9788193126644

भूगोलशास्त्रातील संख्यात्मक तंत्रे

(Quantitative Techniques in Geography)

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण 2020 नुसार (NEP 2.0)
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूरच्या
बी. ए. II (सेमिस्टर IV) च्या अभ्यासक्रमावर आधारित

प्रात्यक्षिक भूगोल

(Practical Geography)

प्रा. धनश्री कारळे
प्रा. मनिषा शेवाळे
प्रो. डॉ. विनोद वीर
डॉ. विनोद पवार

UNICORN

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण 2020 नुसार (NEP 2.0)
शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूरच्या
बी. ए. II (सेमिस्टर IV) च्या अभ्यासक्रमावर आधारित
व सर्व स्पर्धा परीक्षांसाठी उपयुक्त

DSC: Major-VI

भूगोलशास्त्रातील संख्यात्मक तंत्रे
Quantitative Techniques in Geography (Practical)

लेखक

प्रा. धनश्री कारळे

सहाय्यक प्राध्यापिका, किसन वीर महाविद्यालय, वाई

प्रा. मनिषा शेवाळे

सहाय्यक प्राध्यापिका, किसन वीर महाविद्यालय, वाई

प्रो. डॉ. विनोद वीर

प्रोफेसर आणि भूगोल विभाग प्रमुख, किसन वीर महाविद्यालय, वाई

डॉ. विनोद पवार

सहयोगी प्राध्यापक, आमदार शशिकांत शिंदे महाविद्यालय, मेढा

प्रकाशक

UNICORN

युनिकॉर्न पब्लिकेशन प्रा. लि. पुणे

Published by:
UNICORN PUBLICATION
At- Pandavnagar, Undri,
Pune- 412028, Maharashtra, India
Mob: 9604042525
Email: vndpawar29@gmail.com.
Web: www.unipubs.com

भूगोलशास्त्रातील संख्यात्मक तंत्रे
Quantitative Techniques in Geography (Practical)

©Editor
First Edition 2026
ISBN- 978-81-931266-4-4
110/-

All rights reserved n part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

This book has been published in good faith that the material provided by author is original. Every effort is made to ensure accuracy of material but the publisher and printer will not be held responsible for any inadvertent errors.

PRINTED IN INDIA
Printed by Unicorn Publication, Pune- 412028.

प्रमाणपत्र

प्रमाणित करण्यात येते की, ____

रोल. न. _____________, परीक्षा क्र.___________________ हा /ही आमच्या ____________________

____ महाविद्यालयचा विद्यार्थी/विद्यार्थीनी

असून, त्याने/तिने बी.ए. भाग- २ च्या भूगोल विषयातील DSC-**Major-VI: Quantitative Techniques in Geography (Practical)** या विषयाचे प्रात्यक्षिक कार्य समाधानकारकरित्या पूर्ण केले आहे. शिवाजी विद्यापीठ, कोल्हापूर यांनी ठरवून दिलेल्या अभ्यासक्रमानुसार त्याने/तिने सदर कार्य शैक्षणिक वर्ष ____________ मध्ये नियमित व प्रामाणिकपणे पूर्ण केले आहे.

दिनांक: / /20

ठिकाण:

विषय शिक्षक

भूगोल विभाग प्रमुख

परीक्षक

अनुक्रमणिका

प्रकरण क्र.	प्रकरणाचे नाव	पृष्ट क्रमांक	शिक्षकांची सही
१	लोकसंख्या गतिशीलता		
	1.1 लोकसंख्या गतिशीलता: लोकसंख्येचे पैलू व त्यांचे प्रादेशिक विकासातील महत्त्व	1-4	
	प्रात्यक्षिक		
	a) लिंग गुणोत्तराचे मापन	4-10	
	b) साक्षरता दराचे मापन	11-16	
	c) लोकसंख्या वृद्धीचे मापन – गिब्ब्जची पद्धत	16-17	
	d) लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर	17-19	
२	वाहतूक जाळ्याचे विश्लेषण		
	2.1 वाहतूक जाळ्याची संकल्पना 2.2 वाहतूक जाळ्याचे महत्त्व	20-21	
	प्रात्यक्षिक	21-25	
	a) प्रीहर यांची संलग्नता / जोडणी प्रमाण पद्धती	26-33	
	b) रस्ते सुलभतेचे मापन (डी- मॅट्रिक्स)	34-38	
	c) मार्ग विश्लेषण	39-46	
	d) वाहतूक प्रवाह विश्लेषण		
३	कृषी प्रादेशिकीकरण		
	३.१ कृषी प्रादेशिकीकरणाच्या पद्धती ३.२ कृषी प्रादेशिकीकरणाचे महत्त्व	47-48	
	प्रात्यक्षिक		
	a) केंडॉल यांची कृषी उत्पादकता मापन पद्धत	49-51	
	b) व्हिवर पीक संगती / संयोग पद्धत	52-56	
	c) भाटिया पीक केंद्रीकरण पद्धत	57-60	
	d) गिब्स आणि मार्टिन यांची पीक विविधीकरण/विकेंद्रीकरण पद्धत	61-63	
४	वसाहतींची वैशिष्ट्ये		
	4.1 वसाहतीची संकल्पना 4.2 वसाहतींचे प्रकार आणि वैशिष्ट्ये	64-67	
	प्रात्यक्षिक		
	a) एच. जे. नेल्सन यांची शहर वर्गीकरण पद्धत	67-76	
	b) निकटतम शेजारी विश्लेषण	77-83	
	c) डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक	84-86	
	d) व्यस्तांक /परस्पर पद्धत	87-92	

प्रकरण I
लोकसंख्या गतिशीलता

1.1 **लोकसंख्या गतिशीलता: लोकसंख्येचे पैलू व त्यांचे प्रादेशिक विकासातील महत्त्व**

लोकसंख्या गतिशीलता

लोकसंख्या गतिशीलता म्हणजे स्थल-काळानुसार लोकसंख्येच्या आकारात, रचनेत (वय व लिंग रचना), आणि भौगोलिक वितरणात होणाऱ्या बदलांचा अभ्यास होय. या अभ्यासात लोकसंख्येचा आकार आणि रचना वाढण्यास, घटण्यास किंवा पुन्हा वितरित होण्यास कारणीभूत असलेल्या प्रक्रियांचा शोध घेतला जातो, तसेच या बदलांचा जैविक, सामाजिक, आर्थिक आणि पर्यावरणीय घटकांशी असलेला संबंध समजावून सांगितला जातो.

लोकसंख्येचे पैलू (Aspects of Population)

लोकसंख्येचे पैलू म्हणजे लोकसंख्येची विविध अंगे किंवा वैशिष्ट्ये होय. हे पैलू लोकसंख्येच्या रचनेवर, वितरणावर, वाढीच्या दरावर आणि संख्यात्मक व गुणात्मक वैशिष्ट्यांवर आधारित असतात. यामुळे एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्येचे वितरण, रचना, वाढ आणि समाजिक-आर्थिक परिणाम समजून घेता येतात.

1. संख्यात्मक पैलू (Quantitative Aspects)

संख्यात्मक पैलू हे लोकसंख्येची संख्यात्मक वैशिष्ट्ये दर्शवतात:

i. **लोकसंख्या आकार:** एखाद्या देशातील किंवा प्रदेशातील एकूण लोकसंख्या हा सर्वात मूलभूत पैलू आहे. या प्रमाणावरच अनेक सामाजिक, आर्थिक, शैक्षणिक व आरोग्य संबंधी धोरणे आखली जातात.

ii. **लोकसंख्या घनता:** एखाद्या प्रदेशात दर चौरस किलोमीटर क्षेत्रात किती लोक राहतात, याचे प्रमाण म्हणजे लोकसंख्येची घनता होय. लोकसंख्येची घनता प्रति चौ.कि.मी. मध्ये मोजली जाते. लोकसंख्या घनतेनुसार प्रदेश शहरी किंवा ग्रामीण क्षेत्रांमध्ये वर्गीकृत केला जातो.

iii. **लोकसंख्या वाढ:** लोकसंख्या वाढ म्हणजे काळानुसार लोकसंख्येत झालेला बदल होय. प्रदेशात निश्चित कालावधीत जन्म व मृत्यूच्या प्रमाणावरून लोकसंख्येच्या वाढीचा अंदाज घेता येतो. जन्मदर वाढल्यास लोकसंख्या वाढते, तर मृत्युदर वाढल्यास लोकसंख्या घटते.

iv. **जन्मदर आणि मृत्युदर:** हे नैसर्गिक वाढीचे निर्देशक आहेत.

v. **स्थलांतर दर:** यामध्ये एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी होणाऱ्या लोकांच्या स्थलांतराचे प्रमाण विचारात घेतले जाते.

vi. **वय संरचना (Age Structure):** लोकसंख्येतील लोकांच्या वयाचा विचार करून त्यांचे विविध वयोगटात विभाजन केले जाते. कार्यक्षम वयाच्या (१५ ते ५९ वर्षे) लोकसंख्येचे प्रमाण आर्थिक विकासासाठी महत्त्वाचे असते.

vii. **लिंग गुणोत्तर (Sex Ratio):** यामध्ये एक हजार पुरुषांमागे असणाऱ्या स्त्रियांचे प्रमाण दर्शविले जाते. संतुलित लिंग गुणोत्तर सामाजिक स्थैर्यासाठी आवश्यक असते.

viii. **साक्षरता दर (Literacy Rate):** साक्षरता दर म्हणजे लोकसंख्येमध्ये किती टक्के लोक साक्षर आहेत.

संख्यात्मक पैलूचे प्रादेशिक विकासातील महत्त्व

लोकसंख्येचे संख्यात्मक पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचे असतात. लोकसंख्या जास्त असल्यास कामगार शक्ती वाढते आणि आर्थिक क्रियाशीलता वाढते. लोकसंख्या कमी असल्यास संसाधनांचा

पुरेपूर वापर होत नाही. त्यामुळे लोकसंख्येच्या प्रमाणानुसार विकासाचे नियोजन आवश्यक असते. संख्यात्मक माहितीमुळे शिक्षण, आरोग्य, वाहतूक, पाणी, वीज यांसारख्या पायाभूत सुविधांचे नियोजन करता येते. उद्योग, व्यापार आणि सेवा क्षेत्राचा विकास लोकसंख्येवर अवलंबून असतो. लोकसंख्या वाढ आणि रोजगार यामध्ये संतुलन राखणे आर्थिक विकासासाठी आवश्यक असते. तसेच या माहितीवरून सामाजिक धोरणे तयार होतात. त्यामुळे लोकसंख्येचे संख्यात्मक पैलू प्रादेशिक विकासाचे दिशा-निर्देशन करणारे प्रमुख घटक आहेत.

2. गुणात्मक पैलू (Qualitative Aspects)

हे लोकसंख्येचे **गुणात्मक किंवा सामाजिक वैशिष्ट्ये** दर्शवतात.

i. **लोकसंख्येचा आकार**
ii. **लोकसंख्येचे वितरण**
iii. **आरोग्य आणि पोषण स्थिती**
iv. **शिक्षण आणि साक्षरता स्तर**
v. **व्यवसाय आणि कौशल्ये**

लोकसंख्येचे गुणात्मक पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचे असतात, कारण ते मानव संसाधनांच्या गुणवत्तेचे निर्देशन करतात. हे पैलू प्रदेशाच्या आर्थिक प्रगतीला गती देतात. निरोगी आणि सक्षम लोकसंख्या उत्पादकतेत वाढ घडवते. गुणात्मक दृष्ट्या विकसित लोकसंख्या नवोन्मेष, तंत्रज्ञान आणि सामाजिक बदल घडविण्यात मदत करते. अशा लोकसंख्येमुळे उद्योग, सेवा आणि संशोधन क्षेत्राचा विकास शक्य होतो. शिक्षण आणि आरोग्य सुविधा उत्तम असतील तर प्रदेशाचा सामाजिक विकासही जलद होतो. उच्च जीवनमान असलेली लोकसंख्या स्थिर आणि सुसंस्कृत समाज निर्माण करते. त्यामुळे प्रादेशिक विकासाची गुणवत्ता थेट लोकसंख्येच्या गुणवत्तेवर अवलंबून असते. म्हणूनच लोकसंख्येचे गुणात्मक पैलू हा शाश्वत आणि संतुलित प्रादेशिक विकासाचे मूलभूत घटक मानले जातात.

3. स्थानिक पैलू (Spatial Aspects)

स्थानिक पैलू लोकसंख्या भौगोलिक दृष्ट्या कशी वितरित आहे हे दर्शवतात:

i. **लोकसंख्या वितरण:** लोकसंख्येचे वितरण असमान आढळते. काही प्रदेशात लोकसंख्या जास्त आहे, तर काही प्रदेशात खूप कमी आहे. या लोकसंख्या वितरणावर हवामान, मातीची सुपीकता, पाण्याची उपलब्धता, उद्योग, शहरीकरण असे विविध भौगोलिक व सामाजिक घटक परिणाम करतात.
ii. **ग्रामीण व शहरी लोकसंख्या**: लोकसंख्या ग्रामीण आणि शहरी अशा दोन भागात विभागली जाते.
iii. **शहरीकरण:** शहरीकरण म्हणजे ग्रामीण भागातून शहरी भागात होणाऱ्या स्थलांतरामुळे होणारी लोकसंख्या व शहरी क्षेत्राची वाढ होय.
iv. **प्रादेशिक फरक:** प्रादेशिक फरक म्हणजे विविध प्रदेशानुसार लोकसंख्येतील तफावत होय.

लोकसंख्येचे स्थानिक पैलू म्हणजे लोकसंख्या भौगोलिक दृष्ट्या कशी आणि कुठे वितरित झाली आहे, याचा अभ्यास होय. काही भागांत लोकसंख्या घनता जास्त असते, तर काही ठिकाणी विरळ असते. हा पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे. लोकसंख्येचे वितरण नैसर्गिक साधनसंपत्ती, हवामान, जमिनीची सुपीकता, पाणीपुरवठा, उद्योगधंद्यांची उपलब्धता या सारख्या विविध घटकांवर अवलंबून असते. जास्त लोकसंख्या घनता असलेल्या भागांत पायाभूत सुविधा, वाहतूक, निवास व रोजगाराचे नियोजन आवश्यक असते. विरळ लोकसंख्या असलेल्या भागांत संसाधनांचा योग्य वापर आणि गुंतवणूक गरजेची असते. स्थानिक

वितरणामुळे शहरी आणि ग्रामीण क्षेत्रांतील असमानता दिसून येते. या असमानतेवर आधारित विकास धोरणे आखल्यास संतुलित प्रादेशिक विकास साधता येतो. म्हणूनच लोकसंख्येचा स्थानिक पैलू हा आर्थिक, सामाजिक व भौगोलिक नियोजनाचा आधारभूत घटक आहे.

4. गतीशील पैलू (Dynamic Aspects)

यामध्ये लोकसंख्येतील बदल व गतिशीलता यांचा अभ्यास करतात:

i. **जन्मदर**
ii. **मृत्युदर**
iii. **स्थलांतर**
iv. **लोकसंख्या संक्रमण**

लोकसंख्येच्या गतीशील पैलू मध्ये लोकसंख्येतील बदलांची गती व स्वरूप यांचा अभ्यास होतो. हा पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे. लोकसंख्या वाढ, स्थलांतराचे प्रमाण हे प्रदेशातील कामगार उपलब्धता, रोजगार संधी आणि आर्थिक उत्पादनावर परिणाम करतात. ज्या प्रदेशात लोकसंख्या जलद वाढते, तिथे शिक्षण, आरोग्य आणि निवासाच्या समस्या निर्माण होतात. तर कमी वाढ असलेल्या भागांत कामगारांची टंचाई जाणवते. स्थलांतरामुळे शहरी भागात लोकसंख्येचा ताण वाढतो, परंतु त्याच वेळी ग्रामीण भागातील लोकसंख्या कमी होते. या बदलांचा विचार करून विकासाचे नियोजन केल्यास संसाधनांचे संतुलित वाटप करता येते. त्यामुळे लोकसंख्येचा गतीशील पैलू प्रादेशिक विकासाचे भविष्य आणि दिशा ठरविणारा प्रमुख घटक मानला जातो.

5. सामाजिक-आर्थिक पैलू (Socio-Economic Aspects)

हे पैलू लोकसंख्या आणि अर्थव्यवस्था यातील संबंध दर्शवतात.

i. **रोजगार व व्यवसाय रचना**
ii. **उत्पन्न पातळी व जीवनमान**
iii. **अवलंबित लोकसंख्या**
iv. **सामाजिक रचना, कुटुंब पद्धती इ.**

लोकसंख्येच्या सामाजिक-आर्थिक पैलूमध्ये समाजातील लोकांचे सामाजिक स्थान, उत्पन्न, व्यवसाय, शिक्षण, आरोग्य, जीवनमान आणि आर्थिक क्रियाशीलता यांचा समावेश होतो. हा पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे. समाजातील शिक्षणाची पातळी आणि कौशल्य यावर रोजगाराच्या संधी आणि उत्पादनक्षमता अवलंबून असते. उच्च उत्पन्न आणि चांगल्या जीवनमानामुळे उपभोग आणि बाजारपेठेचा विकास होतो. आरोग्यदायी व सुशिक्षित लोकसंख्या प्रादेशिक अर्थव्यवस्थेला बळकटी देते. सामाजिक समता आणि आर्थिक संधींचे संतुलन राखल्यास शाश्वत विकास साधता येतो. सामाजिक-आर्थिक स्थितीनुसार पायाभूत सुविधा, उद्योगधंदे आणि सेवा क्षेत्र विकसित केले जाऊ शकतात. गरीब आणि श्रीमंत भागांतील असमानता कमी करण्यासाठी हा पैलू मार्गदर्शक ठरतो. म्हणून लोकसंख्येचा सामाजिक-आर्थिक पैलू हा प्रादेशिक विकासाचे नियोजन, संतुलन आणि प्रगती यांचा पाया आहे.

6. पर्यावरणीय पैलू (Environmental Aspects)

i. **लोकसंख्या व पर्यावरणातील परस्परसंबंध**
ii. **संसाधनांवरील ताण व वहनक्षमता**

iii. प्रदूषण व शहरी ताण

लोकसंख्येचा पर्यावरणीय पैलू मध्ये लोकसंख्या आणि नैसर्गिक पर्यावरण यांच्यातील परस्परसंबंधांचा अभ्यास समाविष्ट होतो. हा पैलू प्रादेशिक विकासासाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे. वाढती लोकसंख्या नैसर्गिक संसाधनांवर ताण आणते, ज्यामुळे जमीन, पाणी, वनसंपदा आणि हवामानावर विपरीत परिणाम होतो. अनियंत्रित शहरीकरण, औद्योगिकीकरण आणि वाहतुकीमुळे प्रदूषण वाढते. पर्यावरणीय संतुलन बिघडल्यास प्रदेशातील जीवनमान आणि उत्पादनक्षमता दोन्ही घटतात. लोकसंख्या आणि पर्यावरण यांच्यात संतुलन राखल्यास शाश्वत विकास साधता येतो. स्वच्छ उर्जा, जलसंधारण, वृक्षलागवड आणि कचरा व्यवस्थापन यांसारख्या उपक्रमांमुळे पर्यावरणीय गुणवत्ता सुधारते. लोकसंख्येच्या पर्यावरणीय जाणीवा वाढल्यास नैसर्गिक संसाधनांचे संवर्धन सुलभ होते. त्यामुळे लोकसंख्येचा पर्यावरणीय पैलू हा शाश्वत आणि संतुलित प्रादेशिक विकासाचा प्रमुख घटक मानला जातो.

लोकसंख्या गतिशीलतेचे महत्त्व

लोकसंख्या गतिशीलतेचा अभ्यास केल्यामुळे सामाजिक, आर्थिक, राजकीय योजना आखण्यासाठी मदत होते आणि प्रदेशाचा शाश्वत विकास साधता येतो.

प्रात्यक्षिक (Practical Exercise)

a) लिंग गुणोत्तराचे मापन (Measurement of Sex Ratio)

लिंग गुणोत्तर म्हणजे 1000 पुरुषांमागे किती स्त्रिया आहेत हे दर्शविणारा सांख्यिक निर्देशांक आहे.

सूत्र

$$\text{लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

1) सर्वसाधारण लिंग गुणोत्तर (General Sex Ratio): सर्वसाधारण लिंग गुणोत्तर एकूण लोकसंख्येत 1000 पुरुषांमागे किती स्त्रिया आहेत हे दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{सर्वसाधारण लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

2) जन्मावेळीचे लिंग गुणोत्तर (Sex Ratio at Birth): जन्मावेळीचे लिंग गुणोत्तर 1000 नवजात मुलांमागे किती मुली जन्मतात हे दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{जन्मावेळीचे लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{जन्मलेल्या मुली}}{\text{जन्मलेले मुलगे}} \times 1000$$

3) बाल लिंग गुणोत्तर (Child Sex Ratio: 0–6 वर्षे): बाल लिंग गुणोत्तर 0 ते 6 वयोगटातील मुलांमागे किती मुली आहेत हे दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{बाल लिंग गुणोत्तर} = \frac{0-6 \text{ वयोगटातील मुली}}{0-6 \text{ वयोगटातील मुलगे}} \times 1000$$

4) ग्रामीण व शहरी लिंग गुणोत्तर: ग्रामीण व शहरी लिंग गुणोत्तर ग्रामीण व शहरी भागात 1000 पुरुषांमागे किती स्त्रिया आहेत हे दर्शविते.

$$\text{ग्रामीण लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{ग्रामीण स्त्रियांची संख्या}}{\text{ग्रामीण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

$$\text{शहरी लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{शहरी स्त्रियांची संख्या}}{\text{शहरी पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

5) सामाजिक गटानुसार लिंग गुणोत्तर: सामाजिक गटानुसार लिंग गुणोत्तर हे विशिष्ठ सामाजिक गटानुसार (SC, ST, NT, OBC इत्यादी) 1000 पुरुषांमागे किती स्त्रिया आहेत हे दर्शविते.

$$\text{SC गटातील लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{SC गटातील स्त्रियांची संख्या}}{\text{SC गटातील पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

6) प्राथमिक लिंग गुणोत्तर: प्राथमिक लिंग गुणोत्तर हे गर्भधारणेच्या प्रारंभिक अवस्थेत फलित अंड्यांमध्ये स्त्री आणि पुरुष भ्रूणांचे प्रमाण दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{प्राथमिक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{स्त्री भ्रूणे}}{\text{पुरुष भ्रूणे}} \times 100$$

7) द्वितीयक लिंग गुणोत्तर: द्वितीयक लिंग गुणोत्तर जन्मावेळी 1000 नवजात मुलांमागे किती नवजात मुली जन्मतात हे दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{द्वितीयक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{नवजात मुली}}{\text{नवजात मुलगे}} \times 1000$$

8) तृतीयक लिंग गुणोत्तर: तृतीयक लिंग गुणोत्तर जीवित असलेल्या एकूण लोकसंख्येत 1000 पुरुषांमागे किती स्त्रिया आहेत हे दर्शविते.

सूत्र:

$$\text{तृतीयक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 1

एका गावात 950 स्त्रिया व 1000 पुरुषांची लोकसंख्या आहे तर त्या गावातील लिंग गुणोत्तर काढा.

