटीय क्षेत्र में जलोढ़ (Alluvial) मृदा पाई जाती है, जो सामान्यतः उपजाऊ होती है और कृषि के लिए उपयुक्त मानी जाती है। इसके अतिरिक्त, क्षेत्र में रेतीली (Sandy) एवं दोमट (Loamy) मृदा भी पाई जाती है। किन्तु औद्योगिक अपशिष्ट के प्रभाव से मृदा की गुणवत्ता में परिवर्तन देखने को मिल रहा है। मृदा में लवणता (Salinity) एवं क्षारीयता (Alkalinity) की मात्रा बढ़ रही है, जिससे मृदा की उर्वरता में कमी आ रही है। कई स्थानों पर सफेद परत (Salt crust) का निर्माण देखा गया है, जो मृदा क्षारीकरण का संकेत है। इस प्रकार, स्थलाकृति एवं मृदा की प्राकृतिक विशेषताएँ जहाँ कृषि के लिए अनुकूल थीं, वहीं औद्योगिक प्रदूषण के कारण इनकी गुणवत्ता में गिरावट आ रही है।

2.4 औद्योगिक इकाइयों का स्थानिक वितरण :– पाली नगर में वस्त्र उद्योग की इकाइयाँ मुख्यतः औद्योगिक क्षेत्रों एवं क्लस्टर (Cluster) के रूप में विकसित हुई हैं। ये इकाइयाँ नगर के विभिन्न भागों विशेषकर बाँडी नदी के आसपास स्थित हैं, ताकि जल की उपलब्धता एवं अपशिष्ट के निष्कासन में सुविधा हो सके।

औद्योगिक इकाइयों का यह स्थानिक वितरण (Spatial Distribution) पर्यावरणीय दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि नदी के निकट स्थित इकाइयों से निकलने वाला अपशिष्ट सीधे नदी में प्रवाहित होता है। इससे नदी के जल की गुणवत्ता पर त्वरित एवं गंभीर प्रभाव पड़ता है। पाली में वस्त्र उद्योग का विकास अनियोजित (Unplanned) रूप में हुआ है, जिसके कारण कई इकाइयाँ

आवासीय क्षेत्रों के निकट भी स्थापित हो गई हैं। इससे न केवल पर्यावरणीय प्रदूषण बढ़ा है, बल्कि स्थानीय जनसंख्या के स्वास्थ्य पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है।

हालांकि कुछ क्षेत्रों में सामूहिक अपशिष्ट उपचार संयंत्र (CETP - Common Effluent Treatment Plant) स्थापित किए गए हैं, परंतु इनकी क्षमता एवं प्रभावशीलता सीमित है। कई इकाइयाँ अभी भी बिना उपचार के अपशिष्ट जल का निष्कासन कर रही हैं। इस प्रकार, औद्योगिक इकाइयों का स्थानिक वितरण बाँडी नदी के प्रदूषण में एक प्रमुख कारक के रूप में उभरकर सामने आता है।



3. वस्त्र उद्योग की प्रकृति एवं प्रक्रिया **(Nature of Textile Industry)**

वस्त्र उद्योग की प्रकृति :– पाली नगर का वस्त्र उद्योग मुख्यतः सूती एवं सिंथेटिक कपड़ों की रंगाई, छपाई तथा प्रसंस्करण (processing) पर आधारित है। यह उद्योग श्रम–प्रधान (labour intensive) होने के साथ–साथ जल एवं रसायन–प्रधान (water and chemical intensive) भी है। यहाँ की औद्योगिक इकाइयाँ छोटे, मध्यम एवं बड़े स्तर पर संचालित होती हैं, जिनमें परंपरागत तकनीकों के साथ–साथ आधुनिक मशीनों का भी उपयोग किया जाता ह।

इस उद्योग की प्रमुख विशेषता यह है कि इसमें कच्चे कपड़े को विभिन्न रासायनिक प्रक्रियाओं से गुजारकर उसे उपयोगी एवं आकर्षक उत्पाद में परिवर्तित किया जाता है। रंगाई एवं छपाई प्रक्रियाओं में विभिन्न प्रकार के कृत्रिम रंगों एवं रसायनों का उपयोग किया जाता है, जिसस उत्पादन की गुणवत्ता एवं विविधता बढ़ती है। पाली का वस्त्र उद्योग राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय बाजार में महत्वपूर्ण स्थान रखता है, परंतु इसकी प्रकृति पर्यावरण की दृष्टि से संवेदनशील है। अधिक जल उपयोग, रासायनिक अपशिष्ट तथा अपर्याप्त अपशिष्ट प्रबंधन के कारण यह उद्योग जल एवं मृदा प्रदूषण का एक प्रमुख स्रोत बन गया है।

3.1 वस्त्र उद्योग की प्रमुख इकाइयाँ (डाइंग, प्रिंटिंग, प्रोसेसिंग)

पाली नगर के वस्त्र उद्योग को मुख्यतः तीन प्रमुख इकाइयों में विभाजित किया जा सकता है–

(1) डाइंग इकाइयाँ **(Dyeing Units)** :– इन इकाइयों में कच्चे या बिना रंग के कपड़ों को विभिन्न रंगों में रंगा जाता है। यह प्रक्रिया पानी एवं रसायनों पर अत्यधिक निर्भर होती है। कपड़े को पहले साफ किया जाता है, फिर उसमें रंगों को स्थायी बनाने के लिए रासायनिक उपचार किया जाता है।

(2) प्रिंटिंग इकाइयाँ (**Printing Units**) :– प्रिंटिंग इकाइयों में कपड़ों पर विभिन्न डिजाइन एवं पैटर्न बनाए जाते हैं। इसके लिए स्क्रीन प्रिंटिंग, रोलर प्रिंटिंग एवं डिजिटल प्रिंटिंग तकनीकों का उपयोग किया जाता है। इसमें रंगों के साथ गाढ़े रसायनों (thickeners) का प्रयोग होता है।