एकूण स्त्रियांची संख्या = 950

एकूण पुरुषांची संख्या = 1000

सूत्र:

$$\textbf{लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times \mathbf{1000}$$

$$\therefore \text{ लिंग गुणोत्तर} = \frac{950}{1000} \times 1000$$

$\therefore$ लिंग गुणोत्तर = 950

लिंग गुणोत्तर = 950

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 2

2011 च्या जनगणने प्रमाणे सातारा जिल्ह्याची पुरुषांची लोकसंख्या 1,510,842 व स्त्रियांची लोकसंख्या 1,492,899 आहे तर सातारा जिल्ह्याचे लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\textbf{लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times \mathbf{1000}$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 3

एका गावात 1100 मुलांमागे 900 मुली जन्मल्या तर त्या गावातील जन्मावेळीचे लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\text{जन्मावेळीचे लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{जन्मलेल्या मुली}}{\text{जन्मलेले मुलगे}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 4

2011 च्या जनगणने प्रमाणे सातारा जिल्ह्यात 0 ते 6 वयोगटातील 18,465 मुले व 17,454 मुली आहेत तर त्या सातारा जिल्ह्याचे बाल लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\text{बाल लिंग गुणोत्तर} = \frac{0-6 \text{ वयोगटातील मुली}}{0-6 \text{ वयोगटातील मुलगे}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 5

2011 च्या जनगणने प्रमाणे महाराष्ट्र राज्याच्या ग्रामीण लोकसंख्येत 31,539,034 पुरुष व 31,539,034 स्त्रिया आहेत तर महाराष्ट्र राज्याचे ग्रामीण लिंग गुणोत्तर काढा.

$$\text{ग्रामीण लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{ग्रामीण स्त्रियांची संख्या}}{\text{ग्रामीण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 6

2011 च्या जनगणने प्रमाणे महाराष्ट्र राज्याच्या शहरी लोकसंख्येत 26,704,022 पुरुष व 24,114,237 स्त्रिया आहेत तर महाराष्ट्र राज्याचे शहरी लिंग गुणोत्तर काढा.

$$\text{शहरी लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{शहरी स्त्रियांची संख्या}}{\text{शहरी पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 7

2011 च्या जनगणने प्रमाणे महाराष्ट्र राज्यात अनुसूचित जमातींच्या (ST) लोकसंख्येत 5,315,025 पुरुष व 5,195,188 स्त्रिया आहेत तर महाराष्ट्र राज्यातील अनुसूचित जमाती गटातील लिंग गुणोत्तर काढा.

$$\text{अनुसूचित जमाती गटातील लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{ST गटातील स्त्रियांची संख्या}}{\text{ST गटातील पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 8

एका गावातील लोकसंख्येमधील गर्भधारणेच्या प्रारंभिक अवस्थेत फलित अंड्यांमध्ये 1200 स्त्रि व 1100 पुरुष भ्रूण आहेत तर त्या गावातील प्राथमिक लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\text{प्राथमिक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{स्त्री भ्रूणे}}{\text{पुरुष भ्रूणे}} \times 100$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 9

एका गावामध्ये 1500 स्त्रि व 1100 पुरुष नवजात बालके आहेत तर त्या गावातील द्वितीयक लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\text{द्वितीयक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{जन्मलेल्या मुली}}{\text{जन्मलेले मुलगे}} \times 1000$$

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 10

एका गावामध्ये जीवित असलेल्या एकूण लोकसंख्येत 23000 स्त्रि व 25000 पुरुष आहेत तर त्या गावातील तृतीयक लिंग गुणोत्तर काढा.

सूत्र:

$$\text{तृतीयक लिंग गुणोत्तर} = \frac{\text{एकूण स्त्रियांची संख्या}}{\text{एकूण पुरुषांची संख्या}} \times 1000$$

b) साक्षरता दराचे मापन (Measurement of Literacy Rate)

साक्षरता दर म्हणजे एखाद्या देशातील, राज्यातील किंवा प्रदेशातील ७ वर्षे व त्यावरील वयोगटातील लोकांपैकी वाचू-लिहू शकणाऱ्या व्यक्तींच्या प्रमाणाचे मापन होय.

हे एखाद्या समाजाचा शैक्षणिक विकासाचे स्तर, सामाजिक प्रगती, साक्षरतेतील विषमता आणि आर्थिक स्थिती दर्शवणारे एक महत्त्वपूर्ण लोकसंख्याशास्त्रीय निर्देशक आहे. तसेच सरकारी योजना, बजेट आणि शैक्षणिक धोरणे ठरवणे, आर्थिक वाढ, रोजगार योग्यता आणि सामाजिक प्रगतीचा अंदाज लावण्यासाठी साक्षरता दराचे मापन उपयुक्त ठरते.

> ***Census of India*** *नुसार ६ वर्षे किंवा त्यापेक्षा कमी वयाच्या सर्व मुलांना, ते शाळेत जात असले तरी किंवा त्यांनी वाचन-लेखन थोडेफार शिकले असले तरी, निरक्षर म्हणून गणले जाते. यामुळे आकडेवारीचा वापर करणाऱ्यांना साक्षरतेच्या माहितीचे अधिक चांगले विश्लेषण व आकलन करता येते, कारण साक्षरता दर हा ७ वर्षे व त्यापेक्षा अधिक वयाच्या लोकसंख्येच्या आधारे मोजला जातो आणि त्याला प्रभावी साक्षरता दर (Effective Literacy Rate) असे संबोधले जाते.*

साक्षरता दराचे प्रकार (Types of Literacy Rate)

1) ढोबळ साक्षरता दर (Crude Literacy Rate): हा सर्वांत सामान्य प्रकार आहे. यामध्ये एकूण लोकसंख्येत वाचू-लिहू शकणाऱ्या व्यक्तींचे प्रमाण मोजले जाते. यावरून समाजातील सर्वसाधारण शैक्षणिक पातळी समजते.

सूत्र:

$$\text{ढोबळ साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर व्यक्ती}}{\text{एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

2) प्रभावी साक्षरता दर (Effective Literacy Rate): यामध्ये ७ वर्षे व त्यावरील एकूण लोकसंख्येत वाचू-लिहू शकणाऱ्या व्यक्तींचे प्रमाण मोजले जाते.

सूत्र:

$$\textbf{प्रभावी साक्षरता दर} = \frac{\text{७ वर्ष व अधिक वयाच्या एकूण साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

3) पुरुष साक्षरता दर (Male Literacy Rate): पुरुष साक्षरता दर एकूण पुरुषांपैकी किती टक्के पुरुष वाचू-लिहू शकतात हे दर्शवतो. यामुळे लिंगानुसार शिक्षणातील विषमता समजण्यात मदत होते.

सूत्र:

$$\text{पुरुष साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर पुरुष}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण पुरुष लोकसंख्या}} \times 100$$

4) महिला साक्षरता दर (Female Literacy Rate): महिला साक्षरता दर एकूण महिलांपैकी वाचू-लिहू शकणाऱ्या महिलांचे प्रमाण दर्शवतो. महिला शिक्षणातील प्रगती आणि आव्हाने ओळखण्यास यामुळे मदत होते.

सूत्र:

$$\text{महिला साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर महिला}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण महिला लोकसंख्या}} \times 100$$

5) ग्रामीण साक्षरता दर (Rural Literacy Rate): ग्रामीण साक्षरता दर ग्रामीण भागातील लोकांपैकी साक्षर लोकांचे प्रमाण दर्शवतो.

सूत्र:

$$\text{ग्रामीण साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण ग्रामीण साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण ग्रामीण लोकसंख्या}} \times 100$$

6) शहरी साक्षरता दर (Urban Literacy Rate): शहरी साक्षरता दर शहरांमधील लोकांपैकी साक्षरांचे प्रमाण दर्शवतो.

सूत्र:

$$\text{शहरी साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण शहरी साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण शहरी लोकसंख्या}} \times 100$$

7) प्रौढ साक्षरता दर (Adult Literacy Rate): प्रौढ साक्षरता दर १५ वर्षे व त्यावरील लोकांपैकी वाचू-लिहू शकणाऱ्या व्यक्तींचे प्रमाण दर्शवतो.

सूत्र:

$$\text{प्रौढ साक्षरता दर} = \frac{\text{१५ वर्ष व अधिक वयाचे एकूण साक्षर प्रौढ}}{\text{१५ वर्ष व अधिक वयाची एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

8) युवक साक्षरता दर (Youth Literacy Rate): युवक साक्षरता दर १५–२४ वर्षे वयोगटातील युवकांपैकी साक्षर असणाऱ्यांचे प्रमाण दर्शवतो.

सूत्र:

$$\text{युवक साक्षरता दर} = \frac{\text{१५–२४ वर्षे वयोगटातील साक्षर युवक}}{\text{१५–२४ वर्षे वयोगटातील युवक लोकसंख्या}} \times 100$$

प्रात्यक्षिक उदाहरणे (Practical Exercise):

1) ढोबळ साक्षरता दर (Crude Literacy Rate):

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण लोकसंख्या 3,003,741 आहे व एकूण साक्षर लोकसंख्या 2,225,694 आहे तर सातारा जिल्ह्याचा ढोबळ साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{ढोबळ साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर व्यक्ती}}{\text{एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

$$\therefore \text{ढोबळ साक्षरता दर} = \frac{2,225,694}{3,003,741} \times 100$$

$$\therefore \text{ढोबळ साक्षरता दर} = 0.7409 \times 100$$

$$\therefore \text{ढोबळ साक्षरता दर} = 74.09$$

सातारा जिल्ह्याचा ढोबळ साक्षरता दर = 74.09 %

2) प्रभावी साक्षरता दर (Effective Literacy Rate):

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण साक्षर लोकसंख्या 2,225,694 आहे व ७ वर्ष व अधिक वयाची लोकसंख्या 2,685,856 तर सातारा जिल्ह्याचा प्रभावी साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\textbf{प्रभावी साक्षरता दर} = \frac{\text{७ वर्ष व अधिक वयाच्या एकूण साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

3) पुरुष साक्षरता दर (Male Literacy Rate):

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण साक्षर पुरुष लोकसंख्या 1,201,034 आहे व ७ वर्ष व अधिक वयाची पुरुष लोकसंख्या 1,343,113 तर सातारा जिल्ह्याचा प्रभावी पुरुष साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{पुरुष साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर पुरुष}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण पुरुष लोकसंख्या}} \times 100$$

4) महिला साक्षरता दर (Female Literacy Rate):

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण साक्षर महिला लोकसंख्या 1,024,660 आहे व ७ वर्ष व अधिक वयाची महिला लोकसंख्या 1,342,743 तर सातारा जिल्ह्याचा प्रभावी महिला साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{महिला साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण साक्षर महिला}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण महिला लोकसंख्या}} \times 100$$

5) ग्रामीण साक्षरता दर (Rural Literacy Rate):.

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण साक्षर ग्रामीण लोकसंख्या 1,770,750 आहे व ७ वर्ष व अधिक वयाची ग्रामीण लोकसंख्या 2,174,796 तर सातारा जिल्ह्याचा प्रभावी ग्रामीण साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{ग्रामीण साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण ग्रामीण साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण ग्रामीण लोकसंख्या}} \times 100$$

6) शहरी साक्षरता दर (Urban Literacy Rate):

2011 च्या जनगणनेप्रमाणे सातारा जिल्ह्याची एकूण साक्षर शहरी लोकसंख्या 454,944 आहे व ७ वर्ष व अधिक वयाची शहरी लोकसंख्या 511,060 तर सातारा जिल्ह्याचा प्रभावी शहरी साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{शहरी साक्षरता दर} = \frac{\text{एकूण शहरी साक्षर व्यक्ती}}{\text{७ वर्ष व अधिक वयाची एकूण शहरी लोकसंख्या}} \times 100$$

7) प्रौढ साक्षरता दर (Adult Literacy Rate):

एका जिल्ह्याची 15 वर्ष व अधिक वयाच्या साक्षर प्रौढांची एकूण लोकसंख्या 423,832 आहे व 15 वर्ष व अधिक वयाची प्रौढांची एकूण लोकसंख्या 612,160 तर त्या जिल्ह्याचा प्रभावी प्रौढ साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{प्रौढ साक्षरता दर} = \frac{\text{१५ वर्ष व अधिक वयाचे एकूण साक्षर प्रौढ}}{\text{१५ वर्ष व अधिक वयाची एकूण लोकसंख्या}} \times 100$$

8) युवक साक्षरता दर (Youth Literacy Rate):

एका जिल्ह्यात 15 ते 24 वर्ष वयाच्या साक्षर युवकांची एकूण लोकसंख्या 193,845 आहे व 15 ते 24 वर्ष वयाच्या युवकांची एकूण लोकसंख्या 212,210 तर त्या जिल्ह्याचा युवकांचा प्रभावी साक्षरता दर काढा.

सूत्र:

$$\text{युवक साक्षरता दर} = \frac{\text{१५—२४ वर्षे वयोगटातील साक्षर युवक}}{\text{१५—२४ वर्षे वयोगटातील युवक लोकसंख्या}} \times 100$$

c) लोकसंख्या वृद्धीचे मापन – गिब्जची पद्धत (Measurement of Population Growth by Gibb's Method)

लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर (Measurement of Annual Population Growth)

$$R = \frac{(P_2 - P_1)/t}{(P_2 + P_1)/2} \times 100$$

R = लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर

P_1 = मागील वर्षांची लोकसंख्या

P_2 = चालू वर्षांची लोकसंख्या

t = P_1 व P_2 वर्षांमधील कालावधी

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 1

कोल्हापूर जिल्ह्याची 2001 सालची लोकसंख्या 4,93,167 व 2011 सालची लोकसंख्या 5,49,236 आहे तर कोल्हापूर जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर काढा.

R = लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर

P_1 (2001 सालची लोकसंख्या) = 4,93,167

P_2 (2011 सालची लोकसंख्या) = 5,49,236

t (P_1 व P_2 वर्षांमधील कालावधी) = 10 वर्ष

$$\textbf{लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर (R)} = \frac{(P2 - P1) / t}{(P2 + P1) / 2} \text{ X } 100$$

$$\textbf{लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर (R)} = \frac{(5{,}49{,}236 - 4{,}93{,}167) / 10}{(5{,}49{,}236 + 4{,}93{,}167) / 2} \text{ X } 100$$

$$= \frac{(56,069) / 10}{(10,42,403) / 2} \times 100$$

$$= \frac{5606.9}{521201.5} \times 100$$

$$= 0.01075 \times 100$$

लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर (R) = 1.075

कोल्हापूर जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर = 1.075%

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 2

सातारा जिल्ह्याची 2001 सालची लोकसंख्या 2,808,994 व 2011 सालची लोकसंख्या 3,003,741 आहे तर सातारा जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर काढा.

लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर (R) = $\frac{(P2 - P1) / t}{(P2 + P1) / 2} \times 100$

d) लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर (Measurement of Decadal Population Growth**)**

$$GR = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

GR = लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर

P_1 = मागील वर्षांची लोकसंख्या

P_2 = चालू वर्षांची लोकसंख्या

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 1

कोल्हापूर जिल्ह्याची 2001 सालची लोकसंख्या 4,93,167 व 2011 सालची लोकसंख्या 5,49,236 आहे तर कोल्हापूर जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर काढा.

लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर (GR) = $\frac{(P2 - P1)}{P1}$ X 100

R = लोकसंख्येच्या वार्षिक वाढीचा दर

P_1 (2001 सालची लोकसंख्या) = 4,93,167

P_2 (2011 सालची लोकसंख्या) = 5,49,236

लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर (GR) = $\frac{(5,49,236 - 4,93,167)}{4,93,167}$ X 100

= $\frac{56,069}{4,93,167}$ X 100

= 0.1137 X 100

लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर (GR) = 11.37

कोल्हापूर जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर = 11.37%

प्रात्यक्षिक उदाहरण: 2

सातारा जिल्ह्याची 2001 सालची लोकसंख्या 2,808,994 व 2011 सालची लोकसंख्या 3,003,741 आहे तर सातारा जिल्ह्याचा लोकसंख्येच्या लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर काढा.

लोकसंख्येच्या दशकीय वाढीचा दर (GR) = $\frac{(P2 - P1)}{P1}$ X 100

प्रकरण II
वाहतूक जाळ्याचे विश्लेषण

2.1 वाहतूक जाळ्याची संकल्पना

वाहतूक जाळे म्हणजे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी लोक, वस्तू आणि सेवा यांची कार्यक्षमतेने हालचाल करण्यासाठी तयार केलेली जोडणी (कनेक्शन) आणि मार्ग यांची संपूर्ण प्रणाली होय. हे जाळे एखाद्या प्रदेशाच्या, शहराच्या किंवा देशाच्या पायाभूत सुविधांचा एक महत्त्वाचा भाग असते.

वाहतूक जाळ्यातील प्रमुख घटक:

वाहतूक जाळ्यामध्ये मुख्यतः तीन घटक समाविष्ट असतात.

i. **बिंदू / केंद्र (Nodes):** जिथे वाहतूक सुरू होते, थांबते, बदलते किंवा वेगवेगळया मार्गांना जोडते ते बिंदू / केंद्राचे ठिकाण असते. उदा. शहरे, गावे, बस स्थानके, रेल्वे स्थानके, बंदरे, विमानतळ, इ.

ii. **जोडणी/मार्ग (Links/Routes):** जोडणी/मार्ग हे दोन बिंदूंना जोडणारे प्रत्यक्ष मार्ग असतात, ज्यावरून वाहतूक होते. उदा. रस्ते, रेल्वे मार्ग, जलमार्ग, हवाई मार्ग, पाईपलाईन**.**

iii. **वाहतुकीची साधने (Transportation Modes):** जाळ्याचा वापर करून हालचाल करणारी वाहने. उदा. मोटारी, बसेस, रेल्वे गाड्या, विमाने, जहाजे/बोटी, इ.

2.2 वाहतूक जाळ्याचे महत्त्व

वाहतूक जाळे म्हणजे रस्ते, रेल्वे, जलमार्ग, वायुमार्ग इत्यादी मार्गांचे एकमेकांशी जोडलेले जाळे होय. याच्या मदतीने लोक, वस्तू, व सेवा यांची वाहतूक सुलभ व वेगवान होते. वाहतूक जाळ्याला देशाच्या आर्थिक, सामाजिक आणि सांस्कृतिक विकासात अत्यंत महत्त्वाचे स्थान आहे.

i. **वाहतूक सुलभता:** वाहतूक जाळे विकसित असले की व्यक्ती, वस्तू आणि सेवा यांची हालचाल जलद, सुरक्षित आणि कमी खर्चात होते. यामुळे दळणवळण सुलभ होऊन दैनंदिन जीवनात तसेच आर्थिक-सामाजिक क्षेत्रात अनेक फायदे मिळतात.

ii. **आर्थिक विकास:** उद्योगांना आवश्यक असलेला कच्चा माल खाणींमधून किंवा शेतांमधून कारखान्यांपर्यंत वाहतूक करणे व तयार वस्तू बाजारपेठांपर्यंत पोहोचवणे या मध्ये वाहतूक महत्त्वाची भूमिका बजावते. वाहतुकीमुळे व्यापाराचा विस्तार होऊन देशांतर्गत तसेच आंतरराष्ट्रीय व्यापार वाढतो. बंदरे, रेल्वे, महामार्ग, विमानतळ यांच्या माध्यमातून देशाचा निर्यात-आयात व्यापार वाढतो.

iii. **प्रादेशिक विकास:** काही भाग भौगोलिकदृष्ट्या दुर्गम किंवा मागासलेले असतात. वाहतूक जाळ्यामुळे हे भाग मुख्य प्रवाहात येतात. चांगले रस्ते, रेल्वे किंवा वायुमार्ग उपलब्ध झाल्यास औद्योगिक गुंतवणूक त्या भागात वाढते. त्यामुळे ग्रामीण आणि शहरी भागांमध्ये विकासाचे प्रमाण संतुलित ठेवण्यास मदत होते.

iv. **आपत्ती व्यवस्थापन आणि आपत्कालीन मदत:** भूकंप, पूर, दुष्काळ, वादळ यांसारख्या आपत्तीच्या वेळी वाहतूक व्यवस्था जीवनदायी ठरते. उत्तम वाहतूक सुविधेमुळे मदत साहित्य, अन्नधान्य, औषधे व बचाव पथके आवश्यक ठिकाणी त्वरित पोहोचवणे शक्य होते. सैन्यदल आणि राष्ट्रीय आपत्ती दल यांना प्रभावीरीत्या कार्यरत राहण्यासाठी वाहतूक जाळे आवश्यक असते.

v. **पर्यटन क्षेत्रातील भरभराट:** पर्यटन हे देशाच्या आर्थिक उत्पन्नाचे महत्त्वाचे साधन आहे. चांगल्या रस्त्यांमुळे, रेल्वे व वायुमार्गांमुळे पर्यटकांना विविध स्थळे सोयीस्करपणे गाठता येतात. त्यामुळे स्थानिक लोकांना रोजगाराच्या संधी उपलब्ध होतात आणि संस्कृतीचे जतन होते.

vi. **रोजगारनिर्मिती आणि जीवनमान उन्नती:** वाहतूक क्षेत्रात चालक, तंत्रज्ञ, मेकॅनिक, ट्राफिक पोलिस, लॉजिस्टिक व्यवस्थापक, मार्गदर्शक आदींना रोजगार मिळतो. वाहतुकीशी संबंधित सेवा उद्योग देखील वाढतात. त्यामुळे लोकांचे आर्थिक जीवनमान सुधारते आणि नागरीकरणास चालना मिळते.

vii. **संरक्षण आणि सीमाभागातील महत्त्व:** देशाच्या सुरक्षिततेसाठी सैन्यदलाची वेगाने हालचाल करणे आवश्यक असते. सीमाभागात रस्ते, रेल्वे आणि विमानतळ यांच्या विकासामुळे सैन्याच्या हालचाली कार्यक्षमपणे होतात. त्यामुळे देशाची भौगोलिक अखंडता आणि सुरक्षा टिकवली जाते.

viii. **कृषी आणि ग्रामीण विकासाला चालना:** शेतकऱ्यांना त्यांच्या उत्पादनांचा बाजारात वेळेवर पुरवठा करता येतो. शेतीसाठी आवश्यक असलेले खते, बियाणे, यंत्रे ग्रामीण भागात पोहोचवणे सोपे होते. त्यामुळे कृषी उत्पादकता वाढते आणि ग्रामीण अर्थव्यवस्था मजबूत बनते.

प्रात्यक्षिक (Practical Exercise):

a) प्रीहर यांची संलग्नता / जोडणी प्रमाण पद्धती (Prihar's Method of Degree Connectivity)

झेड. प्रीहर यांनी Topological Properties of Telecommunication Networks (1956) या शोधनिबंधात ल्यूज (Luce) आणि पेरी (Perry) यांनी विकसित केलेल्या मॅट्रिक्स विश्लेषण संकल्पनांचा उपयोग दूरसंचार जाळ्यांवर केला आहे. वाहतूक भूगोलाच्या अभ्यासात एखाद्या प्रदेशातील वाहतूक जाळे किती प्रमाणात जोडलेले आहे, हे मोजण्यासाठी प्रीहरची जोडणी/ संलग्नता प्रमाण पद्धत (Prihar's Method of Degree Connectivity) वापरली जाते. ही पद्धत आलेख सिद्धांत (Graph Theory) वर आधारित असून, वाहतूक जाळ्यातील केंद्रे (Nodes) आणि जोडण्या (Links / Edges) यांच्या संख्येवरून संपूर्ण जाळ्याची जोडणी क्षमता ठरवली जाते.