(3) प्रोसेसिंग इकाइयाँ (**Processing Units**) :– इन इकाइयों में कपड़े को अंतिम रूप दिया जाता है, जिसमें ब्लीचिंग (bleaching), धुलाई (washing), फिनिशिंग (finishing) आदि प्रक्रियाएँ शामिल हैं। यह चरण भी जल एवं रसायनों की अधिक खपत करता है।

3.2 उत्पादन प्रक्रिया एवं उपयोग होने वाले रसायन :– वस्त्र उद्योग की उत्पादन प्रक्रिया कई चरणों में संपन्न होती है, जिनमें प्रत्येक चरण में जल एवं रसायनों का उपयोग होता है–

❖ डिसाइजिंग (Desizing) – कपड़े से स्टार्च एवं अन्य अशुद्धियाँ हटाने के लिए एंजाइम एवं रसायनों का उपयोग किया जाता है।
❖ स्कॉरिंग (Scouring) – कपड़े की सतह से तेल, गंदगी एवं मोम हटाने के लिए क्षारीय (सांसपदम) रसायनों का प्रयोग किया जाता है।
❖ ब्लीचिंग (Bleaching) – कपड़े को सफेद करने के लिए हाइड्रोजन पेरोक्साइड एवं क्लोरीन यौगिकों का उपयोग किया जाता है।
❖ डाइंग (Dyeing) – इसमें विभिन्न प्रकार के कृत्रिम रंग (synthetic dyes) जैसे एजो डाई (Azo dyes), रिएक्टिव डाई (Reactive dyes) आदि का उपयोग किया जाता है।
❖ प्रिंटिंग (Printing) :– कपड़ों पर डिजाइन बनाने के लिए रंगों के साथ गाढ़े रसायनों एवं बाइंडर्स का उपयोग होता है।
❖ फिनिशिंग (Finishing) – कपड़े को मुलायम, चमकदार एवं टिकाऊ बनाने के लिए रेजिन, सिलिकॉन एवं अन्य रसायनों का प्रयोग किया जाता है।

इन प्रक्रियाओं में प्रयुक्त प्रमुख रसायनों में अम्ल (acids), क्षार (alkalis), ब्लीचिंग एजेंट, भारी धातुएँ (जैसे क्रोमियम, लेड), तथा रंग (dyes) शामिल हैं, जो पर्यावरण के लिए हानिकारक होते हैं।

3.3 जल उपयोग की मात्रा एवं स्रोत :– वस्त्र उद्योग में जल का उपयोग अत्यधिक मात्रा में किया जाता है। औसतन एक किलोग्राम कपड़े के प्रसंस्करण में 100 से 200 लीटर तक पानी की आवश्यकता होती है।

जल उपयोग के प्रमुख चरण –

- ❖ धुलाई एवं सफाई
- ❖ रंगाई एवं प्रिंटिंग
- ❖ ब्लीचिंग एवं फिनिशिंग

पाली नगर में जल के प्रमुख स्रोत निम्नलिखित हैं –

भूमिगत जल (Groundwater) – ट्यूबवेल एवं बोरवेल के माध्यम से प्राप्त किया जाता है।

नदी जल (River Water) – बाँडी नदी का जल औद्योगिक उपयोग के लिए लिया जाता है।

नगरपालिका जल आपूर्ति – सीमित मात्रा में उपलब्ध।

अत्यधिक जल उपयोग के कारण भूजल स्तर में गिरावट आई है तथा जल संसाधनों पर दबाव बढ़ा है।

3.4 अपशिष्ट (**Effluents**) की प्रकृति – वस्त्र उद्योग से निकलने वाला अपशिष्ट जल (effluents) अत्यधिक प्रदूषित होता है और इसमें विभिन्न प्रकार के रासायनिक तत्व पाए जाते हैं।

अपशिष्ट की प्रमुख विशेषताएँ –

- ❖ रंगीन एवं दुर्गंधयुक्त जल
- ❖ उच्च pH (अम्लीय या क्षारीय)
- ❖ उच्च BOD (Biochemical Oxygen Demand)
- ❖ उच्च COD (Chemical Oxygen Demand)
- ❖ भारी धातुओं की उपस्थिति।

अपशिष्ट के प्रकार

तरल अपशिष्ट (Liquid Effluents) – यह मुख्य रूप से रंगाई, धुलाई एवं प्रिंटिंग प्रक्रियाओं से उत्पन्न होता है।

ठोस अपशिष्ट (Solid Waste) – इसमें कीचड़ (sludge), रासायनिक अवशेष आदि शामिल हैं।

गैसीय अपशिष्ट (Gaseous Emissions) – कुछ प्रक्रियाओं में गैसों का उत्सर्जन भी होता है।

इन अपशिष्टों का यदि उचित उपचार नहीं किया जाए, तो ये सीधे बाँडी नदी में मिलकर जल को प्रदूषित करते हैं। इसके परिणामस्वरूप जल की गुणवत्ता में गिरावट आती है, मृदा की उर्वरता प्रभावित होती है तथा मानव स्वास्थ्य पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

4. बाँडी नदी के जल पर प्रभाव (Impact on Water Quality)

पाली नगर के वस्त्र उद्योगों के तीव्र विकास ने बाँडी नदी के जल की गुणवत्ता पर गहरा नकारात्मक प्रभाव डाला है। रंगाई एवं छपाई इकाइयों से निकलने वाला रासायनिक युक्त अपशिष्ट जल बिना समुचित शोधन के सीधे नदी में प्रवाहित किया जाता है, जिससे नदी का प्राकृतिक स्वरूप बदल गया है। जल का रंग बदलकर गहरा, मटमैला एवं दुर्गंधयुक्त हो गया है, जो इसके प्रदूषित होने का स्पष्ट संकेत है।