संलग्नता प्रमाण (Degree of Connectivity) नेहमी 0 ते 1 या दरम्यान असते, कारण ती प्रत्यक्ष जोडण्या आणि जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्या यांचे गुणोत्तर दर्शवते.

- **0** जवळील मूल्य = कमी विकसित वाहतूक जाळे
- **1** जवळील मूल्य = अधिक विकसित वाहतूक जाळे

उदा. १: खाली दिलेल्या आकृतीतील वाहतूक जाळ्यांचे संलग्नता प्रमाण (Degree Connectivity) प्रीहरच्या पद्धतीने काढून वाहतूक जाळ्यांचे विश्लेषण करा.

सूत्र : **प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती** $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{P}{P_{max}}$

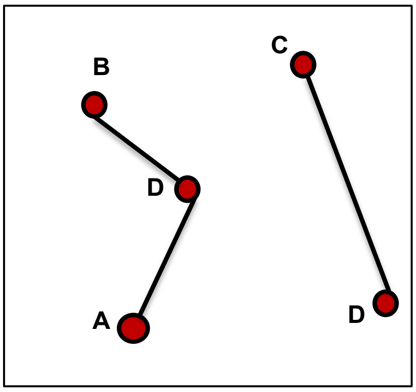
येथे,

P = वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes)

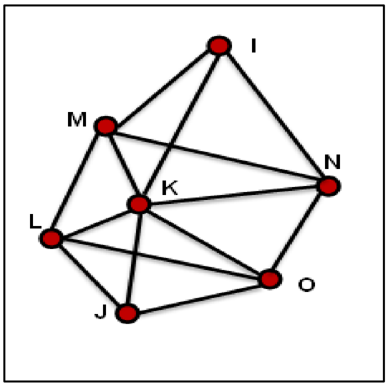
P_{max} = जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्यांची संख्या *[$P_{max} = m(m-1)/2$]*

m = जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges)

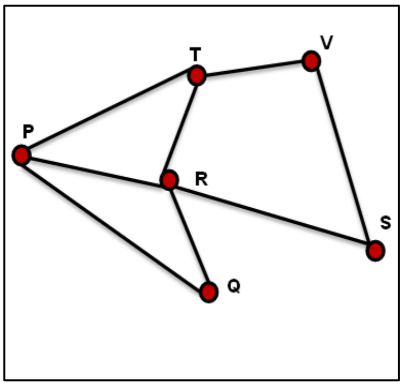
प्रदेश 1



प्रदेश 2



प्रदेश 3



प्रदेश	**वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes) (m)**	**जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges) (p)**
1	5	3
2	7	14
3	6	8

1)**‘ प्रदेश 1’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती** (**Actual degree of connectivity of region**)

सूत्र :

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(\boldsymbol{Actual\ Degree\ of\ Connectivity}) = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{P_{max}}}$

येथे,

$\boldsymbol{P}$ = जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges)

$\boldsymbol{P_{max}}$ = जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्यांची संख्या *[P_{max} = m(m-1)/2]*

m = वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes)

प्रथम आपण P_{max} = जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्यांची संख्या काढू.

‘ प्रदेश 1’ साठी :

जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges) p = 3

वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes) (m) = 5

$$\mathbf{P_{max} = m(m-1)/2}$$

$$\mathbf{P_{max} = 5\ (5-1)/2}$$

$$\mathbf{P_{max} = 10}$$

‘ प्रदेश 1’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती:

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(\boldsymbol{Actual\ Degree\ of\ Connectivity}) = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{P_{max}}}$

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(\boldsymbol{Actual\ Degree\ of\ Connectivity}) = \frac{3}{10}$

‘ प्रदेश 1’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती (**Actual degree of connectivity**) **= 0.3**

2) ‘ प्रदेश 2’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती (Actual degree of connectivity of region 2)

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{P}{P_{max}}$

प्रथम आपण P_{max} = जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्यांची संख्या काढू.

‘ प्रदेश 2’ साठी

जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges) p = 14

वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes) (m) = 7

$$P_{max} = m(m-1)/2$$
$$P_{max} = 7\ (7-1)/2$$
$$P_{max} = 21$$

‘ प्रदेश 2’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती:

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{P}{P_{max}}$

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{14}{21}$

‘ प्रदेश 2’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती (Actual degree of connectivity)= 0.67 ~ 0.7

3) ‘ प्रदेश 3’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती (Actual degree of connectivity of region 3)

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{P}{P_{max}}$

प्रथम आपण P_{max} = जास्तीत जास्त संभाव्य जोडण्यांची संख्या काढू.

‘ प्रदेश 3’ साठी

जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges) p = 8

वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes) (m) = 6

$$P_{max} = m(m-1)/2$$
$$P_{max} = 6(6-1)/2$$
$$P_{max} = 15$$

‘प्रदेश 3’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती:

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{P}{P_{max}}$

प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती $(Actual\ Degree\ of\ Connectivity) = \frac{8}{15}$

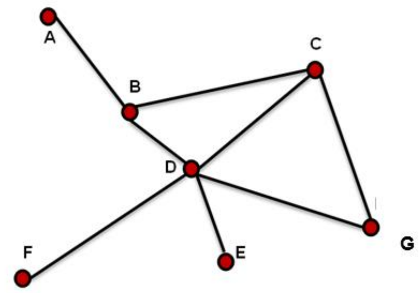
‘ प्रदेश 3’ साठी प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती (Actual degree of connectivity)= 0.53 ~ 0.5

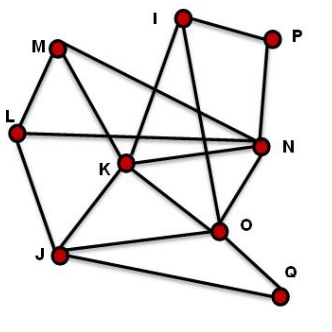
विश्लेषण:

प्रदेश	**वाहतूक जाळ्यातील केंद्रांची संख्या (Nodes) (m)**	**जोडण्या/ मार्गांची संख्या (Links / Edges) (p)**	**प्रत्यक्ष जोडणी/ संलग्नता स्थिती**
1	5	3	0.3
2	7	14	0.7
3	6	8	0.5

वाहतूक जाळयाच्या प्रत्यक्ष जोडणी स्थितीनुसार, प्रदेश २ (०.७) हा सर्वाधिक प्रगत आहे, जिथे विकसित जाळयामुळे केंद्रे एकमेकांशी प्रभावीपणे जोडलेली असून दळणवळण अत्यंत सुलभ आहे. त्याखालोखाल प्रदेश ३ (०.५) मध्यम स्तरावर असून, येथील वाहतूक व्यवस्था मध्यम प्रमाणात विकसित असली तरी त्यात आणखी सुधारणांची आवश्यकता आहे. याउलट, प्रदेश १ ची जोडणी स्थिती केवळ ०.३ असल्याने तो सर्वात कमी विकसित ठरतो; येथील विरळ जाळे आणि केंद्रांमधील मर्यादित संपर्कामुळे वाहतूक व दळणवळणात अडथळे येतात.

उदा. क्र. 2 : खाली दिलेल्या आकृतीतील वाहतूक जाळ्यांचे संलग्नता प्रमाण (Degree Connectivity) प्रीहरच्या पद्धतीने काढून वाहतूक जाळ्यांचे विश्लेषण करा.





b) रस्ते सुलभतेचे मापन (डी- मॅट्रिक्स) (Measurement of Road Accessibility (D- Matrix)

रस्ते सुलभता म्हणजे एखादे ठिकाण, गाव, शहर किंवा पर्यटनस्थळ इतर ठिकाणांशी रस्त्यांद्वारे किती सहज, कमी वेळेत व कमी अंतरात जोडलेले आहे, हे दर्शविणारी संकल्पना होय. ज्या ठिकाणापर्यंत पोहोचण्यासाठी चांगले रस्ते, कमी अंतर, कमी प्रवास वेळ आणि सोयीस्कर वाहतूक व्यवस्था उपलब्ध असते, ते ठिकाण अधिक रस्ते सुलभ मानले जाते. रस्ते सुलभतेचा थेट परिणाम आर्थिक विकास, सामाजिक संपर्क, व्यापार, पर्यटन, शिक्षण व आरोग्य सेवांवर होतो. ग्रामीण व शहरी विकासात रस्ते सुलभता अत्यंत महत्त्वाची असून ती वाहतूक नियोजन, शहरी नियोजन व प्रादेशिक असमतोल कमी करण्यासाठी वापरली जाते. रस्ते सुलभतेचे मापन करण्यासाठी शिंबल (Shimbel) पद्धत, डी-मॅट्रिक्स पद्धत, कान्सकी (Kansky) यांची जोडणी निर्देशांक पद्धत इ. पद्धती वापरल्या जातात.

डी-मॅट्रिक्स D-Matrix (Distance Matrix):

डी-मॅट्रिक्स म्हणजे वाहतूक जाळ्यामधील प्रत्येक स्थानकापासून इतर सर्व स्थानकांपर्यंतचे किमान रस्ते, किमान अंतर, किमान प्रवास वेळ व प्रवास खर्च दर्शवणारी तालिका (Matrix) होय. वाहतूक भूगोलात एखाद्या ठिकाणाची (स्थानक / शिखर) इतर ठिकाणांशी रस्त्यांद्वारे किती सुलभ व कार्यक्षम जोडणी आहे, हे मोजणे महत्त्वाचे असते. ही सुलभता मोजण्यासाठी डी-मॅट्रिक्स पद्धत (Distance Matrix Method) वापरली जाते. एलन (Allen) आणि टाफेइ (Taaffe) यांनी रस्ते सुलभतेचे मापन करण्यासाठी डी-मॅट्रिक्स पद्धत मांडली. ही पद्धत स्थानकांमधील किमान अंतर, प्रवास वेळ किंवा खर्च यांवर आधारित असते. ज्या स्थानकापासून इतर सर्व स्थानकांपर्यंत पोहोचण्यासाठी कमी अंतर किंवा कमी वेळ लागतो, ते स्थानक अधिक सुलभ मानले जाते.

डी-मॅट्रिक्स पद्धतीची वैशिष्ट्ये:

i. ही पद्धत मेट्रिकवर आधारित (Metric-based) आहे.
ii. वास्तव अंतर / वेळ विचारात घेते.
iii. सुलभतेचे संख्यात्मक (Quantitative) मापन करते.
iv. वाहतूक, पर्यटन व शहरी नियोजनासाठी उपयुक्त आहे.

रस्ते सुलभता निर्देशांक (Accessibility Index)

सूत्र :

$$AI = \sum Dij$$

- AI = i ठिकाणाची सुलभता
- Dij = i ते j स्थानकातील किमान अंतर
- i = ज्या ठिकाणाची सुलभता मोजायची ते ठिकाण
- j = वाहतूक जाळ्यामधील इतर सर्व ठिकाणे

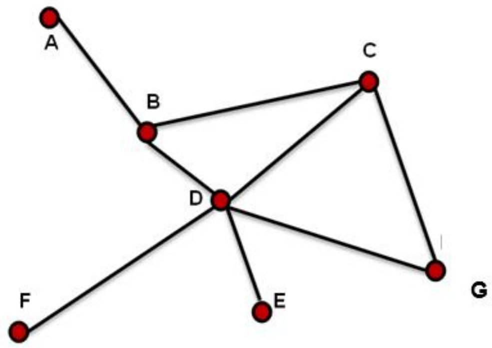
नियम:

कमी सुलभता निर्देशांक = जास्त रस्ते सुलभता = उच्च क्रमवारी

जास्त सुलभता निर्देशांक = कमी रस्ते सुलभता = निम्न क्रमवारी

1. डी- मॅट्रिक्स – i) सर्वात लहान मार्ग मॅट्रिक्स पद्धत

उदा. क्र. 1: खाली दिलेल्या 'अ' प्रदेशाच्या रस्ते जाळ्यांचे रस्ते सुलभतेचे मापन डी- मॅट्रिक्स पद्धतीने करून विश्लेषण करा.



प्रक्रिया :

पायरी 1 : प्रत्येक ठिकाणापासून इतर ठिकाणापर्यंतचे किमान मार्ग मोजून डी-मॅट्रिक्स तयार करा.

पासून / पर्यंत	A	B	C	D	E	F	G
A	0	1	2	2	3	3	3
B	1	0	1	1	2	2	2
C	2	1	0	1	2	2	1
D	2	1	1	0	1	1	1
E	3	2	2	1	0	2	2
F	3	2	2	1	2	0	2
G	3	2	2	1	2	2	0

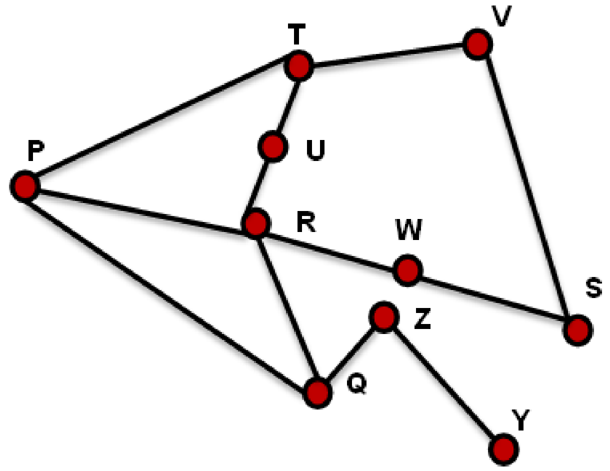
पायरी 2 : रस्ते सुलभता निर्देशांक सूत्र वापरुन रस्ते सुलभता निर्देशांक (Accessibility Index) काढा.

पासून / पर्यंत	A	B	C	D	E	F	G	रस्ते सुलभतेचा निर्देशांक (Accessibility Index)AI=∑Dij	सुलभता क्रमवारी
A	0	1	2	2	3	3	3	14	6
B	1	0	1	1	2	2	2	09	3
C	2	1	0	1	2	2	1	08	2
D	2	1	1	0	1	1	1	07	1
E	3	2	2	1	0	2	2	12	5
F	3	2	2	1	2	0	2	12	5
G	3	2	1	1	2	2	0	11	4

निष्कर्ष :

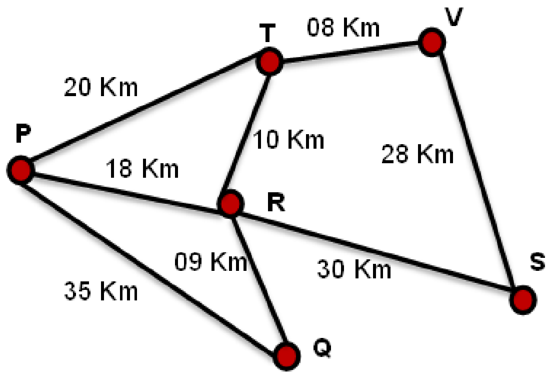
रस्ते सुलभता निर्देशांक हा वाहतूक जाळ्यामधील सापेक्ष स्थिती दर्शवतो. निर्देशांकाचे मूल्य जितके कमी तितकी त्या ठिकाणाची सुलभता जास्त असते. दिलेल्या D-Matrix तक्त्यानुसार, 'D' ठिकाणाचे मूल्य सर्वात कमी (07) असल्याने ते वाहतूक जाळ्याच्या केंद्रस्थानी असून सर्वाधिक सुलभता दर्शवते. तर 'C' (08) आणि 'B' (09) ही ठिकाणे देखील उच्च सुलभता दर्शवतात. 'G' (11) हे ठिकाण मध्यम सुलभतेचे आहे. याउलट, 'E' व 'F' (12) ची सुलभता कमी असून, 'A' ठिकाणाचे निर्देशांक मूल्य सर्वाधिक (14) असल्याने सुलभता सर्वात कमी आहे. पर्यायाने तेथे पोहोचणे सर्वांत कठीण किंवा जास्त अंतराचे आहे.

उदा. क्र. 2: खाली दिलेल्या 'ब' प्रदेशाच्या रस्ते जाळ्यांचे रस्ते सुलभतेचे मापन डी- मॅट्रिक्स पद्धतीने करून निष्कर्ष लिहा.



2. डी- मॅट्रिक्स – ii) सर्वात कमी अंतर मॅट्रिक्स पद्धत

उदा. क्र. 1: खाली दिलेल्या 'अ' प्रदेशातील रस्ते जाळ्यांचे रस्ते सुलभतेचे मापन डी- मॅट्रिक्स पद्धतीने करून निष्कर्ष लिहा.



प्रक्रिया :

पायरी 1 : प्रत्येक ठिकाणापासून इतर ठिकाणापर्यंतचे किमान अंतर मोजून डी-मॅट्रिक्स तयार करा.

पासून / पर्यंत अंतर (Km)	P	Q	R	S	T	V
P	0	35	18	48	20	28
Q	35	0	09	39	19	27
R	18	09	0	30	10	18
S	48	39	30	0	36	28
T	20	19	10	36	0	08
V	28	27	18	28	08	0

पायरी 2 : रस्ते सुलभता निर्देशांक सूत्र वापरुन रस्ते सुलभता निर्देशांक (Accessibility Index) काढा.

पासून / पर्यंत अंतर (Km)	P	Q	R	S	T	V	रस्ते सुलभतेचा निर्देशांक (Accessibility Index) Ai=∑Dij	सुलभता क्रमवारी
P	0	35	18	48	20	28	101	4
Q	35	0	09	39	19	27	83	2
R	18	09	0	30	10	18	57	1
S	48	39	30	0	36	28	117	5
T	20	19	10	36	0	08	85	3
V	28	27	18	28	08	0	101	4

निष्कर्ष :

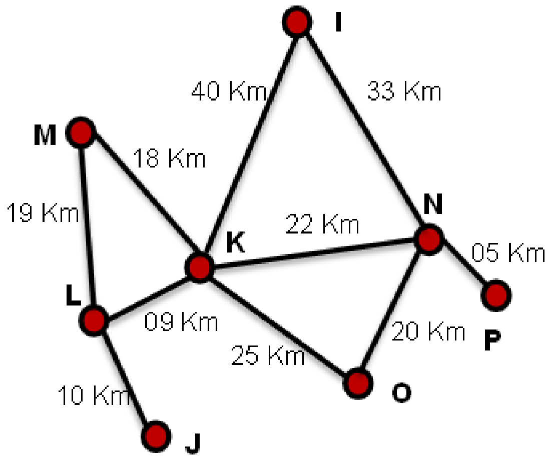
दिलेल्या तक्त्यात D-Matrix पद्धतीने P, Q, R, S, T आणि V या ठिकाणांमधील किमान अंतर (कि.मी.) दाखवले असून त्यावरून रस्ते सुलभतेचा निर्देशांक (Accessibility Index) काढलेला आहे. या निर्देशांकाचे मूल्य जितके कमी तितकी रस्ते सुलभता अधिक मानली जाते आणि त्यानुसार सुलभता क्रमवारी निश्चित केली आहे.

तक्त्यानुसार R ठिकाणाचा Accessibility Index सर्वात कमी (57) असल्यामुळे ते सर्वाधिक सुलभ ठरते आणि त्याला पहिला क्रमांक देण्यात आला आहे. याचा अर्थ R हे वाहतूक जाळ्याच्या केंद्राजवळ असून इतर सर्व ठिकाणांशी त्याचे सरासरी अंतर कमी आहे. Q ठिकाणाचा निर्देशांक 83 असल्यामुळे ते दुसऱ्या क्रमांकावर असून तुलनेने अधिक सुलभ आहे. T ठिकाणाचा निर्देशांक 85 असल्यामुळे ते तिसऱ्या क्रमांकावर असून त्याची सुलभता मध्यम स्वरूपाची आहे.

P आणि V या दोन्ही ठिकाणांचे Accessibility Index समान (101) असल्यामुळे त्यांना समान सुलभता क्रमवारी (Rank 4) देण्यात आली आहे. S ठिकाणाचा निर्देशांक सर्वाधिक (117) असल्यामुळे ते सर्वात कमी सुलभ ठरते आणि त्याला पाचवा क्रमांक देण्यात आला आहे.

या D-Matrix अभ्यासावरून R, Q आणि T ही ठिकाणे वाहतूक जाळ्यामधील अधिक सुलभ व केंद्रस्थानी आहेत, तर S ठिकाण सर्वात कमी सुलभ आहे. ही माहिती वाहतूक नियोजन आणि प्रादेशिक विकास अभ्यासासाठी उपयुक्त ठरते.

उदा. क्र. 2: खाली दिलेल्या 'अ' प्रदेशाच्या रस्ते जाळ्यांचे रस्ते सुलभतेचे मापन डी- मॅट्रिक्स पद्धतीने करून निष्कर्ष लिहा.



c) **मार्ग विश्लेषण (Routeway Analysis)**

मार्ग विश्लेषण म्हणजे दोन किंवा अधिक ठिकाणांदरम्यान उपलब्ध असलेल्या रस्ते, रेल्वे, हवाई किंवा पायी मार्गांचा शास्त्रीय व तुलनात्मक अभ्यास करून प्रवासासाठी सर्वात योग्य, कमी वेळेचा, कमी खर्चाचा, सुरक्षित व कार्यक्षम मार्ग निश्चित करण्याची प्रक्रिया होय. या प्रक्रियेत केवळ अंतर नव्हे, तर प्रवासाचा वेळ, वाहतूक स्थिती, रस्त्याची गुणवत्ता, भूआकृती, खर्च व सुरक्षितता यांचा सखोल विचार केला जातो. आधुनिक काळात मार्ग विश्लेषणासाठी संगणक प्रणाली व भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS) चा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो.

मार्ग विश्लेषणाची उद्दिष्टे

मार्ग विश्लेषणामागील प्रमुख उद्दिष्टे पुढीलप्रमाणे आहेत:

i. **प्रवासाचा वेळ कमी करणे :** योग्य मार्ग निवडल्यामुळे प्रवासासाठी लागणारा वेळ कमी होतो, ज्यामुळे प्रवासी व मालवाहतूक अधिक कार्यक्षम होते.

ii. **वाहतूक कोंडी टाळणे :** जास्त वाहतूक असलेले मार्ग टाळून पर्यायी मार्गांचा वापर केल्यास वाहतूक कोंडी कमी करता येते.

iii. **इंधन व खर्चात बचत :** कमी अंतर, कमी थांबे व चांगले रस्ते असलेला मार्ग निवडल्यामुळे इंधन खर्च, टोल व देखभाल खर्च कमी होतो.

iv. **पर्यावरणावर होणारा परिणाम कमी करणे :** कमी वेळ व कमी इंधन वापरामुळे वायू प्रदूषण आणि कार्बन उत्सर्जन कमी होते.

v. **पर्यटन व आपत्कालीन सेवा सुलभ करणे :** पर्यटन मार्ग नियोजन, रुग्णवाहिका, अग्निशमन व पोलिस सेवा यांसाठी जलद व सुरक्षित मार्ग निवडणे शक्य होते.