नदी के जल में रासायनिक पदार्थों की अधिकता के कारण इसकी भौतिक एवं रासायनिक विशेषताएँ असंतुलित हो गई हैं। घुलित ऑक्सीजन की मात्रा में कमी आने से जलीय जीवन प्रभावित होता

है तथा जल की आत्मशुद्धिकरण क्षमता भी घटती है। इसके परिणामस्वरूप नदी का जल न तो पीने योग्य रह गया है और न ही कृषि के लिए उपयुक्त। इस प्रकार, वस्त्र उद्योग द्वारा उत्पन्न प्रदूषण ने बाँडी नदी को एक स्वच्छ जल स्रोत से प्रदूषित जलधारा में परिवर्तित कर दिया है, जिससे पर्यावरणीय एवं सामाजिक समस्याएँ उत्पन्न हो रही हैं।

4.1 जल प्रदूषण के स्रोत (औद्योगिक अपशिष्ट) :– बाँडी नदी में जल प्रदूषण का प्रमुख स्रोत पाली नगर के वस्त्र उद्योगों से निकलने वाला औद्योगिक अपशिष्ट (Industrial Effluents) है। रंगाई, छपाई एवं प्रसंस्करण इकाइयों में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न रसायन जैसे एजो डाई, अम्ल, क्षार, ब्लीचिंग एजेंट एवं भारी धातुएँ अपशिष्ट जल के रूप में बाहर निकलते हैं।

इन इकाइयों में बड़ी मात्रा में जल का उपयोग किया जाता है और उत्पादन के प्रत्येक चरण के बाद दूषित जल उत्पन्न होता है। कई उद्योगों में अपशिष्ट जल के उपचार (treatment) की उचित व्यवस्था नहीं होने के कारण यह जल सीधे नालों के माध्यम से बाँडी नदी में प्रवाहित कर दिया जाता है। कुछ स्थानों पर सामूहिक अपशिष्ट उपचार संयंत्र (CETP) स्थापित हैं, परंतु उनकी क्षमता सीमित होने के कारण सभी अपशिष्ट का प्रभावी शोधन संभव नहीं हो पाता।

इसके अतिरिक्त, छोटे एवं अनियमित उद्योग अक्सर पर्यावरणीय नियमों का पालन नहीं करते, जिससे बिना उपचार के रासायनिक युक्त जल नदी में पहुँच जाता है। यह अपशिष्ट अत्यधिक रंगीन, विषैला एवं दुर्गंधयुक्त होता है, जिसमें घुलनशील एवं अघुलनशील दोनों प्रकार के प्रदूषक मौजूद रहते हैं। औद्योगिक अपशिष्ट के अलावा घरेलू अपशिष्ट एवं ठोस कचरा भी नदी में प्रदूषण को बढ़ाते हैं, किंतु उनका प्रभाव औद्योगिक प्रदूषण की तुलना में कम है। इस प्रकार, बाँडी नदी में जल प्रदूषण का मुख्य कारण वस्त्र उद्योगों से निकलने वाला अपशिष्ट है, जो नदी के जल की गुणवत्ता को निरंतर खराब कर रहा है और पर्यावरणीय असंतुलन को बढ़ा रहा है।

4.2 जल की भौतिक एवं रासायनिक गुणवत्ता **(pH, BOD, COD, TDS)** :– बाँडी नदी के जल की भौतिक एवं रासायनिक गुणवत्ता पर वस्त्र उद्योगों का प्रभाव स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। जल के प्रमुख मानकोंकृजैसे pH, BOD, COD एवं TDS में महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं, जो प्रदूषण के स्तर को दर्शाते हैं।

सबसे पहले pH मान की बात करें, तो यह जल की अम्लीयता या क्षारीयता को दर्शाता है। सामान्यतः स्वच्छ जल का pH 6.5 से 8.5 के बीच होता है, किंतु बाँडी नदी के प्रदूषित जल में यह मान कई स्थानों पर असामान्य रूप से अधिक या कम पाया गया है, जो रासायनिक अपशिष्ट की उपस्थिति को इंगित करता है।

BOD (Biochemical Oxygen Demand) जल में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों के अपघटन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की मात्रा को दर्शाता है। वस्त्र उद्योगों के अपशिष्ट के कारण बाँडी नदी

में BOD का स्तर अत्यधिक बढ़ गया है, जिससे जल में घुलित ऑक्सीजन की कमी हो जाती है और जलीय जीवों के लिए प्रतिकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न होती हैं।

इसी प्रकार COD (Chemical Oxygen Demand) जल में उपस्थित रासायनिक प्रदूषकों की मात्रा को दर्शाता है। उच्च COD स्तर यह संकेत करता है कि जल में रासायनिक प्रदूषण अत्यधिक है, जिससे जल की गुणवत्ता गंभीर रूप से प्रभावित होती है।

TDS (Total Dissolved Solids) जल में घुले हुए ठोस पदार्थों की कुल मात्रा को दर्शाता है। बाँडी नदी के जल में TDS की मात्रा अधिक पाई जाती है, जिससे जल का स्वाद, रंग एवं उपयोगिता प्रभावित होती है।

इन सभी मानकों में असंतुलन यह स्पष्ट करता है कि बाँडी नदी का जल प्रदूषित हो चुका है और इसकी गुणवत्ता में निरंतर गिरावट आ रही है, जो मानव एवं पर्यावरण दोनों के लिए हानिकारक है।

4.3 जल जीवों एवं पारिस्थितिकी पर प्रभाव :– बाँडी नदी के जल प्रदूषण का सबसे गंभीर प्रभाव इसके जलीय जीवों एवं संपूर्ण पारिस्थितिकी तंत्र पर पड़ा ह। औद्योगिक अपशिष्ट के कारण जल में घुलित ऑक्सीजन की मात्रा कम हो जाती है, जिससे मछलियों एवं अन्य जलीय जीवों के लिए जीवन–निर्वाह कठिन हो जाता है।