मार्ग विश्लेषणाचे घटक

i. **अंतर (Distance) :** दोन ठिकाणांमधील एकूण अंतर प्रवास खर्च व वेळ ठरविण्यात महत्त्वाचे ठरते.

ii. **प्रवासाचा वेळ (Travel Time) :** वाहतुकीची कोंडी, वेग मर्यादा व सिग्नल यांमुळे प्रवासाचा वेळ बदलतो.

iii. **रस्त्याचा प्रकार :** राष्ट्रीय महामार्ग, राज्य महामार्ग, जिल्हा व ग्रामीण रस्ते इ. रस्त्यांच्या प्रकारानुसार वेग व सुरक्षिततेवर परिणाम करतो.

iv. **वाहतूक घनता (Traffic Volume) :** जास्त वाहतूक असलेल्या मार्गांवर वेळ व अपघाताचा धोका वाढतो.

v. **वाहनांचा प्रकार :** बस, कार, ट्रक, दुचाकी यासाठी वेगवेगळे मार्ग अधिक योग्य ठरू शकतात.

vi. **भूआकृती (Relief) :** डोंगराळ, घाट मार्ग किंवा सपाट प्रदेश यामुळे प्रवासाचा वेग व सुरक्षितता बदलते.

vii. **अडथळे :** सिग्नल, टोल नाके, रस्ते दुरुस्ती, पूल किंवा नैसर्गिक अडथळे यांचा विचार करावा लागतो.

मार्ग विश्लेषणाचे प्रकार

(अ) किमान अंतर मार्ग (Shortest Path)

या प्रकारात दोन ठिकाणांमधील सर्वात कमी अंतराचा मार्ग निवडला जातो. हा मार्ग नेहमीच वेळेच्या दृष्टीने योग्य असेलच असे नाही.

(ब) किमान वेळ मार्ग (Fastest Route)

वाहतूक परिस्थिती, वेग मर्यादा व सिग्नल यांचा विचार करून सर्वात कमी वेळ लागणारा मार्ग निवडला जातो. शहरी भागात हा मार्ग सर्वाधिक उपयुक्त ठरतो. उदा. अंतर जास्त असूनही महामार्ग हा कमी वेळ लागणारा मार्ग आहे.

(क) किमान खर्च मार्ग (Least Cost Route)

या मार्गात इंधन, टोल, देखभाल व प्रवास खर्च सर्वात कमी असलेला मार्ग निवडला जातो. मालवाहतूक व सार्वजनिक वाहतुकीसाठी हा मार्ग महत्त्वाचा असतो.

(ड) सुरक्षित मार्ग (Safe Route)

अपघातप्रवण क्षेत्रे, अरुंद रस्ते व धोकादायक घाट मार्ग टाळून सुरक्षितता अधिक असलेला मार्ग निवडला जातो. हा मार्ग सुरक्षिततेच्या दृष्टिकोनातून उपयुक्त ठरतो.

मार्ग विश्लेषण हे वाहतूक नियोजनाचे एक अत्यंत महत्त्वाचे साधन आहे. अंतर, वेळ, खर्च व सुरक्षितता यांचा समतोल साधून योग्य मार्ग निवडल्यास प्रवास अधिक सुलभ, सुरक्षित व पर्यावरणपूरक होतो. आधुनिक GIS तंत्रज्ञानामुळे मार्ग विश्लेषण अधिक अचूक व प्रभावी झाले आहे.

उदा. क्र. 1: खाली दिलेल्या माहितीच्या आधारे मार्ग विश्लेषण (Routeway analysis) करा.

नाशिक ते छत्रपती संभाजीनगर दरम्यान रस्ते मार्गाने चार पर्यायी मार्ग उपलब्ध आहेत. अंतर, वेळ व खर्च यांच्या आधारे किमान अंतर मार्ग, किमान वेळ मार्ग, किमान खर्च मार्ग आणि रस्त्याचा प्रकार यावर आधारित मार्ग विश्लेषण करा.

नाशिक – छत्रपती संभाजीनगर मार्ग

मार्ग	मार्गाचे नाव	अंतर (कि.मी.)	सरासरी वेग (कि.मी./तास)	रस्त्याचा प्रकार	टोल खर्च (₹)	इंधन खर्च (₹)
मार्ग A	नाशिक–सिन्नर– छत्रपती संभाजीनगर	165	55	राज्य महामार्ग + राष्ट्रीय महामार्ग	150	900
मार्ग B	नाशिक–वैजापूर– छत्रपती संभाजीनगर	190	60	राष्ट्रीय महामार्ग	200	950
मार्ग C	नाशिक–मनमाड– छत्रपती संभाजीनगर	200	65	राष्ट्रीय महामार्ग	220	1000
मार्ग D	नाशिक–येवला–छत्रपती संभाजीनगर	175	50	राज्य महामार्ग + जिल्हा रस्ते	120	920

* सर्व मूल्य अंदाजित आहेत.

2) गणना (Calculations)

(अ) प्रवासाचा वेळ

सूत्र : प्रवास वेळ (तास) = अंतर ÷ सरासरी वेग

मार्ग	गणना	प्रवास वेळ (तास)
मार्ग A	165 ÷ 55	**3.00**
मार्ग B	190 ÷ 60	**3.17**
मार्ग C	200 ÷ 65	**3.08**
मार्ग D	175 ÷ 50	**3.50**

(ब) एकूण प्रवास खर्च

सूत्र : एकूण खर्च = टोल खर्च + इंधन खर्च

मार्ग	**गणना**	**एकूण खर्च (₹)**
मार्ग A	150 + 900	**1050**
मार्ग B	200 + 950	**1150**
मार्ग C	220 + 1000	**1220**
मार्ग D	120 + 920	**1040**

3) तुलनात्मक विश्लेषण

निकष	**मार्ग A**	**मार्ग B**	**मार्ग C**	**मार्ग D**	**निष्कर्ष**
अंतर (कि.मी.)	**165**	190	200	175	किमान अंतर : मार्ग A
प्रवास वेळ (तास)	**3.00**	3.17	3.08	3.50	किमान वेळ : मार्ग A
एकूण खर्च (₹)	1050	1150	1220	**1040**	किमान खर्च : मार्ग D
रस्त्याचा प्रकार	SH + NH	NH	NH	SH + DR	राष्ट्रीय महामार्ग: जलद

4) रस्त्याच्या प्रकाराचा प्रभाव

- **राष्ट्रीय महामार्ग (NH)** : वेग जास्त, वेळ कमी, टोल जास्त
- **राज्य महामार्ग (SH)** : मध्यम वेग, मध्यम खर्च
- **जिल्हा / ग्रामीण रस्ते (DR)** : वेग कमी, खर्च कमी, वेळ जास्त

निष्कर्ष

नाशिक–औरंगाबाद मार्गांमध्ये मार्ग A हा राज्य व राष्ट्रीय महामार्गांच्या मिश्रणामुळे किमान अंतर व किमान वेळ देतो. मार्ग D जिल्हा रस्त्यांमुळे किमान खर्चाचा आहे. परंतु वेळेचा व अंतराचा विचार करता मार्ग A हा सर्वात सोयीस्कर ठरतो .

उदा. क्र. 2: खाली दिलेल्या माहितीच्या आधारे मार्ग विश्लेषण (Routeway analysis) करा.

पुणे ते नागपूर दरम्यान रस्ते मार्गाने सहा पर्यायी मार्ग उपलब्ध आहेत. . अंतर, वेळ व खर्च यांच्या आधारे किमान अंतर मार्ग, किमान वेळ मार्ग, किमान खर्च मार्ग आणि रस्त्याचा प्रकार यावर आधारित मार्ग विश्लेषण करा.

मार्ग	**मार्गाचे नाव**	**अंतर (कि.मी.)**	**सरासरी वेग (कि.मी./तास)**	**रस्त्याचा प्रकार**	**टोल (₹)**	**इंधन खर्च (₹)**
मार्ग A	पुणे–अहमदनगर–औरंगाबाद–नागपूर	750	65	राष्ट्रीय महामार्ग	900	3800
मार्ग B	पुणे–नाशिक–धुळे–अमरावती–नागपूर	820	70	राष्ट्रीय महामार्ग	1100	4000
मार्ग C	पुणे–सोलापूर–नांदेड–नागपूर	880	60	राज्य महामार्ग + राष्ट्रीय महामार्ग	800	4200
मार्ग D	पुणे–लातूर–परभणी–नागपूर	860	55	राज्य महामार्ग	700	4100
मार्ग E	पुणे–अकोला–अमरावती–नागपूर	790	65	राष्ट्रीय महामार्ग	950	3900
मार्ग F	पुणे–यवतमाळ–वर्धा–नागपूर	830	60	राज्य महामार्ग + राष्ट्रीय महामार्ग	850	4050

* सर्व मूल्य अंदाजित आहेत.

d) वाहतूक प्रवाह विश्लेषण (Traffic Flow Analysis)

वाहतूक प्रवाह विश्लेषण (Traffic Flow Analysis) हे वाहतूक भूगोल व वाहतूक नियोजनातील एक महत्त्वाचे परिमाणात्मक तंत्र आहे. यामध्ये रस्ते जाळ्यावरून वाहनांची किंवा प्रवाशांची हालचाल, त्यांची दिशा, प्रमाण व तीव्रता यांचा अभ्यास केला जातो. वाढती शहरीकरण प्रक्रिया, पर्यटन वाढ व मर्यादित पायाभूत सुविधा यांमुळे वाहतूक कोंडी, विलंब व प्रदूषण यांसारख्या समस्या निर्माण होतात. या समस्यांचे शास्त्रीय विश्लेषण व नियोजन करण्यासाठी वाहतूक प्रवाह विश्लेषण उपयुक्त ठरते.

वाहतूक प्रवाह विश्लेषणाची संकल्पना

वाहतूक प्रवाह विश्लेषण म्हणजे ठरावीक कालावधीत एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जाणाऱ्या वाहनांची/प्रवाशांची संख्या व दिशा यांचे संख्यात्मक मापन होय. या विश्लेषणातून प्रमुख वाहतूक मार्ग, केंद्रस्थाने (nodes) आणि जास्त तीव्रतेचे प्रवाह स्पष्ट होतात.

वाहतूक प्रवाह मॅट्रिकस् ((**Traffic Flow Matrix) (Origin–Destination Matrix)**)

वाहतूक प्रवाह मॅट्रिकस् (Traffic Flow Matrix) ही संकल्पना मिशेल (Mitchell) आणि रॅपकिन Rapkin (1954) यांनी मांडली. या पद्धतीत:

- **ओळी (Rows)** → प्रवासाचे सुरुवात करण्याचे ठिकाण (Origin)
- **स्तंभ (Columns)** → प्रवासाचे पोहोचण्याचे ठिकाण (Destination)
  ही मॅट्रिक्स पद्धत शहरी वाहतूक, बस मार्ग नियोजन, पर्यटन वाहतूक आणि रस्ते जाळ्याच्या अभ्यासासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते.

Inflow आणि Outflow

- **Outflow (बाहेर जाणारा प्रवाह):** एखाद्या ठिकाणाहून इतर ठिकाणी जाणाऱ्या एकूण वाहतुकीची बेरीज
- **Inflow (आत येणारा प्रवाह):** इतर ठिकाणांहून त्या ठिकाणी येणाऱ्या वाहतुकीची बेरीज

हे दोन्ही घटक एखाद्या ठिकाणाचे वाहतूक महत्त्व ठरवण्यासाठी वापरले जातात.

वाहतूक प्रवाह निर्देशांक Traffic Flow Index (TFI)

Traffic Flow Index (TFI) हा निर्देशांक कान्सकी (Kansky) यांनी 1963 मध्ये मांडला , एखाद्या ठिकाणाची वाहतूक महत्त्वता दर्शवितो.

सूत्र:

$$\mathbf{TFI_i = Inflow_i + Outflow_i}$$

वाहतूक प्रवाह निर्देशांक जास्त असलेले ठिकाण हे प्रमुख वाहतूक केंद्र (Major Traffic Node) मानले जाते.

वाहतूक प्रवाह तीव्रता Flow Intensity (FIij)

वाहतूक प्रवाह तीव्रता Traffic Flow Intensity देखील Kansky (1963) यांनी दिला आहे. हा निर्देशांक दोन ठिकाणांमधील वाहतुकीची सापेक्ष तीव्रता (Relative Intensity) टक्केवारीत दर्शवितो.

सूत्र: वाहतूक प्रवाह तीव्रता $\left(\mathbf{FI}_{ij}\right) = \frac{T_{ij}}{\sum \mathrm{T}} \times 100$

- T_{ij}= i ते j दरम्यानची वाहतूक
- $\sum T$ = एकूण वाहतूक

ज्या मार्गाचा FI जास्त असतो, तो मार्ग वाहतूक कोंडीस अधिक संवेदनशील मानला जातो.

वाहतूक प्रवाह विश्लेषणाचे महत्त्व

वाहतूक प्रवाह विश्लेषणामुळे वाहतूक जाळ्याची कार्यक्षमता समजते, प्रमुख मार्ग व केंद्रे ओळखता येतात आणि शाश्वत वाहतूक नियोजनासाठी वैज्ञानिक आधार मिळतो. विशेषतः पर्यटनस्थळे व दाट लोकसंख्या असलेल्या शहरांसाठी शहरी व ग्रामीण रस्ते नियोजन, सार्वजनिक वाहतूक (बस/रेल्वे) मार्ग सुधारणा, पर्यटन स्थळांवरील वाहतूक व्यवस्थापन आणि कोंडीग्रस्त मार्गांची ओळख यासाठी ही पद्धत अत्यंत उपयुक्त ठरते.

उदा. 1: ‘अ’ जिल्ह्यातील 6 ठिकाणांवरून ये- जा करणाऱ्या एसटी बस वाहतूक संख्येच्या आधारे वाहतूक प्रवाह विश्लेषण करा.

खालील तक्त्यात दररोज ये–जा करणाऱ्या एसटी बसची संख्या दर्शविली आहे.

पासून / पर्यंत	A	B	C	D	E	F
A	0	18	12	10	6	4
B	14	0	10	8	6	2
C	12	10	0	14	8	6
D	8	6	10	0	6	5
E	6	8	12	10	0	9
F	4	6	8	12	10	0

‘अ’ जिल्ह्यातील 6 ठिकाणांवरून बाहेर जाणारी वाहतूक (Outflow) –

A = 18 + 12 + 10 + 6 + 4 = **50**	**D** = 8 + 6 + 10 + 6 + 5 = **35**
B = 14 + 10 + 8 + 6 + 2 = **40**	**E** = 6 + 8 + 12 + 10 + 9 = **45**
C = 12 + 10 + 14 + 8 + 6 = **50**	**F** = 4 + 6 + 8 + 12 + 10 = **40**

‘अ’ जिल्ह्यातील 6 ठिकाणांवरून आत येणारी वाहतूक (Inflow) –

A = 14 + 12 + 8 + 6 + 4 = **44**	**D** = 10 + 8 + 14 + 10 + 12 = **54**
B = 18 + 10 + 6 + 8 + 6 = **48**	**E** = 6 + 6 + 8 + 6 + 10 = **36**
C = 12 + 10 + 10 + 12 + 8 = **52**	**F** = 4 + 2 + 6 + 5 + 9 = **26**

पासून / पर्यंत	A	B	C	D	E	F	Outflow
A	0	18	12	10	6	4	**50**
B	14	0	10	8	6	2	**40**
C	12	10	0	14	8	6	**50**
D	8	6	10	0	6	5	**35**
E	6	8	12	10	0	9	**45**
F	4	6	8	12	10	0	**40**
Inflow	**44**	**48**	**52**	**54**	**36**	**26**	

वाहतूक प्रवाह निर्देशांक Traffic Flow Index (TFI)

सूत्र : $TFI_i = Inflow_i + Outflow_i$

‘अ’ जिल्ह्यातील 6 ठिकाणांसाठी वाहतूक प्रवाह निर्देशांक (TFI)

ठिकाण	Inflow	Outflow	TFI
A	44	50	**94**
B	48	40	**88**
C	52	50	**102**
D	54	35	**89**
E	36	45	**81**
F	26	40	**66**

विश्लेषण

वाहतूक प्रवाह निर्देशांक तक्त्यातून प्रत्येक ठिकाणाचा आत येणारा प्रवाह (Inflow), बाहेर जाणारा प्रवाह (Outflow) आणि त्यावर आधारित वाहतूक प्रवाह निर्देशांक (Traffic Flow Index – TFI) स्पष्ट होतो.

सर्व ठिकाणांमध्ये C (TFI = 102) या ठिकाणाचा वाहतूक प्रवाह निर्देशांक सर्वाधिक असून ते ‘अ’ जिल्ह्यातील प्रमुख वाहतूक केंद्र असल्याचे दिसून येते. A (TFI = 94) आणि D (TFI = 89) ही ठिकाणे मध्यम ते अधिक वाहतूकीची आहेत. ‘A’ या ठिकाणी बाहेर जाणारी वाहतूक जास्त असल्यामुळे ते वाहतूक वितरणाचे ठिकाण म्हणून ओळखता येते, तर ‘D’ या ठिकाणी आत येणारी वाहतूक अधिक असल्यामुळे ते वाहतूक ग्रहण करणारे ठिकाण मानले जाऊ शकते.

B (TFI = 88) हे ठिकाण मध्यम वाहतूक महत्त्वाचे असून, येथे बाहेर जाणारी वाहतूक तुलनेने कमी आहे. यावरून हे ठिकाण प्रामुख्याने प्रवासाचे पोहोचण्याचे ठिकाण (Destination-oriented node) असल्याचे दिसून येते. E (TFI = 81) आणि विशेषतः F (TFI = 66) ही ठिकाणे तुलनेने कमी महत्त्वाची वाहतूक केंद्रे आहेत. F ठिकाणाचा (TFI= 66) सर्वात कमी असल्यामुळे ते जिल्ह्यातील परिघीय (Peripheral) किंवा दुय्यम दर्जाचे वाहतूक केंद्र मानले जाऊ शकते.

वाहतूक प्रवाह तीव्रता Flow Intensity Index (FIij)

सूत्र :

$$\text{वाहतूक प्रवाह तीव्रता } \left(\mathbf{FI}_{ij} \right) = \frac{T_{ij}}{\sum \mathbf{T}}$$

एकूण वाहतूक :

$\sum T = 50 + 40 + 50 + 35 + 45 + 40 = 260$

- **A → B** दरम्यानची वाहतूक = **18**

  A → B दरम्यानची वाहतूक प्रवाह तीव्रता $FI_{AB} = 18 / 260 \times 100 = 6.92\%$

- **C → D** दरम्यानची वाहतूक = **14**

  C → D दरम्यानची वाहतूक प्रवाह तीव्रता $FI_{CD} = 14 / 260 \times 100 = 5.38\%$

वरील पद्धतीने सर्व ठिकाणांसाठी वाहतूक प्रवाह तीव्रता मोजावी.

‘अ’ जिल्ह्यातील 6 ठिकाणांसाठी वाहतूक प्रवाह तीव्रता (%)

पासून / पर्यंत	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
A	–	6.92	4.62	3.85	2.31	1.54
B	5.38	–	3.85	3.08	2.31	0.77
C	4.62	3.85	–	5.38	3.08	2.31
D	3.08	2.31	3.85	–	2.31	1.92
E	2.31	3.08	4.62	3.85	–	3.46
F	1.54	2.31	3.08	4.62	3.85	–

दिलेल्या तक्त्यात ‘अ’ जिल्ह्यातील A ते F या 6 ठिकाणांमधील वाहतूक प्रवाह तीव्रता (%) दर्शविली आहे. या आधारे A ते B (6.92%) आणि C ते D (5.38%) हे सर्वाधिक प्रवाह दर्शवतात. यावरून A, B, C आणि D ही ठिकाणे जिल्ह्यातील महत्त्वाची वाहतूक केंद्रे असल्याचे स्पष्ट होते. A कडून B, C, D कडे तुलनेने जास्त प्रवाह आहे, तर A ते F (1.54%) सर्वात कमी आहे. यावरून A हे केंद्रीय ठिकाण असून जवळच्या ठिकाणांशी त्याचा अधिक संपर्क आहे. बहुतेक ठिकाणांशी E व F चे प्रवाह कमी (1.54% ते 3.85%) आहेत. यावरून ही ठिकाणे परिघीय (peripheral) किंवा दुय्यम स्वरूपाची आहेत.

एकूणच जिल्ह्यातील वाहतूक A, B, C आणि D या ठिकाणांभोवती अधिक केंद्रीत आहे. E आणि F ही ठिकाणे तुलनेने कमी वाहतूक तीव्रता दर्शवतात. त्यामुळे वाहतूक नियोजनाच्या दृष्टीने A ते B आणि C ते D मार्गांवर विशेष लक्ष देणे आवश्यक आहे

उदा. 2: महाराष्ट्रातील प्रमुख ठिकाणांवरून ये- जा करणाऱ्या रेल्वे वाहतूक संख्येच्या आधारे वाहतूक प्रवाह विश्लेषण करा.

रेल्वे स्थानके : मुंबई, पुणे, नाशिक, औरंगाबाद, नागपूर

रेल्वे वाहतूक प्रवाह तक्ता

पासून / पर्यंत	**मुंबई**	**पुणे**	**नाशिक**	**औरंगाबाद**	**नागपूर**
मुंबई	–	28	20	14	18
पुणे	26	–	16	12	15
नाशिक	18	15	–	10	12
औरंगाबाद	14	12	9	–	11
नागपूर	20	16	13	12	–

(संख्या = दररोज ये- जा करणाऱ्या रेल्वे गाड्या)

प्रकरण III

कृषी प्रादेशिकीकरण (Agricultural Regionalization)

प्रस्तावना

कृषी प्रादेशिकीकरण म्हणजे एखाद्या देशातील किंवा प्रदेशातील शेतीच्या वैशिष्ट्यांनुसार त्या प्रदेशाचे वर्गीकरण करणे होय. शेतीच्या उत्पादनावर अनेक नैसर्गिक आणि मानवी घटकांचा प्रभाव असतो. उदा. हवामान, पर्जन्य, तापमान, मातीचा प्रकार, सिंचन व्यवस्था, पिकांचे प्रकार, मजूर, बाजारपेठ, तांत्रिक साधने इ. या सर्व घटकांच्या एकत्रित अभ्यासावरून कोणत्या भागात कोणती शेती पद्धत योग्य ठरते, हे ठरवले जाते. यालाच कृषी प्रादेशिकीकरण म्हणतात.

३.१ कृषी प्रादेशिकीकरणाच्या पद्धती (Methods of Agricultural Regionalization)

कृषी प्रादेशिकीकरणाच्या काही प्रमुख पद्धती पुढीलप्रमाणे:

१. वर्णनात्मक पद्धत (Normative Method): या पद्धतीत एखाद्या प्रदेशातील शेती, शेती करण्याची पद्धत आणि घेतली जाणारी पिके यांचे सविस्तर वर्णन केले जाते. यामुळे तो प्रदेश इतर प्रदेशांपेक्षा कसा वेगळा आहे, हे स्पष्टपणे समजते.

२. अनुभवजन्य/निरीक्षण पद्धत (Empirical Method): या पद्धतीत प्रदेशांचे वर्गीकरण प्रत्यक्ष आकडेवारी आणि निरीक्षणांवर आधारित केले जाते. अनुभव व प्रयोगातून मिळालेल्या तथ्यांवर आधारित असते. एखाद्या पिकाचे वितरण पाहून त्याचा प्रदेश ठरवला जातो.

३. एक घटक पद्धत (Single Element Method): या पद्धतीत एखाद्या प्रदेशातील प्रमुख पीक कोणते आहे, हे प्रथम पाहिले जाते. ज्या पिकाचे उत्पादन किंवा क्षेत्रफळ अधिक असते, त्या पिकाला महत्त्व दिले जाते. त्यामुळे त्या विशिष्ट पिकाचे केंद्रीकरण झालेले असते . या आधारावर त्या पिकासाठी स्वतंत्र कृषी प्रदेश निश्चित केला जातो.