रासायनिक प्रदूषकों विशेषकर भारी धातुओं एवं विषैले रंगों की उपस्थिति से जलीय जीवों में विषाक्तता बढ़ती है। इससे उनकी वृद्धि, प्रजनन एवं जीवन चक्र प्रभावित होता है। कई बार यह प्रदूषण इतनी अधिक मात्रा में होता है कि मछलियों की सामूहिक मृत्यु (Fish Kill) जैसी घटनाएँ भी देखने को मिलती हैं।

इसके अतिरिक्त, जल में शैवाल (Algae) की अत्यधिक वृद्धि भी एक समस्या बन जाती है, जिसे यूट्रोफिकेशन (Eutrophication) कहा जाता है। इससे जल की गुणवत्ता और भी खराब हो जाती है तथा सूर्य के प्रकाश का प्रवेश कम हो जाता है, जिससे जलीय पौधों की प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया प्रभावित होती है। पारिस्थितिकी तंत्र के अन्य घटक जैसे सूक्ष्म जीव, प्लवक (Plankton) एवं जलीय वनस्पतियाँकृभी इस प्रदूषण से प्रभावित होते हैं। खाद्य श्रृंखला (Food Chain) में असंतुलन उत्पन्न हो जाता है, जिससे संपूर्ण पारिस्थितिकी तंत्र प्रभावित होता है। इस प्रकार, बाँडी नदी का जल प्रदूषण केवल एक पर्यावरणीय समस्या नहीं है, बल्कि यह जैव विविधता के लिए भी गंभीर खतरा बन गया है।

4.4 पेयजल एवं सिंचाई पर प्रभाव :– बाँडी नदी के जल प्रदूषण का प्रत्यक्ष प्रभाव स्थानीय लोगों के पेयजल एवं सिंचाई स्रोतों पर पड़ा है। पहले जहाँ यह नदी स्वच्छ जल का प्रमुख स्रोत थी, वहीं अब इसका जल पीने योग्य नहीं रहा है। रासायनिक प्रदूषकों की उपस्थिति के कारण जल का स्वाद, गंध एवं रंग बदल गया है, जिससे इसका उपयोग घरेलू कार्यों में भी सीमित हो गया है। प्रदूषित जल के सेवन से विभिन्न स्वास्थ्य समस्याएँ उत्पन्न होती हैं, जैसे त्वचा रोग, पेट संबंधी बीमारियाँ एवं जल जनित रोग। विशेष रूप से ग्रामीण क्षेत्रों में, जहाँ स्वच्छ पेयजल के विकल्प सीमित हैं, यह समस्या अधिक गंभीर हो जाती है।

सिंचाई के क्षेत्र में भी इसका प्रभाव स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। जब प्रदूषित जल का उपयोग खेतों में किया जाता है, तो मृदा में लवणता एवं विषैले तत्वों का संचय बढ़ जाता है। इससे मृदा की उर्वरता कम हो जाती है और फसलों की उत्पादकता घटती है। कई स्थानों पर फसलें पूरी तरह नष्ट हो जाती हैं या उनकी गुणवत्ता प्रभावित होती है। दीर्घकालिक रूप से यह

समस्या भूमि के क्षारीकरण एवं अनुपजाऊ बनने की ओर संकेत करती है, जिससे कृषि आधारित अर्थव्यवस्था पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। किसानों की आय में कमी आती है और उन्हें आर्थिक कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है। इस प्रकार, बाँडी नदी के जल प्रदूषण का प्रभाव केवल पर्यावरण तक सीमित नहीं है, बल्कि यह मानव जीवन, स्वास्थ्य एवं आजीविका पर भी गहरा प्रभाव डालता है, जिससे यह एक गंभीर सामाजिक–आर्थिक समस्या बन जाती है।

5. मृदा पर प्रभाव (Impact on Soil)

पाली नगर के वस्त्र उद्योगों से निकलने वाले प्रदूषित जल का सबसे स्पष्ट प्रभाव बाँडी नदी के तटीय क्षेत्रों की मृदा पर देखा जाता है। जब इस प्रदूषित जल का उपयोग सिंचाई में किया जाता है या यह जल नदी से रिसकर भूमि में प्रवेश करता है, तो मृदा की भौतिक एवं रासायनिक संरचना में महत्वपूर्ण परिवर्तन होने लगते हैं। मृदा की प्राकृतिक उर्वरता घटती है तथा उसकी जलधारण क्षमता और संरचना प्रभावित होती है।

प्रदूषित जल में उपस्थित लवण, रसायन एवं भारी धातुएँ मृदा में जमा होकर उसकी गुणवत्ता को खराब कर देते हैं। इससे मृदा में कठोरता बढ़ती है तथा उसकी वायु संचरण क्षमता कम हो जाती है, जिससे पौधों की जड़ों का विकास प्रभावित होता है। कई क्षेत्रों में मृदा की ऊपरी सतह पर सफेद परत (salt crust) का निर्माण देखा जाता है, जो लवणता की वृद्धि का संकेत है। इस प्रकार, वस्त्र उद्योग के अपशिष्ट जल ने मृदा को धीरे–धीरे अनुपजाऊ बनाने की प्रक्रिया को तेज कर दिया है, जिससे कृषि एवं पर्यावरण दोनों पर नकारात्मक प्रभाव पड़ रहा है।

5.1 मृदा में रासायनिक परिवर्तन (भारी धातुएँ, क्षारीयता) :– वस्त्र उद्योगों से निकलने वाले अपशिष्ट जल में अनेक प्रकार के रासायनिक तत्व उपस्थित होते हैं, जो मृदा की रासायनिक संरचना को प्रभावित करते हैं। इनमें प्रमुख रूप से भारी धातुएँ (Heavy Metals) जैसे क्रोमियम (Cr), सीसा (Pb), कैडमियम (Cd) एवं निकेल (Ni) शामिल हैं। जब यह प्रदूषित जल भूमि में प्रवेश करता है, तो ये धातुएँ मृदा में एकत्रित होकर विषाक्तता उत्पन्न करती हैं।

भारी धातुओं की अधिक मात्रा मृदा के सूक्ष्मजीवों (microorganisms) की गतिविधियों को प्रभावित करती है, जिससे पोषक तत्वों का चक्र (nutrient cycle) बाधित होता है। इसके परिणामस्वरूप मृदा की उर्वरता में कमी आती है और पौधों के विकास पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

इसके अतिरिक्त, अपशिष्ट जल में उपस्थित क्षारीय (alkaline) रसायनों के कारण मृदा का चभ स्तर बढ़ जाता है, जिससे मृदा क्षारीय (alkaline soil) हो जाती है। उच्च pH स्तर के कारण पौधों के लिए आवश्यक पोषक तत्व जैसे नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटाश की उपलब्धता कम हो जाती है।

लवणता (salinity) भी एक महत्वपूर्ण समस्या है, जो अपशिष्ट जल के कारण उत्पन्न होती है। मृदा में लवणों की अधिकता से जल का अवशोषण कठिन हो जाता है, जिससे पौधों को आवश्यक नमी नहीं मिल पाती। इससे पौधों की वृद्धि रुक जाती है और उत्पादन में गिरावट आती है। इस प्रकार, मृदा में रासायनिक परिवर्तन न केवल उसकी गुणवत्ता को प्रभावित करत हैं, बल्कि कृषि उत्पादन एवं पर्यावरणीय संतुलन को भी गंभीर रूप से प्रभावित करते हैं।

5.2 कृषि उत्पादकता में परिवर्तन :– पाली नगर के आसपास के क्षेत्रों में वस्त्र उद्योगों से उत्पन्न प्रदूषण का सीधा प्रभाव कृषि उत्पादकता पर देखा गया है। पहले जहाँ बाँडी नदी के जल से सिंचित खेतों में अच्छी पैदावार होती थी, वहीं अब प्रदूषित जल के उपयोग के कारण फसलों की उत्पादकता में लगातार गिरावट आई है।

प्रदूषित जल में उपस्थित रसायन एवं लवण मृदा की उर्वरता को कम कर देते हैं, जिससे पौधों की वृद्धि प्रभावित होती है। पौधों की जडों द्वारा पोषक तत्वों का अवशोषण बाधित हो जाता है, जिससे फसलें कमजोर एवं कम गुणवत्ता वाली हो जाती हैं। कई बार फसलें पूरी तरह नष्ट हो जाती हैं या उनकी उपज बहुत कम हो जाती है। इसके अतिरिक्त, भारी धातुओं की उपस्थिति फसलों में भी प्रवेश कर जाती ह, जिससे खाद्य सुरक्षा (food safety) का संकट उत्पन्न होता है। ऐसी फसलें मानव स्वास्थ्य के लिए भी हानिकारक हो सकती हैं।

किसानों को इस स्थिति के कारण आर्थिक नुकसान उठाना पड़ता है। उत्पादन में कमी के कारण उनकी आय घटती है और उन्हें वैकल्पिक आजीविका के साधन तलाशने पड़ते हैं। कुछ क्षेत्रों में किसानों ने कृषि छोड़कर अन्य कार्यों की ओर रुख किया है। इस प्रकार, मृदा प्रदूषण के कारण कृषि उत्पादकता में गिरावट न केवल आर्थिक समस्या है, बल्कि यह सामाजिक एवं पर्यावरणीय संकट का भी रूप ले चुकी है।

5.3 भूमि उपयोगध्भू–उपयोग परिवर्तन :– पाली नगर के वस्त्र उद्योगों के विस्तार के साथ भूमि उपयोग (Land Use) में भी महत्वपूर्ण परिवर्तन देखने को मिले हैं। जहाँ पहले कृषि भूमि प्रमुख थी, वहीं अब औद्योगिक इकाइयों एवं शहरी विस्तार के कारण भूमि उपयोग का स्वरूप बदल गया है। औद्योगिक इकाइयों की स्थापना के लिए कृषि भूमि का अधिग्रहण किया गया, जिससे कृषि क्षेत्र में कमी आई है। इसके अतिरिक्त, प्रदूषण के कारण कई कृषि योग्य भूमि अनुपजाऊ हो गई है, जिससे उनका उपयोग कृषि के बजाय अन्य कार्योंकृजैसे औद्योगिक या आवासोयकृके लिए किया जाने लगा है।

मृदा की गुणवत्ता में गिरावट के कारण कई क्षेत्रों में भूमि बंजर (barren) हो गई है। इससे भूमि उपयोग में परिवर्तन और अधिक स्पष्ट हो गया है। कुछ स्थानों पर यह भूमि खाली पड़ी रहती है, जबकि अन्य स्थानों पर इसे औद्योगिक गतिविधियों के लिए उपयोग में लाया जाता है। इस प्रकार, भूमि उपयोग में यह परिवर्तन पर्यावरणीय असंतुलन को बढ़ाता है और प्राकृतिक संसाधनों के सतत उपयोग में बाधा उत्पन्न करता है।

5.4 दीर्घकालीन पर्यावरणीय प्रभाव :– पाली नगर के वस्त्र उद्योगों से उत्पन्न मृदा प्रदूषण क दीर्घकालीन प्रभाव अत्यंत गंभीर एवं व्यापक हैं। यह प्रभाव केवल मृदा तक सीमित नहीं है, बल्कि संपूर्ण पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी तंत्र को प्रभावित करता है।