४. सांख्यिकीय पद्धत (Statistical Method): १९६० नंतर झालेल्या सांख्यिकी क्रांतीमुळे शेतीशी संबंधित आकडेवारी मोठ्याप्रमाणात उपलब्ध झाली. या आकडेवारीचा उपयोग करून कृषी प्रादेशिकीकरण अधिक अचूकपणे करता येऊ लागले. सांख्यिकी पद्धतीत पिकांचे क्षेत्रफळ, उत्पादन आणि उत्पादकता यांचा अभ्यास केला जातो. पूर्वीच्या वर्णन स्वरूपी, निरीक्षणात्मक व एकेरी मूलतत्त्व पद्धतींमधील त्रुटी दूर करण्यासाठी ही पद्धत वापरात आली. या पद्धतीमुळे कृषी प्रदेशांच्या सीमा स्पष्टपणे ठरवता येतात. त्यामुळे कृषी प्रादेशिकीकरण अधिक वैज्ञानिक व विश्वासार्ह बनले आहे.

५. गुणात्मक आणि परिमाणात्मक/संख्यात्मक पद्धत (Qualitative and Quantitative Method): ही पद्धत वर्णनात्मक आणि सांख्यिकी पद्धती या दोन्हीवर आधारित आहे. अधिक अचुकतेसाठी दोन्ही पद्धती एकत्र वापरल्या जातात.

कालानुरूप प्रादेशिकरण्याच्या विविध पद्धती विकसित होत गेल्या. आधुनिक काळात पीक संयोग, पिक वैविधीकरण, पीक केंद्रीकरण, कृषी उत्पादकता, पीक प्रारूपे, पीक बदल या सांख्यिकीय पद्धतींचा प्रादेशिकीकरण अभ्यासण्यासाठी अधिक प्रमाणात वापर केला जात आहे.

३.२ कृषी प्रादेशिकीकरणाचे महत्त्व (Importance of Agricultural Regionalization)

कृषी प्रादेशिकीकरण हे शेतीविषयक नियोजनाचे एक अत्यंत महत्त्वाचे अंग आहे. यामुळे देशातील किंवा प्रदेशातील शेतीचे स्वरूप, पिकांचे वितरण आणि उत्पादनक्षमता यांचा सखोल अभ्यास करता येतो.

१. प्रदेशानुसार पिकांचे योग्य नियोजन - प्रत्येक प्रदेशाची माती, हवामान, पर्जन्य आणि तापमान वेगवेगळे असते. कृषी प्रादेशिकीकरणामुळे त्या भागासाठी सर्वाधिक योग्य पिकांची निवड करता येते. उदा. कोकणात जास्त पर्जन्य असल्याने भात आणि नारळ, विदर्भात काळी माती असल्याने कापूस, मराठवाड्यात कोरडवाहू शेती असल्याने ज्वारी व हरभरा ही पिके घेतली जातात. यामुळे जमिनीचा आणि हवामानाचा योग्य वापर होतो.

२. शेतीतील भिन्नता स्पष्टपणे समजतात - कृषी प्रादेशिकीकरणामुळे वेगवेगळ्या प्रदेशांतील शेतीतील भिन्नता ओळखता येते. उदा. काही भागात बागायती शेती तर काही ठिकाणी कोरडवाहू शेती आढळते. ही माहिती सरकार आणि संशोधकांना शेतीविषयक धोरण तयार करण्यास मदत करते.

३. कृषी उत्पादनक्षमता वाढविण्यास मदत - प्रत्येक प्रदेशाच्या वैशिष्ट्यांनुसार योग्य पिकांची आणि शेतीपद्धतीची निवड केली तर उत्पादन वाढते. उदा. सिंचनाची उपलब्धता असलेल्या भागात ऊस, तांदूळ यांसारखी जास्त पाण्याची गरज असलेली पिके घेता येतात, तर कोरड्या भागात ज्वारी, बाजरी यांसारखी कमी पाण्याची गरज असलेली पिके घेऊन उत्पादकता टिकवता येते.

४. कृषी विकासासाठी धोरणात्मक योजना - कृषी प्रादेशिकीकरणामुळे सरकारला आणि कृषी विभागाला प्रदेशाची प्रत्यक्ष स्थिती कळते .त्यावर आधारित योजना तयार करता येतात. उदा.सिंचन प्रकल्प, खत व बियाण्यांचे वितरण, बाजारपेठेची सुविधा, शेतकऱ्यांसाठी कर्ज व विमायोजना या योजनांमुळे प्रदेशानुसार संतुलित कृषी विकास साध्य होतो.

५. नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा योग्य उपयोग - कृषी प्रादेशिकीकरणाद्वारे माती, पाणी, हवामान, भूपृष्ठ या साधनांचा अभ्यास करून त्यांचा अपव्यय टाळता येतो आणि शाश्वत शेती करता येते. उदा. ज्या भागात पाणी मर्यादित आहे, तिथे जलसंधारण आणि ठिबक सिंचनाचा वापर सुचवला जातो.

६. शेतकऱ्यांना वैज्ञानिक मार्गदर्शन- प्रत्येक प्रदेशासाठी योग्य शेती पद्धती, खतांचा वापर, कीडनियंत्रण, पिकांची फेरपालट याबाबत शेतकऱ्यांना वैज्ञानिक सल्ला देता येतो. उदा. कृषी विद्यापीठे आणि संशोधन केंद्रे आपल्या प्रादेशिक हवामानानुसार नवीन वाण विकसित करतात.

७. दुष्काळ, पूर, मृदाक्षरण अशा समस्यांवर प्रदेशानुसार उपाययोजना- कृषी प्रादेशिकीकरणामुळे प्रत्येक प्रदेशातील नैसर्गिक आपत्तींचा अभ्यास करता येतो. दुष्काळग्रस्त भागात पाण्याचे संवर्धन आणि कोरडवाहू पिके घेण्याचा सल्ला देता येतो. उदा. मृदाक्षरण होणाऱ्या भागात वृक्षलागवड आणि मृदसंवर्धनाचे कार्यक्रम राबवता येतात.

प्रात्यक्षिक:

a) केंडॉल यांची कृषी उत्पादकता मापन पद्धत (Kendall's Method of Agricultural productivity)

एम. जी. केंडॉल (M. G. Kendall) यांनी कृषी उत्पादनक्षमतेचे मोजमाप करण्यासाठी ही पद्धत मांडली. त्यांनी गुणानुक्रम सहगुणांक पध्दत (Ranking Co-efficient) या संकल्पनेचा वापर केला. या पद्धतीत एखाद्या प्रदेशातील पिकांची उत्पादकता तपासून त्या पिकांच्या उत्पादनक्षमतेनुसार त्या प्रदेशाला गुणानुक्रम (Rank) दिला जातो. त्यामुळे कोणता प्रदेश जास्त उत्पादक आहे आणि कोणता कमी, हे ठरवता येते.

केंडॉल यांची गुणानुक्रम सहगुणांक पद्धत :

1. या पद्धतीत प्रथम संबंधित क्षेत्रातील निवडलेल्या पिकांचे हेक्टरप्रमाणे उत्पादनाचे आकडे संकलित करून तक्ता तयार करावा.
2. त्यानंतर पिकांना त्यांच्या उत्पादनाच्या प्रमाणानुसार गुणानुक्रम द्यावा.
3. सर्वाधिक उत्पादन असलेल्या पिकाला पहिला क्रमांक द्यावा.
4. सर्व पिकांना दिलेल्या गुणानुक्रमाची एकूण बेरीज करावी.
5. गुणानुक्रमाच्या एकूण बेरजेला पिकांच्या एकूण संख्येने भागावे.
6. या भागाकारातून गुणानुक्रम सहगुणांक प्राप्त होईल.

- गुणानुक्रम सहगुणांक जितका कमी असेल, तितकी त्या प्रदेशाची कृषी उत्पादकता अधिक असते.

उदा .1 खालील उदाहरणामध्ये सातारा जिल्ह्यातील काही तालुक्यातील पिकांचे उत्पादन (किलो ग्रॅम प्रति हेक्टर) दिले आहे. त्याआधारे केंडॉलच्या गुणानुक्रम सहगुणांक पध्दतीने कृषी उत्पादकता काढा.

पिके	**वाई**	**खंडाळा**	**सातारा**	**पाटण**	**कराड**
तांदूळ	1127.41	1342.86	1147.38	2385.00	2235.90
ज्वारी	1104.61	469.09	793.72	702.36	1269.09
गहू	2061.38	1962.92	1691.37	2125.27	2343.49
हरभरा	624.63	529.70	619.49	385.65	683.34
भुईमूग	860.74	772.79	819.79	1366.26	1012.58
सोयाबिन	1595.11	560.55	1111.36	1807.05	1626.14

प्रक्रिया –

1. उत्पादनानुसार क्रम लावा.
2. गुणानुक्रमांकाची बेरीज करा.
3. सहगुणांक काढा.

$$\text{सहगुणांक} = \frac{\text{गुणानुक्रमांकाची बेरीज}}{\text{पिकांची एकूण संख्या}}$$

पिके	वाई	खंडाळा	सातारा	पाटण	कराड
तांदूळ	5	3	4	1	2
ज्वारी	2	5	3	4	1
गहू	3	4	5	2	1
हरभरा	2	4	3	5	1
भुईमूग	3	5	4	1	2
सोयाबिन	3	5	4	1	2
एकूण	18	26	23	14	9

सहगुणांक काढणे -

$$\text{सहगुणांक} = \frac{\text{गुणानुक्रमांकाची बेरीज}}{\text{एकूण संख्या}}$$

1. वाई:

$$\text{सहगुणांक} = \frac{18}{6}$$

सहगुणांक = 3

2. खंडाळा:

$$\text{सहगुणांक} = \frac{26}{6}$$

सहगुणांक = 4.33

3. सातारा:

$$\text{सहगुणांक} = \frac{23}{6}$$

सहगुणांक = 3.83

4. पाटण

$$\text{सहगुणांक} = \frac{14}{6}$$

सहगुणांक = 2.33

5. कराड:

$$\text{सहगुणांक} = \frac{9}{6}$$

सहगुणांक = 1.5

वरील उदहरणामध्ये कराड तालुक्याची कृषी उत्पादकता अधिक आहे. कारण या तालुक्याचा गुणानुक्रम सहगुणांक 1.5 आहे . हा गुणानुक्रम सहगुणांक सर्वात लहान आहे. म्हणून कराड तालुक्याची कृषी उत्पादकता सर्वाधिक आहे.

उदा. 2 पुणे जिल्ह्यातील काही तालुक्यातील पिकांचे उत्पादन (किलो ग्रॅम प्रति हेक्टर) खालीलप्रमाणे आहे. त्याआधारे केंडॉलच्या गुणानुक्रम सहगुणांक पध्दतीने कृषी उत्पादकता काढा.

पिके	जुन्नर	आंबेगाव	शिरूर	खेड	मुळशी
ज्वारी	1046.22	563.29	1019.93	1526.08	943.43
गहू	2519.19	2708.43	2485.10	2778.31	1940.81
हरभरा	941.29	841.35	826.42	923.96	732.43
मका	3015.00	2095.00	1985.00	2413.75	1353.88
भुईमूग	778.958	741.393	910.47	1415.859	1314.44

b) व्हिवर पीक संगती / संयोग पद्धत (Weaver's Method of Crop Combination)

एखाद्या प्रदेशात शेतकरी कोणती पिके एकत्र घेतात, याला पीक संगती म्हणतात. शेतीचे वेगवेगळे प्रदेश ठरवण्यासाठी पीक संगतीचा अभ्यास महत्त्वाचा असतो. अमेरिकेन कृषी अभ्यासक जे. सी. व्हिवर यांनी इ. स. १९५४ मध्ये पीक संगती अभ्यासाची पद्धत मांडली. ही पद्धत शेतीचे विभाग ठरवण्यासाठी उपयोगी ठरते. या पद्धतीत संख्या आणि गुणधर्म या दोन्ही गोष्टींचा विचार केला जातो. व्हिवर यांनी अमेरिकेच्या पश्चिम-मध्य भागातील १०८१ काऊंटींचा (प्रशासकीय विभागांचा) अभ्यास केला. प्रत्येक विभागातील विविध पिकांखालील क्षेत्राची माहिती गोळा करण्यात आली. प्रत्येक पिकाखाली एकूण लागवडीपैकी किती टक्के क्षेत्र आहे, हे मोजण्यात आले. यामुळे कोणते पीक जास्त क्षेत्रावर घेतले जाते, हे समजते. ज्या पिकाखाली सर्वाधिक क्षेत्र असते, ते त्या प्रदेशातील प्रथम क्रमांकाचे पीक मानले जाते. व्हिवर यांनी प्रत्येक पिकाखालील क्षेत्राच्या टक्केवारीची तुलना सैद्धांतिक (अपेक्षित) क्षेत्राशी केली. उदा.एखाद्या भागात जर दोन पिके घेतली जात असतील, तर अपेक्षित प्रमाणे प्रत्येक पिकाखाली ५०% क्षेत्र असावे. प्रत्यक्षात मात्र हे प्रमाण वेगळे असू शकते. जर त्या भागात १० पिके घेतली जात असतील, तर सैद्धांतिक दृष्ट्या प्रत्येक पिकाखाली १०% क्षेत्र अपेक्षित धरले जाते. व्हिवर यांनी १९३९ आणि १९४९ या वर्षांसाठी १०८१ काऊंटींचे नकाशे तयार केले. या नकाशांच्या आधारे त्यांनी पीक संगतीचे प्रकार आणि त्यांची सीमा स्पष्ट केली.

पीक संगती / संयोग	**टक्के क्षेत्र**
एक पीक – मोनोकल्चर	100
दोन पीक संगती	50
तीन पीक संगती	33.33
चार पीक संगती	25
पाच पीक संगती	20
सहा पीक संगती	16.66
सात पीक संगती	14.28
आठ पीक संगती	12.5
नऊ पीक संगती	11.11
दहा पीक संगती	10

सूत्र

$$\sigma = \frac{\sum d^2}{n}$$

σ = पीक संगतीचे मूल्य

d = अपेक्षित व निरिक्षित मूल्यातील फरक

n = एकूण पिकांची संख्या

उदा. 1 खालील उदहरणांमध्ये ‘क्ष’ तालुक्यातील विविध पिकाखालील क्षेत्र टक्केवारीमध्ये दिले आहे. त्याआधारे ‘क्ष’ तालुक्यातील पीक संगती काढा .

पिके	**क्षेत्र** (%)
गहू	60
भात	25
मका	10
हरभरा	5

सूत्र

$$\sigma = \frac{\sum d^2}{n}$$

σ = विचलन /पीक संगतीचे मूल्य

d = अपेक्षित व निरपेक्षित मूल्यातील फरक

n = पिकांची संख्या

एक पीक संगती :
सैद्धांतिक अपेक्षित मूल्य =100%
गहू या पिकाची निरक्षित मूल्य = 60%

$$\sigma = (60-100)^2$$
$$= (-40)^2$$
$$= 1600$$

दोन पीक संगती:
गहू व भात
सैद्धांतिक अपेक्षित मूल्य = 50 %
गहू या पिकाची निरक्षित मूल्य = 60%
भात या पिकाची निरक्षित मूल्य = 25%

$$\sigma = (60-50)^2 + (25-50)^2$$
$$= (-10)^2 + (25)^2$$
$$= 100 + 625$$
$$= 725$$

तीन पीक संगती :

गहू , भात, मका

सैद्धांतिक अपेक्षित मूल्य = 33.33

गहू या पिकाची निरक्षित मूल्य = 60%

भात या पिकाची निरक्षित मूल्य = 25%

मका या पिकाची निरक्षित मूल्य = 10%

$$\sigma = (60-33.33)^2 + (25-33.33)^2 + (10-33.33)^2$$
$$= (26.67)^2 + (-8.33)^2 + (-23.33)^2$$
$$= 711.2889 + 69.3889 + 544.2889$$
$$= 1324.9667$$

चार पीक संगती :

गहू , भात, मका, हरभरा

सैद्धांतिक अपेक्षित मूल्य = 25

गहू या पिकाची निरक्षित मूल्य = 60

भात या पिकाची निरक्षित मूल्य = 25

मका या पिकाची निरक्षित मूल्य = 10

हरभरा या पिकाची निरक्षित मूल्य = 5

$$\sigma = (60-25)^2 + (25-25)^2 + (10-25)^2 + (5-25)^2$$
$$= (35)^2 + (0)^2 + (15)^2 + (-20)^2$$
$$= 1225+0 + 225 + 400$$
$$= 1850$$

	पीके	निरक्षित क्षेत्र (%)	अपेक्षित क्षेत्र (%)	फरक d	फरक वर्ग d^2	एकूण फरक वर्ग $\sum d^2$	$\frac{\sum d^2}{n}$
1.पीके	गहू	60	100	40	1600	1600	1600
2 पीके	गहू	60	50	10	100	725	362.5
	भात	25	50	-25	625		
3 पीके	गहू	60	33.33	26.67	711.2889	1324.9667	441.65
	भात	25	33.33	-8.33	69. 3889		
	मका	10	33.33	-23.33	544.2889		
4 पिके	गहू	60	25	35	1225	1850	462.5
	भात	25	25	0	0		
	मका	10	25	-15	225		
	हरभरा	5	25	-20	400		

निष्कर्ष: या उदाहरणात मूल्यांच्या बेरजेमध्ये कमीत कमी मूल्य 362.5 आहे व ते दोन पीक संगतीसाठी आहे . म्हणून व्हीवर पीक संगती पध्दतीनुसार 'क्ष' तालुक्यासाठी प्रमुख पीक संयोजन गहू व भात हे आहे .

उदा . 2 खालील उदहरणांमध्ये कोल्हापूर जिल्ह्यातील शाहूवाडी तालुक्यातील विविध पिकाखालील क्षेत्र टक्केवारीमध्ये दिले आहे त्याआधारे पीक संगती काढा .

पिके	**क्षेत्र**
ऊस	76
मका	10
हरभरा	3
ज्वारी	1
नाचणी	9
गहू	1

c) भाटिया पीक केंद्रीकरण पद्धत (Bhatia's Method of Crop Concentration)

भाटिया यांनी पिकांचे प्रादेशिक केंद्रीकरण मोजण्यासाठी ही पद्धत वापरली आहे. या पद्धतीत एखाद्या प्रदेशातील विशिष्ट पिकाखालील क्षेत्राची त्या प्रदेशातील सर्व पिकांखालील एकूण लागवडीखालील क्षेत्राशी तुलना केली जाते. तसेच ही तुलना संपूर्ण देशातील त्या पिकाच्या क्षेत्राशी केली जाते. या पद्धतीमुळे कोणते पीक कोणत्या भागात जास्त प्रमाणात घेतले जाते हे समजते. पिकांचे वितरण नकाशावर दाखवता येते आणि विविध पिकांची तुलना करता येते.

$$\textbf{पीक केंद्रीकरण गुणांक} = \frac{\text{प्रदेशातील अ पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील अ पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$$

उदा . 1 खालील तक्त्यात एका राज्यातील विविध पिकांखालील क्षेत्र व देशामधील त्या पिकांचे एकूण क्षेत्र दिले आहे. भाटिया यांच्या पद्धतीने पीक केंद्रीकरण गुणांक काढा.

पीक	**राज्यातील क्षेत्र (हजार हेक्टर)**	**देशामधील क्षेत्र (हजार हेक्टर)**
भात	1450	44500
ज्वारी	1200	24300
बाजरी	850	26000
ऊस	500	5300
डाळी	700	29800
एकूण लागवडीखालील क्षेत्र	4700	129900

$$\textbf{सूत्र :- पीक केंद्रीकरण गुणांक} = \frac{\text{प्रदेशातील अ पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील अ पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$$

$$\textbf{1. भात पीक केंद्रीकरण गुणांक} = \frac{\text{प्रदेशातील भात पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील भात पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$$

$$= \frac{1{,}450}{4{,}700} \div \frac{44{,}500}{1{,}29{,}900}$$

= 0.3085 ÷ 0.3425

= 0.9007

भात केंद्रीकरण गुणांक = 0.9007

$$\textbf{2. ज्वारी पीक केंद्रीकरण गुणांक} = \frac{\text{प्रदेशातील ज्वारी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील ज्वारी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$$

$$= \frac{1{,}200}{4{,}700} \div \frac{24{,}300}{1{,}29{,}900}$$

= 0.2553 ÷ 0.1870

= 1.3652

ज्वारी केंद्रीकरण गुणांक = 1.3652

3. बाजरी पीक केंद्रीकरण गुणांक $= \frac{\text{प्रदेशातील बाजरी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील बाजरी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$

$= \frac{850}{4700} \div \frac{26000}{129900}$

$= 0.1808 \div 0.2001$

$= 0.9035$

बाजरी केंद्रीकरण गुणांक = 0.9035

4.ऊस पीक केंद्रीकरण गुणांक $= \frac{\text{प्रदेशातील ऊस पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील ऊस पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$

$= \frac{500}{4700} \div \frac{5300}{129900}$

$= 0.1063 \div 0.0408$

$= 2.6053$

ऊस केंद्रीकरण गुणांक = 2.6053

5.डाळी पीक केंद्रीकरण गुणांक $= \frac{\text{प्रदेशातील डाळी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}} \div \frac{\text{संपूर्ण प्रदेशातील डाळी पिकाखालील क्षेत्र}}{\text{संपूर्ण प्रदेशातील एकूण पिकांखालील क्षेत्र}}$

$= \frac{700}{4700} \div \frac{29800}{129900}$

$= 0.1489 \div 0.2294$

$= 0.6490$

डाळी केंद्रीकरण गुणांक = 0.6490

वरील उदाहरणामध्ये वेगवेगळ्या पिकांचे केंद्रीकरण गुणांकावरून स्थानिकीकरण समजते. तसेच या उदाहरणामध्ये ऊस पिकाचा केंद्रीकरण गुणांक सर्वाधिक (2.6053) आहे. म्हणून या राज्यात ऊस या पिकाचे केंद्रीकरण सर्वाधिक झालेले आहे.

उदा. 2 खालील तक्त्यात एका राज्यातील विविध पिकाखालील क्षेत्र व देशामधील त्या पिकांचे एकूण क्षेत्र दिले आहे. भाटिया पद्धतीने पीक केंद्रीकरण गुणांक काढा.

पीक	**पंजाब (हजार हेक्टर)**	**भारत (हजार हेक्टर)**
गहू	3,500	30,500
भात	2,800	44,500
मका	600	9,800
कापूस	700	12,500
मोहरी	900	6,800
एकूण लागवडीखालील क्षेत्र	**8,500**	104100

d) गिब्स आणि मार्टिन यांची पीक विविधीकरण/विकेंद्रीकरण पद्धत (Gibbs and Martin's Method of Crop Diversification)

गिब्स–मार्टिन विविधीकरण निर्देशांक (Gibbs–Martin Index of Diversification) (1962) हा एखाद्या प्रदेशातील पीक पद्धतीतील विविधीकरणाचे प्रमाण मोजण्यासाठी उपयुक्त निर्देशांक आहे. हा निर्देशांक मोजण्यासाठी वापरलेले सूत्र पुढीलप्रमाणे आहे :

$$\textbf{पीक विविधीकरण निर्देशांक} = 1 - \frac{\Sigma X^2}{(\Sigma X)^2}$$

येथे,

X = प्रत्येक पिकाने व्यापलेल्या क्षेत्राची टक्केवारी किंवा प्रत्येक पिकाने व्यापलेले क्षेत्र (हेक्टरमध्ये).