सबसे पहले, मृदा की उर्वरता में निरंतर गिरावट एक प्रमुख समस्या है। जब मृदा में लवणता एवं भारी धातुओं की मात्रा बढ़ जाती है, तो यह भूमि धीरे–धीरे अनुपजाऊ हो जाती है। दीर्घकाल में यह प्रक्रिया मरुस्थलीकरण (Desertification) को बढ़ावा देती है, जो राजस्थान जैसे शुष्क क्षेत्रों के लिए एक गंभीर खतरा है।

दूसरा महत्वपूर्ण प्रभाव भूजल प्रदूषण है। जब प्रदूषित जल भूमि में रिसता है, तो यह भूजल स्तर को भी प्रभावित करता है। इससे पेयजल स्रोत दूषित हो जाते हैं और जल की गुणवत्ता में गिरावट आती है।

तीसरा प्रभाव जैव विविधता पर पड़ता है। मृदा में रहने वाले सूक्ष्म जीवों, कीटों एवं अन्य जीवों की संख्या में कमी आती है, जिससे पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन बिगड़ता है। पौधों की विविधता भी प्रभावित होती है, जिससे क्षेत्र की प्राकृतिक वनस्पति में परिवर्तन आता है।

इसके अतिरिक्त, यह प्रदूषण जलवायु परिवर्तन के स्थानीय प्रभावों को भी बढ़ा सकता है, क्योंकि मृदा की गुणवत्ता में गिरावट से कार्बन अवशोषण क्षमता कम हो जाती है।

मानव स्वास्थ्य पर भी इसके दीर्घकालीन प्रभाव देखे जाते हैं। प्रदूषित मृदा में उगाई गई फसलों के माध्यम से विषैले तत्व मानव शरीर में प्रवेश कर सकते हैं, जिससे विभिन्न प्रकार की बीमारियाँ उत्पन्न हो सकती हैं।

अंततः, यह समस्या सामाजिक एवं आर्थिक असंतुलन को भी जन्म देती है। कृषि आधारित आजीविका प्रभावित होने से लोगों का जीवन स्तर गिरता है और पलायन (migration) की स्थिति उत्पन्न हो सकती है।

इस प्रकार, मृदा प्रदूषण के दीर्घकालीन प्रभाव अत्यंत व्यापक हैं, जो पर्यावरण, अर्थव्यवस्था एवं समाज तीनों को प्रभावित करते हैं। अतः इसके नियंत्रण एवं प्रबंधन के लिए तत्काल एवं प्रभावी उपायों की आवश्यकता है, ताकि भविष्य में इस समस्या को और गंभीर होने से रोका जा सके।

6. निवारण एवं सुझाव

पाली नगर के वस्त्र उद्योग से उत्पन्न जल एवं मृदा प्रदूषण की समस्या के समाधान के लिए समन्वित एवं बहुआयामी उपायों की आवश्यकता है। सबसे पहले, औद्योगिक अपशिष्ट के प्रभावी उपचार की व्यवस्था सुनिश्चित करना आवश्यक है, ताकि प्रदूषित जल को बिना शोधन के बाँडी नदी में प्रवाहित होने से रोका जा सके। इसके साथ ही जल पुनर्चक्रण (recycling) एवं पुनः उपयोग (reuse) की तकनीकों को अपनाकर जल संसाधनों पर दबाव कम किया जा सकता है।

सतत औद्योगिक विकास की दिशा में पर्यावरण–अनुकूल तकनीकों एवं स्वच्छ उत्पादन (clean production) प्रक्रियाओं को बढ़ावा देना चाहिए। उद्योगों को कम रसायनों के उपयोग, ऊर्जा दक्षता तथा अपशिष्ट न्यूनिकरण पर ध्यान देना होगा। सरकार द्वारा बनाए गए पर्यावरणीय नियमों का कठोरता से पालन सुनिश्चित करना आवश्यक है। साथ ही, स्थानीय समुदाय की भागीदारी एवं जागरूकता बढ़ाकर इस समस्या के समाधान में सहयोग प्राप्त किया जा सकता है। इस प्रकार, तकनीको, प्रशासनिक एवं सामाजिक प्रयासों के समन्वय से ही इस समस्या का प्रभावी समाधान संभव है।

6.1 प्रदूषण नियंत्रण उपाय (ETP, CETP) :– वस्त्र उद्योग से उत्पन्न प्रदूषण को नियंत्रित करने के लिए अपशिष्ट उपचार संयंत्रों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसके अंतर्गत दो प्रमुख प्रणालियाँ ETP (Effluent Treatment Plant) एवं CETP (Common Effluent Treatment Plant) विशेष रूप से उल्लेखनीय हैं।

ETP (Effluent Treatment Plant) – व्यक्तिगत औद्योगिक इकाइयों द्वारा स्थापित किए जाते हैं, जिनका उद्देश्य अपशिष्ट जल का उपचार करके उसे पर्यावरण के अनुकूल बनाना है। ETP में भौतिक, रासायनिक एवं जैविक प्रक्रियाओं के माध्यम से जल से प्रदूषकों को हटाया जाता है।

इसमें प्राथमिक उपचार (screening] sedimentation), द्वितीयक उपचार (biological treatment) तथा तृतीयक उपचार (filtration, disinfection) शामिल होते हैं।

CETP (Common Effluent Treatment Plant) सामूहिक रूप से कई उद्योगों के अपशिष्ट जल के उपचार के लिए स्थापित किए जाते हैं। यह विशेष रूप से छोटे एवं मध्यम उद्योगों के लिए उपयोगी होते हैं, जो व्यक्तिगत रूप से ETP स्थापित करने में सक्षम नहीं होते।

पाली नगर में CETP की स्थापना के बावजूद कई चुनौतियाँ बनी हुई हैं। इन संयंत्रों की क्षमता सीमित है और सभी उद्योगों को इससे जोड़ना अभी संभव नहीं हो पाया है। इसके अलावा, कई उद्योग उपचार की लागत बचाने के लिए बिना शोधन के अपशिष्ट जल को नदी में प्रवाहित कर देते हैं।

अतः आवश्यक है कि–

- ❖ सभी उद्योगों के लिए ETP या CETP से जुड़ना अनिवार्य किया जाए।
- ❖ उपचार संयंत्रों की क्षमता एवं दक्षता बढ़ाई जाए।
- ❖ नियमित निगरानी एवं निरीक्षण सुनिश्चित किया जाए।

इन उपायों से जल प्रदूषण को प्रभावी रूप से नियंत्रित किया जा सकता है।

6.2 सतत औद्योगिक विकास के उपाय :– पाली नगर के वस्त्र उद्योग को दीर्घकालीन रूप से टिकाऊ (sustainable) बनाने के लिए पर्यावरण–अनुकूल औद्योगिक विकास की रणनीतियाँ अपनाना अत्यंत आवश्यक है।

सबसे पहले, स्वच्छ उत्पादन (Clean Production) तकनीकों को अपनाना चाहिए, जिसमें कम रसायनों का उपयोग एवं अपशिष्ट का न्यूनतम उत्पादन शामिल है। पर्यावरण–अनुकूल रंगों (eco-friendly dyes) एवं जैविक रसायनों का उपयोग प्रदूषण को कम कर सकता है।

दूसरा महत्वपूर्ण उपाय जल संरक्षण एवं पुनर्चक्रण (Water Recycling) है। उद्योगों में उपयोग किए गए जल को उपचारित कर पुनः उपयोग किया जा सकता है, जिससे जल की खपत कम होगी और अपशिष्ट जल की मात्रा भी घटेगी।

Zero Liquid Discharge (ZLD) तकनीक को अपनाकर यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि कोई भी अपशिष्ट जल बाहर न निकले और पूरा जल पुनः उपयोग में लाया जाए।

इसके अलावा, ऊर्जा दक्षता (Energy Efficiency) एवं नवीकरणोय ऊर्जा (Renewable Energy) के उपयोग को बढ़ावा देना चाहिए, जिससे पर्यावरण पर कुल प्रभाव कम हो सके। औद्योगिक इकाइयों को पर्यावरणीय प्रबंधन प्रणाली (EMS) अपनानी चाहिए, जिससे प्रदूषण नियंत्रण एवं संसाधनों के कुशल उपयोग को सुनिश्चित किया जा सके। इस प्रकार, सतत औद्योगिक विकास के उपाय न केवल पर्यावरण संरक्षण में सहायक होंगे, बल्कि उद्योगों की दीर्घकालीन आर्थिक स्थिरता को भी सुनिश्चित करेंगे।

6.3 सरकारी नीतियाँ एवं नियम :– पाली नगर के वस्त्र उद्योग से उत्पन्न प्रदूषण को नियंत्रित करने में सरकारी नीतियाँ एवं नियम महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। भारत सरकार एवं राज्य सरकार द्वारा विभिन्न पर्यावरणीय कानून बनाए गए हैं, जैसे जल (प्रदूषण निवारण एवं नियंत्रण) अधिनियम, 1974 तथा पर्यावरण संरक्षण अधिनियम, 1986।

इन कानूनों के अंतर्गत उद्योगों के लिए यह अनिवार्य किया गया है कि वे अपने अपशिष्ट जल का उचित उपचार करें और निर्धारित मानकों के अनुसार ही उसे पर्यावरण में छोड़ें। राजस्थान प्रदूषण नियंत्रण मंडल (RPCB) द्वारा उद्योगों की नियमित निगरानी की जाती है और नियमों का उल्लंघन करने पर दंडात्मक कार्रवाई भी की जाती है।

इसके अतिरिक्त, सरकार द्वारा CETP की स्थापना, वित्तीय सहायता एवं तकनीकी सहयोग प्रदान किया जाता है, ताकि उद्योग प्रदूषण नियंत्रण उपायों को अपनाने के लिए प्रेरित हों। हालांकि, इन नीतियों के प्रभावी क्रियान्वयन में कई चुनौतियाँ हैं, जैसेकृनियमों का पालन न करना, निगरानी की कमी एवं भ्रष्टाचार।

अतः आवश्यक है कि–

- ❖ नियमों का सख्ती से पालन सुनिश्चित किया जाए।
- ❖ निगरानी तंत्र को मजबूत किया जाए।
- ❖ उद्योगों को प्रोत्साहन एवं दंड दोनों के माध्यम से नियंत्रित किया जाए।

इस प्रकार, प्रभावी नीतियाँ एवं उनका सही क्रियान्वयन प्रदूषण नियंत्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं।

6.4 स्थानीय समुदाय की भूमिका एवं जागरूकता :– पाली नगर में जल एवं मृदा प्रदूषण की समस्या के समाधान में स्थानीय समुदाय की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। केवल सरकारी प्रयासों एवं औद्योगिक उपायों से इस समस्या का पूर्ण समाधान संभव नहीं है, जब तक कि स्थानीय लोग इसमें सक्रिय रूप से भाग न लें।

❖ लोगों में पर्यावरण के प्रति जागरूकता बढ़ाना आवश्यक है। उन्हें यह समझाना होगा कि प्रदूषित जल एवं मृदा का उनके स्वास्थ्य, कृषि एवं जीवन पर क्या प्रभाव पड़ता है। इसके लिए जागरूकता अभियान, कार्यशालाएँ एवं शिक्षा कार्यक्रम आयोजित किए जा सकते हैं।

❖ किसानों को प्रदूषित जल के उपयोग के दुष्प्रभावों के बारे में जानकारी दी जानी चाहिए और उन्हें वैकल्पिक सिंचाई स्रोतों के उपयोग के लिए प्रेरित किया जाना चाहिए।

❖ स्थानीय समुदाय स्वयं भी निगरानी (monitoring) की भूमिका निभा सकता है। यदि कहीं उद्योग बिना उपचार के अपशिष्ट जल छोड़ते हैं, तो इसकी सूचना संबंधित अधिकारियों को दी जा सकती है।