या पध्दतीने प्रत्यक्ष आकडेवारी टक्केवारीत रूपांतरीत न करता देखील निर्देशांक मूल्य सहजपणे काढता येते. जर एखाद्या प्रदेशातील संपूर्ण क्षेत्र फक्त एका पिकाखाली असेल (म्हणजेच विशेषीकरण असेल) तर विविधीकरण निर्देशांकाचे मूल्य शून्य (0) येते; आणि जर ते क्षेत्र सर्व पिकांमध्ये समान प्रमाणात विभागले गेले असेल (म्हणजेच कमाल विविधीकरण) तर निर्देशांकाचे मूल्य 0.9 च्या जवळ जाते. त्यामुळे 10 पिकांच्या बाबतीत विविधीकरण निर्देशांकाचे मूल्य 0.1 ते 0.9 दरम्यान बदलते.

उदा . 1 खालील सारणीत एका जिल्ह्यातील प्रमुख पिकांखालील क्षेत्र दिले आहे. वरून पीक विविधीकरण निर्देशांक काढा.

अ.क्र.	**पीक प्रकार**	**पिकांखालील क्षेत्र (हजार हेक्टरमध्ये)**
1	भुईमूग	180
2	सोयाबीन	220
3	द्राक्षे	120
4	कांदा	200
5	भाजीपाला	280
एकूण लागवडीखालील क्षेत्र		1000

$$\text{पीक विविधीकरण निर्देशांक(D)} = 1 - \frac{\Sigma X^2}{(\Sigma X)^2}$$

D= पीक विविधीकरण निर्देशांक

X = प्रत्येक पिकाने व्यापलेले क्षेत्र (हेक्टरमध्ये).

पीक विविधीकरण निर्देशांक (D) काढा.

$$\text{पीक विविधीकरण निर्देशांक (D)} = 1 - \frac{\Sigma X^2}{(\Sigma X)^2}$$

$$\text{पीक विविधीकरण निर्देशांक (D)} = 1 - \frac{180^2+220^2+120^2+200^2+280^2}{(1000)^2}$$

$$= 1 - \frac{32400 + 48400 + 14400 + 40000 + 78400}{1000000}$$

$$= 1 - \frac{213600}{100000}$$

$$= 1 - 0.2136$$

पीक विविधीकरण निर्देशांक (D) = 0.7864

गिब्स आणि मार्टिन पद्धतीनुसार पीक विविधीकरण निर्देशांक (D) हा 0 ते 1 दरम्यान असतो. D चे मूल्य 1 च्या जवळ असल्यास (उदा. 0.7,0.8,0.9) त्या भागात पीक विविधीकरण जास्त असते. D चे मूल्य 0 च्या जवळ असल्यास (0.1,0.2,0.3) त्या भागात पीक विविधीकरण कमी असते. अशा वेळी प्रामुख्याने एक किंवा दोनच पिके घेतली जातात. त्यामुळे शेतीत विशेषीकरण जास्त प्रमाणात दिसून येते.

या जिल्ह्यात **पीक विविधीकरण निर्देशांक (D) हा 0.7864आहे .** त्यामुळे D चे मूल्य 1 च्या जवळ आहे त्यामुळे या जिल्ह्यात पीक विविधीकरणाचे प्रमाण जास्त असून येथे विविध प्रकारची पिके घेतली जातात.

उदा. 2. खालील सारणीत अहमदनगर जिल्ह्यातील प्रमुख पिकांखालील क्षेत्र (अंदाजे आकडेवारी) दिली आहे. त्यावरून पीक विविधीकरण निर्देशांक काढा.

अ.क्र.	पीक प्रकार	पिकांखालील क्षेत्र (हजार हेक्टरमध्ये)
1	ज्वारी	300
2	बाजरी	200
3	ऊस	250
4	कापूस	150
5	कडधान्ये	100

प्रकरण IV
वसाहतींची वैशिष्ट्ये

4.1 वसाहतीची संकल्पना (Concept of Settlement):

वसाहत म्हणजे मानवाने राहण्यासाठी, उपजीविकेसाठी व सामाजिक-आर्थिक क्रिया करण्यासाठी स्थापन केलेली स्थायी ठिकाणांची रचना होय. लोक जेथे एकत्रित किंवा विखुरलेल्या स्वरूपात राहतात आणि घरं, रस्ते, पाणीपुरवठा, शाळा, बाजार इत्यादी सुविधा विकसित झालेल्या असतात, अशा ठिकाणास वसाहत म्हणतात.

व्याख्या:

रॅटझेल (Ratzel):"मानवाने स्थायी निवासासाठी निवडलेले व विकसित केलेले ठिकाण म्हणजे वसाहत ."

टेलर (Taylor) : "मानवी जीवन व आर्थिक क्रियांचे केंद्र म्हणून विकसित झालेले निवासस्थान म्हणजे वसाहत."

वसाहतींची निर्मिती प्रामुख्याने भौगोलिक घटकांवर (भूआकार, हवामान, पाणीपुरवठा, मृदा इ.), तसेच मानवी घटकांवर (आर्थिक क्रिया, वाहतूक, संरक्षण, ऐतिहासिक व सांस्कृतिक घटक इ.) अवलंबून असते. नदीकिनारी, सुपीक मैदानात व वाहतूक मार्गांच्या जवळ वसाहत अधिक विकसित झालेली आढळते.

4.2 वसाहतींचे प्रकार आणि वैशिष्ट्ये (Types and Characteristics of Settlements)

वसाहतींचे प्रकार विविध आधारांवर केले जाते. स्वरूपानुसार वसाहतींचे ग्रामीण व नागरी वसाहत, लोकसंख्येच्या घनतेनुसार दाट व विखुरलेली वसाहत, नियोजनाच्या आधारावर नियोजित व अनियोजित वसाहत, कार्यानुसार कृषी, औद्योगिक, व्यापारी व प्रशासकीय वसाहत, तर स्थानानुसार नदीकिनारी, सागर किनारी, डोंगराळ व मैदानी वसाहत इ. प्रकार पाडले जातात.

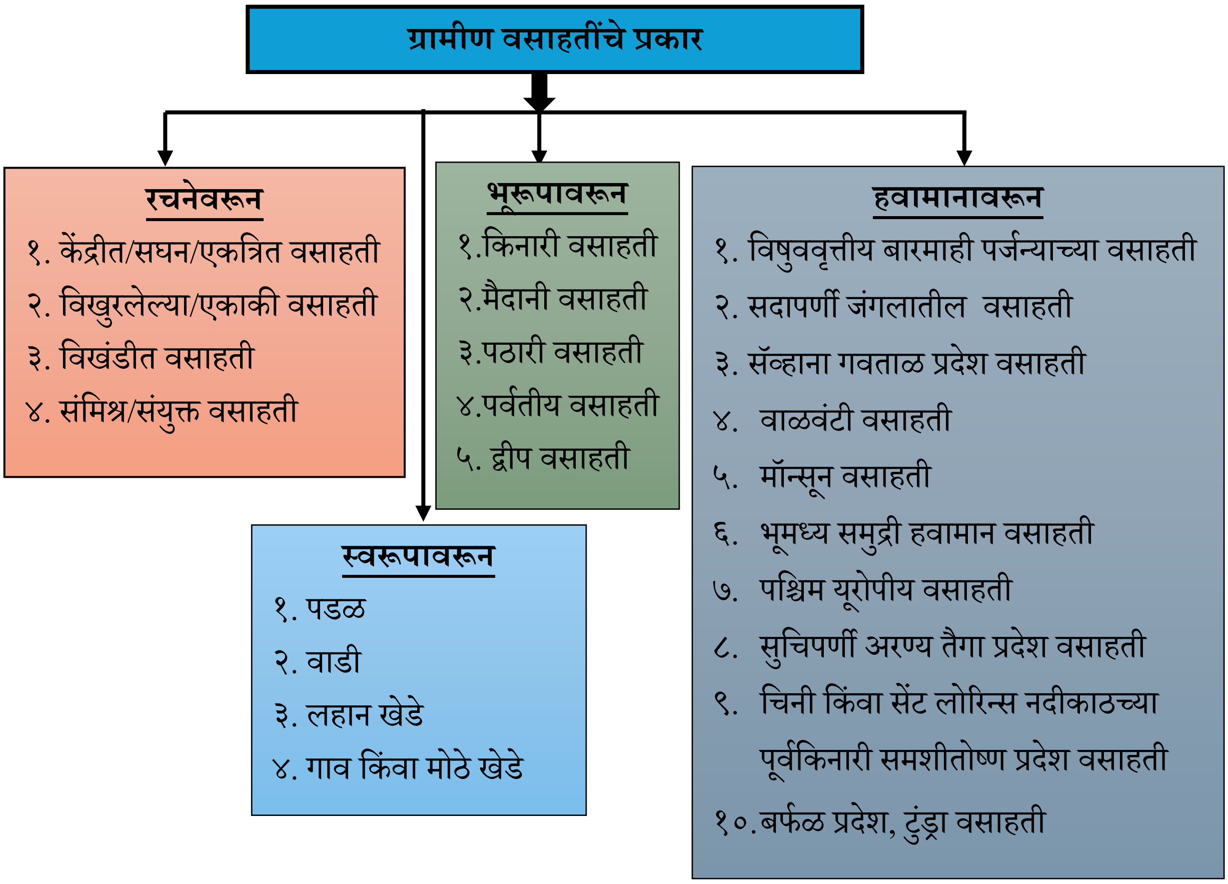
1) ग्रामीण वसाहत (Rural Settlement)

ग्रामीण वसाहत ही प्रामुख्याने शेतीप्रधान असून येथे लोकांचे जीवन नैसर्गिक वातावरणाशी जवळून निगडित असते. ग्रामीण भागात लोक शेती, पशुपालन, मासेमारी, वनोद्योग व खाणकाम यांसारख्या प्राथमिक व्यवसायांमध्ये गुंतलेले असतात.

ग्रामीण वसाहतींची वैशिष्ट्ये

i. ग्रामीण वसाहत आकाराने लहान असते व तेथे लोकसंख्येची घनता कमी असते.
ii. ग्रामीण वसाहतींवर हवामान व भूआकार यांसारख्या नैसर्गिक घटकांचा प्रभाव अधिक असतो.
iii. ग्रामीण वसाहत प्रामुख्याने शेती व इतर प्राथमिक व्यवसायांवर अवलंबून असते.
iv. ग्रामीण भागात दैनंदिन गरजा मर्यादित असून जीवनशैली साधी असते.
v. ग्रामीण समाजात सामाजिक सलोखा व परस्पर सहकार्य अधिक आढळते.
vi. ग्रामीण भागात दळणवळण व वाहतूक साधने मर्यादित असतात.
vii. ग्रामीण वसाहतींमध्ये शिक्षण, आरोग्य व इतर पायाभूत सुविधांची कमतरता आढळते.

ग्रामीण वसाहतींचे प्रकार:



2) नागरी वसाहत (Urban Settlement)

नागरी वसाहतींमध्ये लोकसंख्या व लोकसंख्या घनता अत्यंत जास्त असते. ही वसाहत उपजीविकेची साधने, उद्योग, व्यापार, सेवा व प्रशासकीय क्रियांवर आधारित असते. येथे बहुमजली इमारती, वाहतूक व्यवस्था, शिक्षण व आरोग्य सुविधा उपलब्ध असतात. रोजगाराच्या संधींमुळे ग्रामीण भागातून शहरांकडे मोठ्या प्रमाणावर स्थलांतर होते.

नागरी वसाहतींची वैशिष्ट्ये

i. नागरी वसाहत उद्योग, व्यापार व प्रशासन अशा बहुउद्देशीय स्वरूपाची असते.
ii. नागरी भागात शिक्षण, आरोग्य व विविध सेवा सुविधा उत्कृष्ट व विकसित असतात.
iii. नागरी वस्त्यांमध्ये वाहतूक व दळणवळण व्यवस्था प्रगत स्वरूपाची असते.
iv. नागरी भागात रोजगाराच्या संधी मोठ्या प्रमाणावर उपलब्ध असतात.
v. नागरी समाजात सामाजिक व आर्थिक विषमता स्पष्टपणे आढळते.
vi. नागरी वसाहतींमध्ये प्रदूषण, वाहतूक कोंडी व गुन्हेगारीसारख्या समस्या आढळतात.

नागरी वस्त्यांचे उपप्रकार

अनु. क्र.	नागरी वसाहतींचे प्रकार	लोकसंख्येचा आकार	प्रमुख वैशिष्ट्ये
1	**नगर (Town)**	20,000 ते 1,00,000	स्थानिक व्यापार व सेवा, मर्यादित उद्योग, ग्रामीण–नागरी दुवा, मध्यम सुविधा
2	**शहर (City)**	1 लाख ते 10 लाख	विविध आर्थिक क्रिया, प्रशासकीय महत्त्व, विकसित बाजारपेठा व सेवा
3	**महानगर (Metropolitan City)**	10 लाख पेक्षा अधिक	राज्य/राष्ट्रीय केंद्र, उच्चस्तरीय उद्योग, शिक्षण व वाहतूक
4	**मेगासिटी (Mega City)**	1 कोटीपेक्षा अधिक	जागतिक आर्थिक व सांस्कृतिक प्रभाव, अतिदाट लोकसंख्या, जटिल समस्या
5	**उपनगर (Suburban Settlement)**	शहरालगत वाढणारी लोकसंख्या	निवासी वसाहती, मुख्य शहरावर अवलंबित्व, कमी घनता
6	**औद्योगिक वसाहत (Industrial Settlement)**	-	कारखाने, रोजगार केंद्र, कच्चा माल व वाहतूक सुविधा

3) लोकसंख्येच्या घनतेनुसार वसाहतींचे प्रकार:

i. **दाट वसाहत (Dense Settlement) :** दाट वसाहतींमध्ये मर्यादित जागेत मोठ्या प्रमाणावर लोकसंख्या राहते. अशा वसाहतींमध्ये बहुमजली इमारती व उच्च लोकसंख्या घनता आढळते. मोठी शहरे व महानगरे दाट वसाहतींची उदाहरणे आहेत.

ii. **विखुरलेली वसाहत (Sparse Settlement) :** विखुरलेल्या वसाहतींमध्ये लोकसंख्या कमी व घरांमधील अंतर जास्त असते. अशा वसाहती प्रामुख्याने डोंगराळ, वाळवंटी किंवा दुर्गम प्रदेशात आढळतात.

4) नियोजनाच्या आधारावर वसाहतींचे प्रकार:

i. **नियोजित वसाहत (Planned Settlement) :** नियोजित वसाहती पूर्वनियोजनानुसार विकसित केल्या जातात. रस्ते, वीज, पाणीपुरवठा, शिक्षण, आरोग्य व वाहतूक सुविधा नियोजित पद्धतीने विकसित केलेल्या असतात. चंदीगड व नवी मुंबई ही याची उदाहरणे आहेत.

ii. **अनियोजित वसाहत (Unplanned Settlement) :** अनियोजित वस्त्या कोणत्याही नियोजनाशिवाय विकसित झालेल्या असतात. या वसाहतींमध्ये पायाभूत सुविधांचा अभाव आढळतो. यामध्ये झोपडपट्ट्यांचा समावेश होतो.

5) कालावधीनुसार वसाहतींचे प्रकार:

i. **तात्पुरती वसाहत** : या वसाहती विशिष्ट कालावधीसाठी किंवा विशिष्ट कामासाठी वसवल्या जातात. काम पूर्ण झाले किंवा परिस्थिती बदलली की या वसाहती रिकाम्या होतात. या वसाहतींमध्ये घरे कच्च्या स्वरूपाची) असतात. उदा. ऊसतोड कामगार यांच्या वस्त्या, मोठे महामार्ग, धरणे यांसारखे स्थापत्य प्रकल्पांमधील कामगारांच्या वस्त्या इ.

ii. **कायमस्वरूपी वसाहत :** येथे लोक पिढ्यानपिढ्या एकाच ठिकाणी राहतात. या वस्त्यांमध्ये दगड, विटा, सिमेंट किंवा स्थानिक उपलब्ध साहित्यापासून पक्की घरे बांधलेली असतात. रस्ते, पाणीपुरवठा, वीज, शाळा आणि बाजारपेठ यांसारख्या सुविधा येथे कायमस्वरूपी विकसित झालेल्या असतात. सर्व खेडी, गावे, शहरे आणि महानगरे ही कायमस्वरूपी वस्त्यांची उदाहरणे आहेत.

प्रात्याक्षिक (Practical Exercise):

a) एच. जे. नेल्सन यांची शहर वर्गीकरण पद्धत (H. J. Nelson's Method of Classification of Towns)

प्रस्तावना

एच. जे. नेल्सन यांनी १९५५ मध्ये शहरांच्या कार्यात्मक वर्गीकरणाची (Functional Classification) एक सांख्यिकीय पद्धत विकसित केली. नेल्सन यांनी १९५० च्या जनगणनेतील माहितीच्या आधारे ८९७ शहरांचा अभ्यास करून अमेरिकेतील प्रमुख महानगर क्षेत्रे, नागरी क्षेत्रे आणि १०,००० किंवा त्याहून अधिक लोकसंख्या असलेल्या नागरी भागांचे वर्गीकरण केले.

एच. जे. नेल्सन यांनी "A Service Classification of American Cities" या शोधनिबंधात ही पद्धत मांडली. नेल्सन यांची पद्धत ही पूर्णपणे प्रमाणित विचलन (Standard Deviation - SD) या सांख्यिकीय सूत्रावर आधारित आहे.

नेल्सन यांनी १०,००० पेक्षा जास्त लोकसंख्या असलेल्या शहरांचा अभ्यास केला आणि शहरांमधील रोजगाराच्या आधारे ९ मुख्य श्रेणी ठरवल्या.

नेल्सन यांच्या वर्गीकरणानुसार शहरांचे प्रकार

श्रेणी	वैशिष्ट्य
उत्पादन (Manufacturing)	कारखाने आणि जड उद्योग असलेली शहरे.
किरकोळ व्यापार (Retail Trade)	मोठी बाजारपेठ आणि ग्राहकांसाठी दुकाने जास्त असलेली शहरे.
व्यावसायिक सेवा (Professional Services)	आरोग्य, शिक्षण आणि कायदेशीर सेवांचे केंद्र असलेली शहरे.
वाहतूक आणि दळणवळण (Transport and Communication)	रस्ते सुलभता असणारी ठिकाणे, रेल्वे जंक्शन, बंदरे किंवा विमान तळांची शहरे.
वैयक्तिक सेवा (Personal Service)	हॉटेल, मनोरंजन आणि घरगुती सेवा देणारी शहरे.
सार्वजनिक प्रशासन (Public Administration)	राजधानीची शहरे किंवा जिथे सरकारी कार्यालये जास्त असलेली शहरे.
घाऊक व्यापार (Wholesale Trade)	मोठ्या प्रमाणावर मालाची साठवणूक आणि वितरण करणारी केंद्र असलेली शहरे.
वित्त, विमा, स्थावर मालमत्ता (Finance, Insurance, Real Estate)	बँकिंग आणि शेअर बाजार केंद्र असलेली शहरे.
खाणकाम (Mining)	नैसर्गिक संसाधने काढण्यावर आधारित शहरे.

प्रमाणित विचलन पद्धतीनुसार शहरांचे विशेषीकरण:

नेल्सन यांनी प्रमाणित विचलन (Standard Deviation - SD) वापरून शहरांचे वर्गीकरण केले. प्रमाणित विचलन पद्धत ही शहरांचे कार्यात्मक विशेषीकरण ठरवण्यासाठी वापरली जाणारी सांख्यिकीय पद्धत आहे. या पद्धतीत शहरातील विविध आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी असलेल्या कार्यरत लोकसंख्येच्या टक्केवारीचा आधार घेतला जातो. प्रथम प्रत्येक आर्थिक क्रियेसाठी सर्व शहरांची सरासरी (Mean) व प्रमाणित विचलन (σ) काढले जाते. यानंतर प्रत्येक शहरासाठी Z-स्कोअर काढून त्या शहराचे विशेषीकरण ठरवले जाते.

$$\boldsymbol{Z} = \frac{\mathrm{X} - \bar{\mathrm{X}}}{\sigma}$$

येथे ,

Z : शहराचे विशेषीकरण दर्शवणारा निर्देशांक

X : त्या शहरातील संबंधित आर्थिक क्रियेतली लोकसंख्येची टक्केवारी

X̄: सर्व शहरांची त्या क्रियेतील सरासरी टक्केवारी

σ : संबंधित आर्थिक क्रियेचे प्रमाणित विचलन

नेल्सन यांच्या पद्धतीनुसार, Z-Value आधारित शहराचे विशेषीकरण ठरवण्यासाठी तक्ता

Z-Value श्रेणी	**विशेषीकरणाचा प्रकार**
Z ≥ +3	अतिशय टोकाचे / अपवादात्मक विशेषीकृत शहर
Z = +2 ते +3	अत्यंत विशेषीकृत शहर
Z = +1 ते +2	विशेषीकृत शहर
Z = 0 ते +1	अविशेषीकृत / सामान्य (सरासरीच्या आसपास)
Z = –1 ते 0	कमी विशेषीकृत शहर
Z ≤ –1	त्या क्रियेत अत्यल्प सहभाग / अप्रधान शहर

उदा. क्र. १ : खाली दिलेल्या आकडेवारीच्या सहाय्याने एच.जे. नेल्सन यांच्या पद्धतीनुसार शहरांचे वर्गीकरण करा.

विविध शहरांमध्ये आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्या

शहर	आर्थिक क्रिया					
	उद्योग	व्यापार	वाहतूक	सेवा	प्राथमिक	एकूण
A	187,500	195,000	97,500	137,500	30,000	647,500
B	155,000	145,000	75,000	205,000	45,000	625,000
C	130,000	125,000	110,000	165,000	75,000	605,000
D	140,000	120,000	65,000	175,000	85,000	585,000
E	160,000	110,000	70,000	145,000	90,000	575,000

पायरी १: आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्येची टक्केवारी काढणे.

सूत्र:

विशिष्ट आर्थिक क्रियेमध्ये सहभागी लोकसंख्येची टक्केवारी

$$= \frac{\text{विशिष्ट आर्थिक क्रियेत सहभागी लोकसंख्या}}{\text{शहरातील विविध आर्थिक क्रियांमधील एकूण लोकसंख्या}} \times १००$$

A शहरांमधील विविध आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्येची टक्केवारी (%)

$$\text{उद्योग} = \frac{187500}{647500} \text{ X } 100$$

उद्योग = 29 %

$$\text{व्यापार} = \frac{195000}{647500} \text{ X } 100$$

व्यापार = 30 %

$$\text{वाहतूक} = \frac{97500}{647500} \text{ X } 100$$

वाहतूक = 15 %

$$\text{सेवा} = \frac{137500}{647500} \text{ X } 100$$

सेवा = 21 %

$$\text{प्राथमिक} = \frac{30000}{647500} \times 100$$

$$\text{प्राथमिक} = 5\ \%$$

टीप: वरील सुत्राप्रमाणे उर्वरित शहरांतील विविध आर्थिक क्रियेमध्ये सहभागी लोकसंख्येची टक्केवारी खालीलप्रमाणे येईल.

विविध शहरांमधील विविध आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्येची टक्केवारी(%)

शहर	उद्योग	व्यापार	वाहतूक	सेवा	प्राथमिक	एकूण
A	29	30	15	21	5	100
B	25	23	12	33	7	100
C	21	21	18	27	13	100
D	24	21	11	30	14	100
E	28	19	12	25	16	100

पायरी २: विविध आर्थिक क्षेत्रांची सरासरी आणि प्रमाणित विचलन (σ) काढणे.

सूत्रे :

$$\text{सरासरी टक्केवारी: } \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$\sum X$ = विविध शहरांमधील आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्येच्या टक्केवारीची बेरीज

n = एकूण शहरांची संख्या

$$\text{व्यापार क्षेत्राची सरासरी टक्केवारी} = \frac{30+23+21+21+19}{5} = 22.8$$

$$\text{प्रमाणित विचलन } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

येथे

X= विशिष्ट आर्थिक क्रियेतील लोकसंख्येची टक्केवारी

$\bar{X}$ =विशिष्ट आर्थिक क्रियेतील लोकसंख्येच्या टक्केवारीची सरासरी

n=एकूण शहरांची संख्या

व्यापार क्षेत्रासाठी प्रमाणित विचलन

$$= \sqrt{\frac{\sum (\text{व्यापार क्षेत्रातील लोकसंख्येची टक्केवारी} - \text{व्यापार क्षेत्रातील लोकसंख्येच्या टक्केवारीची सरासरी})^2}{\text{एकूण शहरांची संख्या} - 1}}$$

प्रत्येक शहरातील व्यापार क्षेत्रातील लोकसंख्येची टक्केवारी आणि सरासरी यातील अंतराचे वर्ग $\sum(x - \overline{x})^2$ काढणे.

शहर	X (व्यापार %)	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
A	30	30 − 22.8 = **7.2**	51.84
B	23	0.2	0.04
C	21	−1.8	3.24
D	21	−1.8	3.24
E	19	−3.8	14.44

$\sum(x - \overline{x})^2$ = 51.84 + 0.04 + 3.24 + 3.24 + 14.44 = 72.8

$$\sigma = \sqrt{\frac{72.8}{5-1}} = \sqrt{\frac{72.8}{4}} = \sqrt{18.25} = 4.26$$

वरील सुत्राप्रमाणे उर्वरित आर्थिक क्रियेमध्ये सहभागी लोकसंख्येची सरासरी आणि प्रमाणित विचलन खालीलप्रमाणे येईल.

विविध शहरांमधील विविध आर्थिक क्रियेमध्ये सहभागी लोकसंख्येची सरासरी आणि प्रमाणित विचलन

क्षेत्र	उद्योग	व्यापार	वाहतूक	सेवा	प्राथमिक
सरासरी ($\bar{X}$)	25.4	22.8	13.6	27.2	11.0
प्रमाणित विचलन (σ)	3.0	4.3	2.7	4.5	4.6
+1 SD	28.4	26.9	16.3	31.7	15.6
+2 SD	31.4	31.0	19.0	36.2	20.2
+3 SD	34.4	35.1	21.7	40.7	24.8

पायरी ३: विशेषतता गुणांक Z score (Specialization Score) काढणे

सूत्र:

$$\text{विशेषतता गुणांक} = \frac{\text{विशिष्ट आर्थिक क्रियेतील शहराची टक्केवारी} - \text{आर्थिक क्षेत्राची सरासरी}}{\text{प्रमाणित विचलन}}$$

A साठी उद्योग क्षेत्राचा गुणांक:

$$= \frac{\text{A ची व्यापार क्षेत्रातील लोकसंख्येची टक्केवारी} - \text{व्यापार क्षेत्राची सरासरी}}{\text{व्यापार क्षेत्राचे प्रमाणित विचलन}}$$

$$= \frac{30 - 22.8}{4.3} = 1.67$$

याप्रमाणे उर्वरित सर्व शहरांचे विविध आर्थिक क्रियांमधील विशेषतता गुणांक (Specialization Score) काढून खालील तक्त्यामध्ये दर्शविले आहे.

विशेषतता गुणांक (Specialization Score)

शहर	उद्योग	व्यापार	वाहतूक	सेवा	प्राथमिक
A	1.20	**1.67**	0.52	-1.38	-1.30
B	-0.13	0.05	-0.59	**1.29**	-0.87
C	-1.47	-0.42	**1.63**	-0.04	0.43
D	-0.47	-0.42	-0.96	0.62	0.65
E	0.87	-0.88	-0.59	-0.49	**1.09**

पायरी ४: विविध शहरांचे नेल्सन पद्धतीनुसार वर्गीकरण

'X' देशातील प्रमुख शहरांचे नेल्सन पद्धतीनुसार वर्गीकरण

शहर	विशेषतता गुणांक Z score with sector	नेल्सन वर्गीकरण	विश्लेषण
A	व्यापार (1.67) आणि उद्योग (1.20)	व्यापारी आणि औद्योगिक केंद्र	येथे दोन क्षेत्रांत +1 पेक्षा जास्त गुण आहेत. त्यामुळे हे शहर 'व्यापार' आणि 'उद्योग' अशा दोन्ही श्रेणीत येते.
B	सेवा (1.29)	सेवा प्रधान शहर	फक्त सेवा क्षेत्रात +1 ची मर्यादा ओलांडली आहे.
C	वाहतूक (1.63)	वाहतूक केंद्र	वाहतूक क्षेत्रात उच्च विशेषीकरण दर्शवते.
D	कोणतेही नाही (सर्व गुणांक < 1.0)	बहुउद्देशीय (Diversified) शहर	कोणत्याही एका क्षेत्रात विशेष प्राविण्य नाही, म्हणून हे शहर 'Diversified' मानले जाते.
E	प्राथमिक (1.09)	प्राथमिक/कृषी प्रधान शहर	प्राथमिक क्षेत्राचा गुणांक १ पेक्षा जास्त असल्याने हे कृषी आधारित शहर आहे.

निष्कर्ष

वरील तक्त्यातील नेल्सन पद्धतीनुसार काढलेल्या विशेषतता गुणांक (Z-score) च्या आधारे शहरांचे कार्यात्मक स्वरूप स्पष्ट होते. नेल्सन पद्धतीनुसार, ज्या आर्थिक क्षेत्राचा Z-score +1.0 किंवा त्यापेक्षा जास्त असतो, ते क्षेत्र त्या शहराचे प्रमुख कार्य मानले जाते.

शहर A मध्ये व्यापार (1.67) आणि उद्योग (1.20) या दोन्ही क्षेत्रांचे Z-score +1 पेक्षा जास्त असल्याने हे शहर व्यापारी-औद्योगिक केंद्र म्हणून विकसित झालेले दिसते. शहर B मध्ये सेवा क्षेत्राचा Z-score 1.29 असून इतर क्षेत्रांपेक्षा तो जास्त असल्यामुळे हे शहर सेवा प्रधान शहर म्हणून ओळखले जाते. शहर C मध्ये वाहतूक क्षेत्राचा Z-score 1.63 असल्याने ते शहर वाहतूक केंद्र म्हणून विशेषीकृत झालेले आहे. शहर D मध्ये कोणत्याही आर्थिक क्षेत्राचा Z-score +1.0 पेक्षा जास्त नाही; त्यामुळे हे शहर बहुउद्देशीय (Diversified) स्वरूपाचे असून विविध आर्थिक क्रिया संतुलित प्रमाणात आढळतात.शहर E मध्ये प्राथमिक (कृषी) क्षेत्राचा Z-score 1.09 असल्याने हे शहर प्राथमिक / कृषी प्रधान शहर म्हणून वर्गीकृत करता येते.

उदा. क्र. २ खाली दिलेल्या आकडेवारीच्या सहाय्याने एच.जे. नेल्सन यांच्या पद्धतीनुसार शहरांचे वर्गीकरण करा.

'X' देशातील प्रमुख शहरांची आर्थिक क्रियांमध्ये सहभागी लोकसंख्या

शहर	उद्योग	व्यापार	वाहतूक	सेवा	पर्यटन	प्राथमिक	एकूण लोकसंख्या (2011)
मुंबई	4,603,572	4,235,286	2,578,000	3,866,857	1,105,000	2,025,573	18,414,288
दिल्ली	4,087,458	3,760,462	2,288,976	3,434,454	980,000	1,798,481	16,349,831
कोलकाता	3,528,134	3,245,884	1,975,755	3,050,385	760,000	1,552,378	14,112,536
चेन्नई	2,174,003	2,000,083	1,217,442	1,827,923	520,000	956,559	8,696,010
बेंगळुरू	2,124,850	1,954,862	1,189,916	1,884,838	410,000	934,933	8,499,399
शिमला	8,479	16,958	11,870	39,003	54,265	38,003	169,578

b) निकटतम शेजारी विश्लेषण (Nearest Neighbour Analysis)

प्रस्तावना:

निकटतम शेजारी विश्लेषण (Nearest Neighbour Analysis) भौगोलिक अभ्यासात खूप महत्त्व आहे. हे तंत्र प्रामुख्याने एखाद्या प्रदेशातील बिंदूंच्या (Points) वितरणाचा कल किंवा आकृतीबंध (Pattern) मोजण्यासाठी वापरले जाते. निकटतम शेजारी विश्लेषण पद्धतीचा वापर सर्वप्रथम पी. हर्ट्झ यांनी 1909 साली केला. त्यांनतर क्लार्क आणि इव्हान्स (1954) या दोन अमेरिकन विद्वानांनी या पद्धतीचा पुढे विकास केला. भूगोलात याचा वापर वसाहतींचे वितरण (Settlement Patterns), उद्योगांचे स्थान किंवा सेवा केंद्रांचे वितरण समजून घेण्यासाठी केला जातो. या पद्धतीत, प्रत्येक बिंदू (उदा. एखादे गाव) आणि त्याच्या सर्वात जवळ असलेला दुसरा बिंदू यांच्यातील सरासरी अंतराची तुलना केली जाते.

सूत्र :

$$Rn = \frac{D_{obs}}{D_{exp}}$$

येथे:

D_{obs} (Observed Mean Distance) **निरीक्षित सरासरी अंतर**: नकाशावर मोजलेले प्रत्यक्ष सरासरी अंतर.

D_{exp} (Expected Mean Distance) **अपेक्षित सरासरी अंतर**: यादृच्छिक (Random) वितरणात अपेक्षित असलेले सरासरी अंतर.

Rn (Nearest Neighbour Index): वितरणाचा प्रकार दर्शवणारा निर्देशांक.

Dobs **- निरीक्षित सरासरी अंतर (Observed Mean Distance) -** प्रत्येक वसाहतीच्या सर्वात जवळच्या वसाहतीचे सरासरी अंतर

$$D_{obs} = \frac{\sum d}{N}$$

$\sum d$: प्रत्येक वसाहतीच्या सर्वात जवळच्या वसाहतीच्या अंतरांची बेरीज.

N: एकूण वसाहतींची संख्या

- D_{exp} **- अपेक्षित सरासरी अंतर (Expected Mean Distance)**

$$D_{exp} = \frac{1}{2\sqrt{N/A}}$$

N: एकूण वसाहतींची संख्या   A: एकूण क्षेत्रफळ

- **निकटतम शेजारी निर्देशांक (Rn) चे अर्थ:**

Rn मूल्य	**वितरणाचा प्रकार**	**स्पष्टीकरण**
Rn < 1	केंद्रित (Clustered)	सर्व बिंदू एकाच ठिकाणी एकत्र आहेत.
Rn = 1.0	यादृच्छिक (Random)	बिंदूंचे वितरण विखुरलेले आहे, पण त्यात कोणताही ठराविक नियम नाही.
Rn > 1	नियमित (Uniform)	प्रत्येक बिंदू एकमेकांपासून समान अंतरावर आहे.

*Rn चे मूल्य 0 ते 2.15 च्या दरम्यान असते.

- **निकटतम शेजारी विश्लेषण महत्त्व**

i. **वसाहतींच्या वितरणाचा अभ्यास:** गावे, शहरे व नागरी वसाहती एकत्रित, अनियमित किंवा नियमित स्वरूपात वितरित झाल्या आहेत का, हे ठरवण्यासाठी ही पद्धत प्रभावी ठरते.

ii. **तुलनात्मक अभ्यास:** दोन वेगवेगळ्या प्रदेशांतील (उदा. पठारी प्रदेश व पर्वतीय प्रदेश) वस्त्यांच्या वितरणाची तुलना करण्यासाठी हे तंत्र उपयुक्त ठरते.

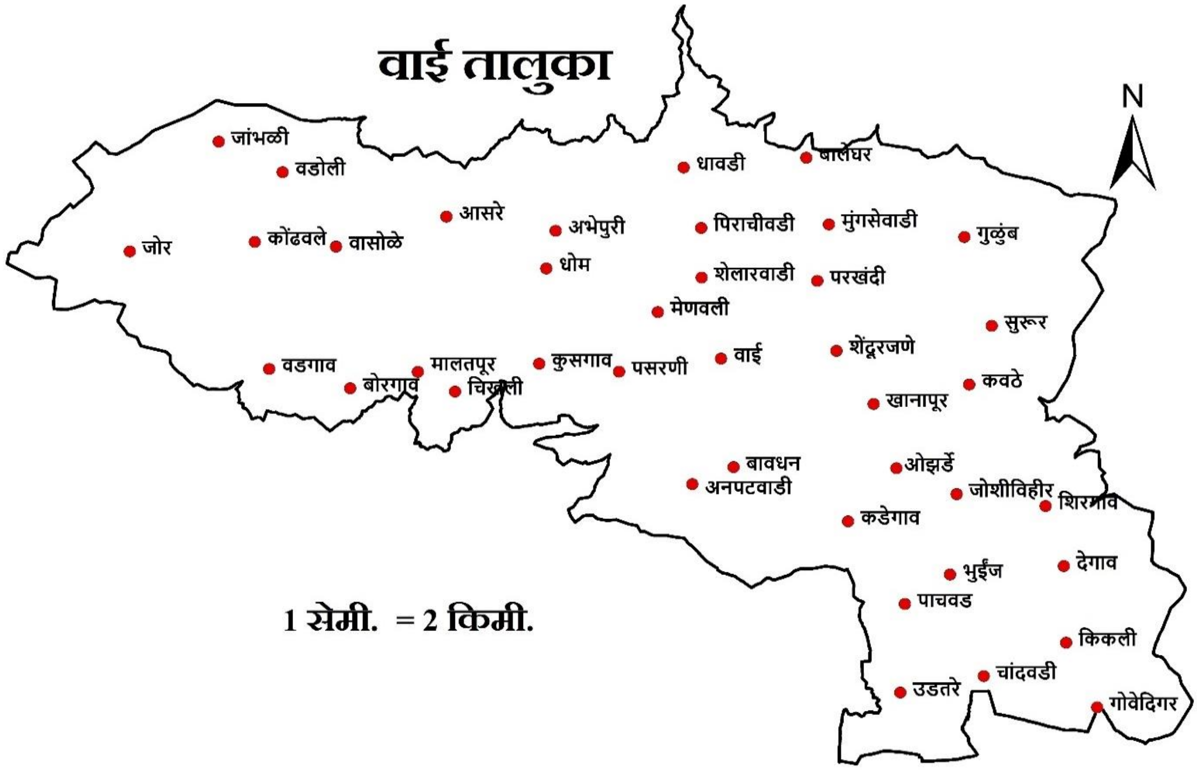
iii. **नकाशाशास्त्र:** नकाशावर बिंदूंचे विश्लेषण करण्यासाठी हे सर्वात अचूक सांख्यिकीय साधन मानले जाते.

iv. **पर्यावरणीय व वनस्पती अभ्यास:** जंगलातील झाडांचे वितरण, प्राणी अधिवास, जैवविविधता यांचे **स्थानिक नमुने ओळखण्यासाठी** ही पद्धत वापरली जाते.

v. **वस्तुनिष्ठ व वैज्ञानिक विश्लेषण:** वर्णनात्मक अभ्यासाऐवजी सांख्यिकीय आधारावर निष्कर्ष काढता येतात, त्यामुळे अभ्यास अधिक अचूक व विश्वसनीय होतो.

vi. **नागरी नियोजनासाठी उपयुक्त:** सेवा केंद्रांची योग्य मांडणी, आरोग्य, शिक्षण व वाहतूक सुविधा नियोजन या साठी उपयुक्त ठरते.

उदा. 1 खाली दिलेल्या नकाशाच्या सहाय्याने निकटतम शेजारी विश्लेषण करा.



एकूण गावांची संख्या (N): 40, वाई तालुक्याचे क्षेत्रफळ (A): 624 चौ.किमी

पायरी १: प्रत्येक गावाचे निकटतम शेजारी आणि अंतर मोजणे.

प्रत्येक गाव आणि त्याचे निकटतम गाव व अंतर यांचे मोजमाप करून प्रमाणानुसार अंतराचे किमी. मध्ये रूपांतर केले आहे.

*प्रत्येक गावाचे निकटतम शेजारी आणि अंतर सेमी. मध्ये

निकटतम गाव व अंतर

अ. क्र.	गावाचे नाव	नजीकचे गाव	नजीकच्या गावाचे अंतर (से.मी.)	नजीकच्या गावाचे अंतर (कि.मी.)
1	वाई	मेणवली	1.55	3.1
2	बावधन	अनपट वाडी	0.85	1.7
3	अनपट वाडी	बावधन	0.85	1.7
4	कवठे	सुरूर	1.25	2.5
5	जोशीविहीर	ओझर्डे	1.25	2.5
6	सुरूर	कवठे	1.2	2.4
7	खानापूर	शेंदूरजणे	1.25	2.5
8	ओझर्डे	जोशीविहीर	1.25	2.5
9	पसरणी	मेणवली	1.4	2.8
10	धावडी	पिराचीवडी	1.25	2.5
11	शेंदूरजणे	खानापूर	1.2	2.4
12	किकली	गोवेदिगर	1.4	2.8
13	गोवेदिगर	किकली	1.4	2.8
14	चांदवडी	उडतरे	1.65	3.3
15	उडतरे	चांदवडी	1.05	3.3
16	पाचवड	भुईंज	1.05	2.1
17	भुईंज	पाचवड	1.4	2.1
18	कडेगाव	ओझर्डे	1.15	2.8
19	परखंदी	मुंगसेवाडी	1.15	2.3
20	मुंगसेवाडी	परखंदी	1.05	2.3

अ.क्र.	गावाचे नाव	नजीकचे गाव	नजीकच्या गावाचे अंतर (से.मी.)	नजीकच्या गावाचे अंतर (कि.मी.)
21	गुळुंब	सुरूर	1.85	3.7
22	बालेघर	सुरूर	1.4	2.8
23	अभेपुरी	धोम	0.75	1.5
24	कुसगाव	पसरणी	1.55	3.1
25	चिखली	मालतपूर	0.8	1.6
26	मालतपूर	चिखली	0.8	1.6
27	बोरगाव	मालतपूर	1.35	2.7
28	वडगाव	बोरगाव	1.6	3.2
29	जोर	कोंढवले	2.4	4.8
30	कोंढवले	वडोली	1.45	2.9
31	जांभळी	वडोली	1.35	2.7
32	वडोली	जांभळी	1.35	2.7
33	वासोळे	कोंढवले	1.55	3.1
34	धोम	अभेपुरी	0.75	1.5
35	मेणवली	शेलारवाडी	1.1	2.2
36	पिराचीवडी	शेलारवाडी	0.95	1.9
37	शेलारवाडी	पिराचीवडी	0.95	1.9
38	शिरगाव	देगाव	1.25	2.5
39	देगाव	शिरगाव	1.25	2.5
40	आसरे	अभेपुरी	2.1	4.2
एकूण अंतर				**103.5 किमी**

पायरी २: D_{obs} (Observed Mean Distance) निरीक्षित सरासरी अंतर काढणे.

$$D_{obs} = \frac{\sum d}{N}$$

$$= \frac{103.5}{40}$$

$$= 2.59 \text{ कि.मी.}$$

पायरी ३: D_{exp} (Expected Mean Distance) अपेक्षित सरासरी अंतर काढणे.

$$D_{exp} = \frac{1}{2\sqrt{N/A}}$$

$$D_{exp} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{40}{624}}} = \frac{1}{2\sqrt{0.06410}} = \frac{1}{2\times 0.2531} = \frac{1}{0.2531}$$

$$= 1.98 \text{ कि.मी.}$$

पायरी ४: निकटतम शेजारी निर्देशांक (Rn) काढणे:

Rn चे मूल्य

$$Rn = \frac{D_{obs}}{D_{exp}}$$

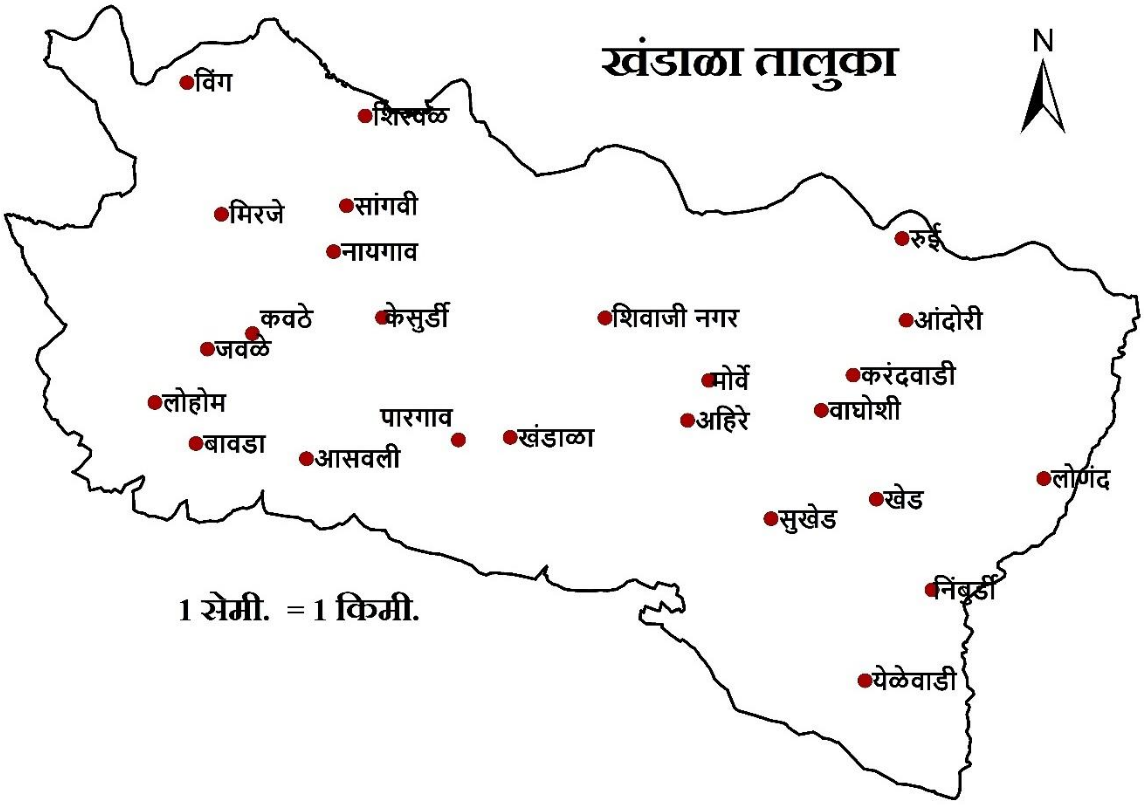
$$Rn = \frac{2.59}{1.98}$$

$$Rn = 1.31$$

निष्कर्ष:

वाई तालुक्यातील गावांच्या वितरणासाठी काढलेला Nearest Neighbour Index (Rn) = 1.31 आहे. वाई तालुक्यातील गावे पूर्णपणे नियमित नसून एकमेकांपासून तुलनेने समसमान अंतरावर पसरलेली असून मध्यम प्रमाणात विखुरलेली दिसतात. वाई तालुक्याची भौगोलिक रचना, कृषीप्रधान स्वरूप, नैसर्गिक संसाधनांचे तुलनेने समतोल वितरण तसेच ऐतिहासिक व प्रशासनिक घटक यांमुळे हे वितरण घडून आलेले असल्याचे दिसून येते.