❖ गैर–सरकारी संगठन (NGOs) भी इस दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं, जो जागरूकता फैलाने एवं सामुदायिक भागीदारी को बढ़ावा देने में सहायक होते हैं।

❖ इसके अतिरिक्त, सामूहिक प्रयासों जैसे नदी सफाई अभियान, वृक्षारोपण एवं जल संरक्षण कार्यक्रम के माध्यम से पर्यावरण संरक्षण को बढ़ावा दिया जा सकता है।

इस प्रकार, स्थानीय समुदाय की सक्रिय भागीदारी एवं जागरूकता इस समस्या के स्थायी समाधान के लिए अत्यंत आवश्यक है, जो सतत विकास की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध हो सकता है।

निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि पाली नगर का वस्त्र उद्योग आर्थिक विकास, रोजगार सृजन एवं क्षेत्रीय प्रगति में महत्वपूर्ण योगदान देता है, किंतु इसके अनियंत्रित विस्तार एवं अपर्याप्त अपशिष्ट प्रबंधन के कारण बाँडी नदी के जल एवं तटीय क्षेत्रों की मृदा पर गंभीर नकारात्मक प्रभाव पड़े हैं। वस्त्र उद्योगों से निकलने वाले रासायनिक युक्त अपशिष्ट जल ने नदी के जल की

भौतिक एवं रासायनिक गुणवत्ता को अत्यधिक प्रभावित किया है, जिससे pH, BOD, COD एवं TDS जैसे मानकों में असंतुलन उत्पन्न हुआ है। परिणामस्वरूप, जल की उपयोगिता पेयजल एवं सिंचाई दोनों के लिए घट गई है।

मृदा पर भी इसका प्रतिकूल प्रभाव स्पष्ट रूप से देखा गया है। प्रदूषित जल के कारण मृदा में लवणता, क्षारीयता एवं भारी धातुओं की मात्रा में वृद्धि हुई है, जिससे मृदा की उर्वरता में कमी आई है और कृषि उत्पादकता प्रभावित हुई है। भूमि उपयोग में परिवर्तन, बंजर भूमि का विस्तार तथा दीर्घकालीन पर्यावरणीय समस्याएँ जैसे मरुस्थलीकरण एवं जैव विविधता में कमीकृइस समस्या की गंभीरता को और बढ़ाती हैं। इस अध्ययन से यह भी स्पष्ट होता है कि समस्या का समाधान केवल तकनीकी उपायों से संभव नहीं है, बल्कि इसक लिए समन्वित प्रयासों की आवश्यकता है। ETP एवं CETP जैसे प्रदूषण नियंत्रण उपायों को प्रभावी ढंग से लागू करना, सतत औद्योगिक विकास की रणनीतियाँ अपनाना तथा सरकारी नीतियों एवं नियमों का कठोरता से पालन सुनिश्चित करना आवश्यक है। साथ ही, स्थानीय समुदाय की जागरूकता एवं सहभागिता इस दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि पाली नगर में औद्योगिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करना अत्यंत आवश्यक है। यदि समय रहते प्रभावी कदम नहीं उठाए गए, तो यह समस्या भविष्य में और अधिक गंभीर रूप धारण कर सकती है। अतः सतत विकास के सिद्धांतों को अपनाते हुए, पर्यावरणीय प्रबंधन को प्राथमिकता देना ही इस क्षेत्र के दीर्घकालीन विकास एवं संरक्षण का एकमात्र समाधान है।

संदर्भ ग्रंथसूची :–

1. साविंद्र सिंह (2010) – पर्यावरण भूगोल, प्रकाशक – प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद।
2. साविंद्र सिंह (2012) – भौतिक भूगोल, प्रकाशक – प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद।
3. आर. के. शर्मा (2012) – पर्यावरण प्रदूषण एवं नियंत्रण, प्रकाशक – रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ।
4. वी. के. ओझा (2015) – जल प्रदूषण एवं प्रबंधन, प्रकाशक – राजस्थान हिंदी ग्रंथ अकादमी, जयपुर।
5. एम. पी. अग्रवाल (2014) – पर्यावरण प्रबंधन, प्रकाशक – हिंदी माध्यम कार्यान्वयन निदेशालय, दिल्ली।
6. एस. पी. मिश्रा (2016) – जल संसाधन एवं पर्यावरण, प्रकाशक – न्यू एकेडमिक पब्लिशिंग, नई दिल्ली।
7. बी. एल. शर्मा (2013) – मृदा भूगोल, प्रकाशक – राजस्थान हिंदी ग्रंथ अकादमी, जयपुर।
8. डी. आर. खुल्लर (2018) – भारत का भूगोल, प्रकाशक – केल्याणी पब्लिशर्स, नई दिल्ली।
9. माजिद हुसैन (2017) – पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी, प्रकाशक – मैकग्रा हिल एजुकेशन, भारत।
10. पी. डी. शर्मा (2019) – पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी, प्रकाशक – रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ।
11. के. सिद्धार्थ (2016) – पर्यावरण अध्ययन, प्रकाशक – केल्याणी पब्लिशर्स।
12. एस. के. जैन (2015) – जल संसाधन प्रबंधन, प्रकाशक – एपीएच पब्लिशिंग कॉर्पोरेशन, नई दिल्ली।
13. आर. एन. दुबे (2011) – मृदा एवं जल संरक्षण, प्रकाशक – मध्यप्रदेश हिंदी ग्रंथ अकादमी।
14. जी. सी. लीलाधर (2014) – औद्योगिक भूगोल, प्रकाशक – विश्वविद्यालय प्रकाशन, वाराणसी।
15. एस. डी. मौर्य (2018) – पर्यावरण अध्ययन एवं प्रबंधन, प्रकाशक – शारदा पुस्तक भवन, इलाहाबाद।