उदा. 2 खाली दिलेल्या नकाशाच्या सहाय्याने निकटतम शेजारी विश्लेषण करा.



c) डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक (Demongeon's Coefficient of Dispersion)

प्रस्तावना:

डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक (Demangeon's Coefficient of Dispersion) हा लोकसंख्येच्या वितरणाचा अभ्यास करण्यासाठी वापरला जाणारा निर्देशांक आहे. फ्रेंच भूगोलतज्ज्ञ अल्बर्ट डेमॉन्जिओन यांनी १९३३ मध्ये हा गुणांक मांडला. या सिद्धांतानुसार एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्या जर मोठ्या प्रमाणावर ग्रामीण भागात विखुरलेली असेल तर त्या प्रदेशाचा प्रसरण गुणांक जास्त असतो, तर लोकसंख्या शहरांमध्ये किंवा काही ठरावीक केंद्रांमध्ये एकवटलेली असेल तर प्रसरण गुणांक कमी असतो.

डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक हा वसाहत नमुना, ग्रामीण–नागरी भिन्नता, प्रादेशिक विकासाची पातळी आणि सामाजिक-आर्थिक रचना समजून घेण्यासाठी उपयुक्त मानला जातो.

- **डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक : महत्त्व**

i. या गुणांकामुळे एखाद्या प्रदेशातील लोकसंख्या एकाच ठिकाणी केंद्रित आहे की मोठ्या क्षेत्रात विखुरलेली आहे हे स्पष्ट होते.

ii. एकूण लोकसंख्येत ग्रामीण लोकसंख्येचे प्रमाण दर्शविल्यामुळे ग्रामीण आणि नागरी वसाहतींची रचना समजून घेता येते.

iii. प्रसरणगुणांक कमी असल्यास नागरीकरण अधिक असल्याचे, तर जास्त असल्यास नागरीकरण कमी असल्याचे सूचित होते.

iv. विविध प्रदेशांमधील विकासाच्या पातळीत असलेली तफावत (विकसित, अविकसित) समजण्यास मदत होते.

v. विखुरलेली वसाहत, केंद्रित वसाहत किंवा अर्धविखुरलेली वसाहत यांचा अभ्यास करण्यासाठी हा गुणांक उपयोगी ठरतो.

vi. रस्ते, दळणवळण, पाणीपुरवठा, शिक्षण व आरोग्य सुविधा कुठे विकसित कराव्यात हे ठरविताना मदत होते.

vii. लोकसंख्या विखुरलेली असल्यास अधिक केंद्रांची गरज भासते, तर केंद्रित लोकसंख्येसाठी कमी पण मोठ्या सुविधा उपयुक्त ठरतात.

viii. उच्च प्रसरण गुणांक असलेल्या प्रदेशांत शेतीप्रधान अर्थव्यवस्था आढळते, तर कमी प्रसरण गुणांक असलेल्या प्रदेशांत उद्योग व सेवा क्षेत्र विकसित असते.

ix. ग्रामीण भागातून शहरांकडे होणारे स्थलांतर प्रसरण गुणांकातील बदलांवरून ओळखता येते.

डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक खालील सूत्रानुसार काढला जातो:

$$K = \frac{E \times N}{T}$$

येथे,

K = प्रसरण गुणांक

E = भौगोलिक प्रदेशाची ग्रामीण लोकसंख्या

N = भौगोलिक प्रदेशातील ग्रामीण वस्त्यांची संख्या

T = भौगोलिक प्रदेशाची एकूण लोकसंख्या

- **K मूल्य मानके:**

K मूल्य	**वसाहतीचा प्रकार**	**अर्थ / वैशिष्ट्ये**
$K < 1$	केंद्रित (Compact / Nucleated)	गावे एका मुख्य गावाभोवती अत्यंत केंद्रित, स्वतंत्र गावे फारच कमी
$1 \leq K < 5$	अर्ध केंद्रित (Semi-Compact)	मुख्य गावाबरोबर काही लहान वाड्या / शेतवस्त्या
$5 \leq K < 10$	वाडीयुक्त (Hamleted / Semi-Dispersed)	गावे अनेक लहान गटांमध्ये विभागलेली
$10 \leq K < 50$	विखुरलेली (Dispersed)	गावे मोठ्या क्षेत्रात पसरलेली, शेतवस्त्या व स्वतंत्र घरे
$50 \leq K < 100$	जास्त विखुरलेली (Highly Dispersed)	गावे फारच दूरदूर पसरलेली, केंद्रीकरण खूप कमी
$K \geq 100$	अतिशय जास्त विखुरलेली (Extremely Dispersed)	गावे अत्यंत कमी घनतेची, डोंगराळ / वनप्रदेशात आढळते

उदा: 1 कराड तालुक्यातील ग्रामीण लोकसंख्या 454,829 आहे, तेथील वस्त्यांची संख्या 222 आहे व एकूण लोकसंख्या 584,085 आहे या माहितीच्या आधारे डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक काढा.

डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक

सूत्र:

$$K = \frac{E \times N}{T}$$

K = प्रसरण गुणांक

E = भौगोलिक प्रदेशाची ग्रामीण लोकसंख्या

N = भौगोलिक प्रदेशातील ग्रामीण वस्त्यांची संख्या

T = भौगोलिक प्रदेशाची एकूण लोकसंख्या

$$K = \frac{454{,}829 \times 222}{584{,}085} = 172.87$$

विश्लेषण:

या उदाहरणात, $K = 172.87$ हे मूल्य $K \geq 100$ या श्रेणीत येते. त्यामुळे या तालुक्यातील गावे अतिशय जास्त विखुरलेली (Extremely Dispersed Settlement) असा ठरतो.

K चे मूल्य 172.87 असल्याने या प्रदेशातील लोकसंख्या फार मोठ्या क्षेत्रात दूरदूर पसरलेली आहे. वसाहत प्रामुख्याने स्वतंत्र शेतवस्त्या, वाड्या किंवा लहान पाड्यांच्या स्वरूपात आढळते. मुख्य गावात लोकसंख्येचे केंद्रीकरण कमी असून अशी वसाहत बहुतेक वेळा ग्रामीण, शेतीप्रधान किंवा डोंगराळ भागात दिसून येते

उदा: 2 खाली दिलेल्या माहितीच्या आधारे डेमॉन्जिओनचा प्रसरण गुणांक काढा.

वाई तालुक्यातील ग्रामीण लोकसंख्या (E) = 163,453, वस्त्यांची संख्या (N) = 128 , एकूण लोकसंख्या (T) = 200,269

d) व्यस्तांक /परस्पर पद्धत (Reciprocal Method)

प्रस्तावना :

व्यस्तांक /परस्पर पद्धत (Reciprocal Method) ही **वसाहत भूगोलातील एक महत्त्वाची विश्लेषणात्मक पद्धत** आहे. या पद्धतीचा उपयोग ग्रामीण व नागरी वस्त्यांचे **वितरण, घनता, केंद्रिकरण (concentration) व विखुरलेपणा (dispersion)** समजून घेण्यासाठी केला जातो. ही पद्धत P. Haggett (पी. हॅगेट) यांनी 1966 मध्ये Locational Analysis in Human Geography या ग्रंथात मांडली आहे. या पद्धतीत **लोकसंख्या (P)** आणि **अंतराचे व्यस्त मूल्य (1/d)** यांचा वापर करून वस्तींच्या परस्पर संबंधांचे विश्लेषण केले जाते. "**व्यस्तांक**" म्हणजे एखाद्या संख्येचा व्यस्त, म्हणजेच $\frac{1}{x}$.

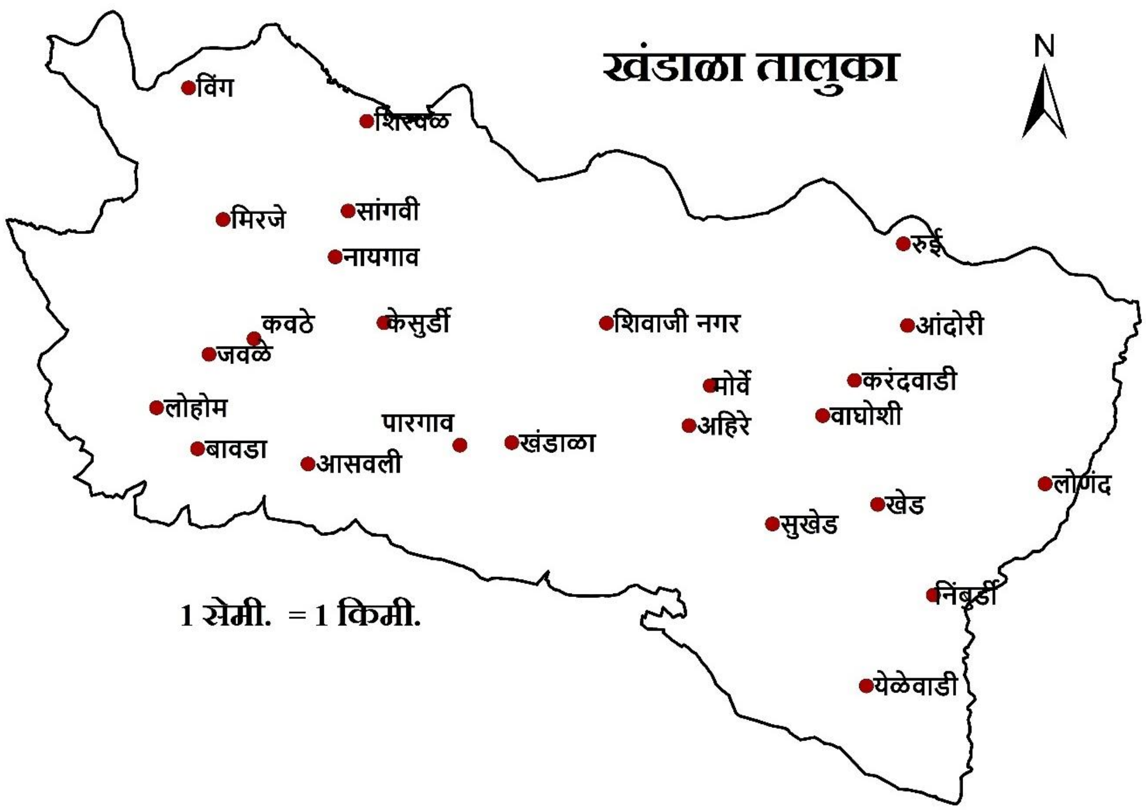
लोकसंख्येचा आणि व्यस्त अंतराचा गुणाकार वसाहत वितरणाच्या स्वरूपाचा सूचक मानला जातो.

उच्च गुणाकार मूल्य: लोकसंख्या जास्त व अंतर कमी असल्यामुळे वसाहत अधिक केंद्रित (Concentrated) स्वरूपाची असते.

मध्यम गुणाकार मूल्य : वसाहत वितरण मध्यम केंद्रित स्वरूपाचे स्वरूपाचे दिसून येते.

कमी गुणाकार मूल्य: लोकसंख्या कमी किंवा अंतर जास्त असल्यामुळे वसाहत विखुरलेली (Dispersed) असते.

उदा. 1 खालील भौगोलिक प्रदेशातील गावांच्या वितरणाचा अभ्यास व्यस्तांक पद्धत (Reciprocal Method) वापरुन करा.



पायरी: १ गावांमधील अंतराचा व्यस्त (Reciprocal of Distance) काढणे.

अंतराचा व्यस्त =1/d

d = पुढील गावापर्यंत अंतर (किमी)

खंडाळा तालुक्यातील 25 गावांची लोकसंख्या आणि त्यांच्या दरम्यानचे अंतर

अ. क्र.	गाव	लोकसंख्या (P)	पुढील गावाचे नाव	पुढील गावापर्यंत अंतर (किमी) (d)
1	विंग	2,801	शिरवळ	6.09
2	शिरवळ	11,887	सांगवी	3.12
3	सांगवी	1,614	मिरजे	4.26
4	मिरजे	1,330	नायगाव	4.11
5	नायगाव	2,836	केसुर्डी	2.85
6	केसुर्डी	1,220	कवठे	4.29
7	कवठे	1,122	जवळे	1.86
8	जवळे	1,519	लोहोम	2.43
9	लोहोम	876	बावडा	1.98
10	बावडा	3,227	आसवली	3.78
11	आसवली	2,681	पारगाव	4.88
12	पारगाव	3,137	खंडाळा	1.91
13	खंडाळा	6,832	शिवाजी नगर	5.26
14	शिवाजी नगर	1,933	मोर्वे	4.01
15	मोर्वे	2,468	अहिरे	1.53
16	अहिरे	2,849	वाघोशी	4.31
17	वाघोशी	1,399	करंदवाडी	1.54
18	करंदवाडी	625	आंदोरी	2.55
19	आंदोरी	2,944	रुई	2.82
20	रुई	622	लोणंद	9.57
21	लोणंद	14,718	खेड	5.32
22	खेड	3,998	सुखेड	3.73
23	सुखेड	1,739	निंबुर्डी	6.07
24	निंबुर्डी	2,213	येळेवाडी	3.71
25	येळेवाडी	635	-	-

*नकाशामधील एका गावापासून पुढील गावापर्यंतचे अंतर मोजून प्रमाणानुसार अंतर किलोमीटरमध्ये रूपांतरित केले आहे.

पायरी: २ लोकसंख्येचा व्यस्त अंतराशी गुणाकार करणे:

अ. क्र.	गाव	लोकसंख्या (P)	व्यस्त (1/d)	गुणाकार (P × 1/d)
1	विंग	2,801	0.16	459.93
2	शिरवळ	11,887	0.32	3809.94
3	सांगवी	1,614	0.23	378.87
4	मिरजे	1,330	0.24	323.60
5	नायगाव	2,836	0.35	995.09
6	केसुर्डी	1,220	0.23	284.38
7	कवठे	1,122	0.54	603.23
8	जवळे	1,519	0.41	625.10
9	लोहोम	876	0.51	442.42
10	बावडा	3,227	0.26	853.70
11	आसवली	2,681	0.20	549.39
12	पारगाव	3,137	0.52	1642.41
13	खंडाळा	6,832	0.19	1298.86
14	शिवाजी नगर	1,933	0.25	482.04
15	मोर्वे	2,468	0.65	1613.07
16	अहिरे	2,849	0.23	661.02
17	वाघोशी	1,399	0.65	908.44
18	करंदवाडी	625	0.39	245.10
19	आंदोरी	2,944	0.35	1043.97
20	रुई	622	0.10	64.99
21	लोणंद	14,718	0.19	2766.54
22	खेड	3,998	0.27	1071.85
23	सुखेड	1,739	0.16	286.49
24	निंबुर्डी	2,213	0.27	596.50
25	येळेवाडी	635	0.33	209.57

विश्लेषण:

या तक्त्यात प्रत्येक गावाची लोकसंख्या (P) आणि अंतराचे व्यस्त मूल्य (1/d) यांचा गुणाकार करून वसाहत वितरणाचा सूचकांक (P × 1/d) काढण्यात आला आहे. हा गुणाकार जितका जास्त, तितकी वसाहत अधिक केंद्रित (Concentrated) आणि जितका कमी, तितकी वसाहत अधिक विखुरलेली (Dispersed) मानली जाते.

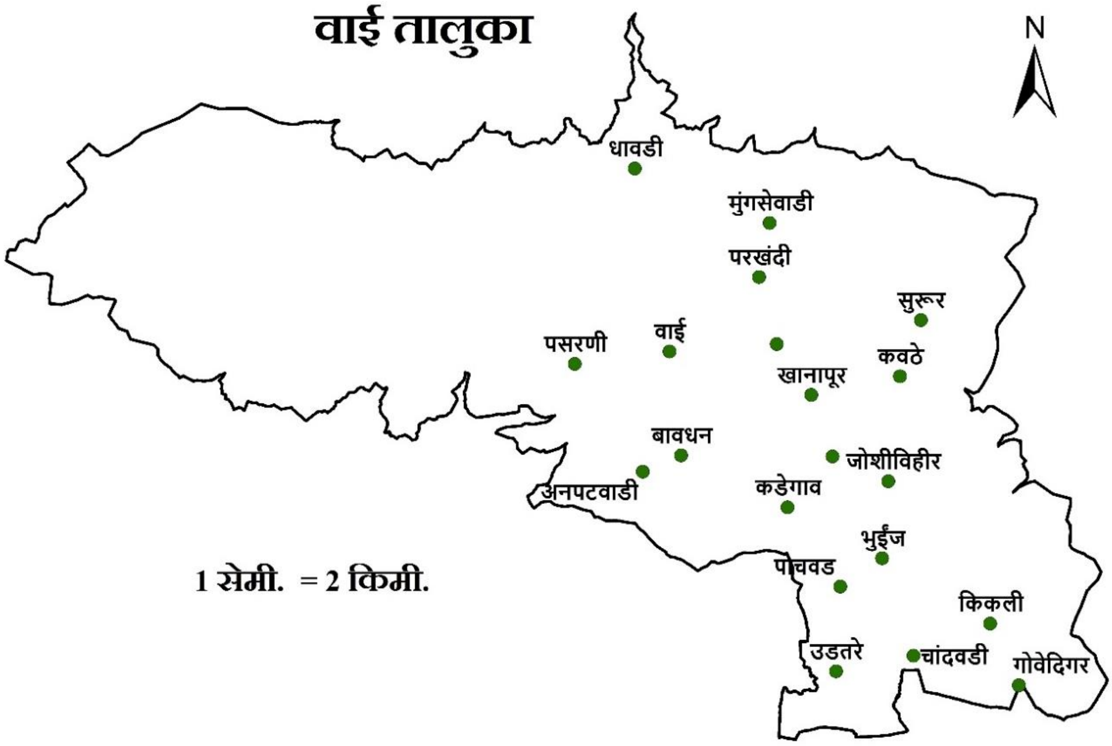
1) अधिक केंद्रित वस्त्या (उच्च गुणाकार): शिरवळ (3809.94), लोणंद (2766.54), पारगाव (1642.41), मोर्वे (1613.07), खंडाळा (1298.86) या गावांमध्ये लोकसंख्या जास्त असून अंतर तुलनेने

कमी आहे. त्यामुळे येथे वसाहत वितरण घन व केंद्रित स्वरूपाचे आढळते. शिरवळ व लोणंद ही प्रमुख केंद्रे म्हणून पुढे येतात.

2) मध्यम केंद्रित वस्त्या (मध्यम गुणाकार): खेड (1071.85), आंदोरी (1043.97), नायगाव (995.09), वाघोशी (908.44), बावडा (853.70) या गावांमध्ये लोकसंख्या व अंतर यांचा समतोल दिसून येतो. त्यामुळे वसाहत वितरण मध्यम केंद्रित स्वरूपाचे आहे.

3) विखुरलेल्या वस्त्या (कमी गुणाकार): रुई (64.99), येळेवाडी (209.57), करंदवाडी (245.10), केसुर्डी (284.38), सुखेड (286.49) या गावांमध्ये लोकसंख्या कमी किंवा अंतर जास्त असल्यामुळे वसाहत वितरण विखुरलेले आहे. विशेषतः रुई हे सर्वात कमी गुणाकारामुळे अत्यंत विखुरलेली वसाहत दर्शवते.

उदा. 2 खालील भौगोलिक प्रदेशातील गावांच्या वितरणाचा अभ्यास व्यस्तांक पद्धत (Reciprocal Method) वापरुन करा.



अ. क्र.	गाव	लोकसंख्या (P)	अ. क्र.	गाव	लोकसंख्या (P)
1	वाई	36,025	11	खानापूर	2,208
2	बावधन	10,726	12	परखंदी	1,800
3	भुईंज	7,414	13	धावडी	1,160
4	ओझर्डे	6,307	14	कडेगाव	1,115
5	पसरणी	5,406	15	गोवेदिगर	770
6	पाचवड	3,311	16	जोशीविहीर	626
7	उडतरे	3,250	17	चांदवडी	547
8	सुरूर	3,029	18	मुंगसेवाडी	517
9	शेंदूरजणे	3,025	19	अनपटवाडी	241
10	किकली	2,559	20	कवठे	1,122

संदर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. Beely, B. W. (1965). Agricultural change: A field study. *Annals of the Association of American Geographers*, **55**.
2. Buch, M. B. (1974). Settlement geography. *National Geographical Journal of India*, **20**.
3. Chandana, R. C. (1986). *Geography of population*. New Delhi, India: Kalyani Publishers.
4. Chisholm, M. (1962). *Rural settlement and land use: An essay in location*. London, UK: Hutchinson.
5. Chorley, R. J., & Haggett, P. (1967). *Models in geography*. London, UK: Methuen.
6. Clarke, J. (1972). *Population geography*. Oxford, UK: Pergamon Press.
7. Cole, J. P., & King, C. A. M. (1968). *Quantitative geography*. London, UK: John Wiley & Sons.
8. Datta, S. C. (2005). *Methods in settlement geography*. Kolkata, India: University of Calcutta Press.
9. Demongeon, H. C. (1933). *Geographical studies on rural settlements* (Original work on Demongeon's coefficient).
10. Ghosh, B. N. (1985). *Fundamentals of population geography*. New Delhi, India: Sterling Publishers Pvt. Ltd.
11. Haggett, P. (2001). *Geography: A global synthesis* (4th ed.). London, UK: Pearson Education.
12. Kansky, K. J. (1963). *Structure of transportation networks*. Chicago, IL: University of Chicago, Department of Geography.
13. King, L. J. (1969). *Statistical analysis in geography*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
14. Mitchell, R. B., & Rapkin, C. (1954). *Urban traffic: A function of land use*. New York, NY: Columbia University Press.
15. Nelson, H. J. (1955). *A service classification of American cities*. *Geography*, **31**, 195.
16. Prihar, Z., & Beauguitte, L. (2021). *Topological properties of telecommunication networks* (Bilingual and commented version). (Original work published 1956).
17. Raj, H. (1978). *Fundamentals of demography*. Delhi, India: Surjeet Publications.
18. Saxena, H. M. (2005). *Transport geography*. New Delhi, India: Rawat Publications.
19. Singh, J., & Dhillon, S. S. (2000). *Agricultural geography*. New Delhi, India: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
20. Singh, K. K. (1998). *Geographical analysis of rural settlements*. New Delhi, India:

Concept Publishing Company.

21. Taylor, P. J. (1977). *Quantitative methods in geography: An introduction to spatial analysis*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
22. सावंत, प्रकाश. (1997). *मानवी भूगोल*. कोल्हापूर, भारत: फडके प्रकाशन.
23. मुसमाडे, अ., सोनावणे, अ., & मोरे, ज. (2015). *लोकसंख्या आणि वस्ती भूगोल*. पुणे, भारत: डायमंड पब्लिकेशन

प्रा. धनश्री कारळे

M.A., NET, SET, PGDDC

सहाय्यक प्राध्यापिका

किसन वीर महाविद्यालय, वाई

प्रा. धनश्री धनंजय कारळे या किसन वीर महाविद्यालय, वाई येथे भूगोल विभागाच्या सहाय्यक प्राध्यापिका म्हणून कार्यरत असून त्यांनी आपले पदवीपर्यंतचे शिक्षण याच महाविद्यालयातून, तर पदव्युत्तर शिक्षण छत्रपती शिवाजी कॉलेज, सातारा येथून पूर्ण केले आहे. शिवाजी विद्यापीठाच्या एम.ए. (भूगोल) परीक्षेत सर्वाधिक गुण मिळवल्याबद्दल त्यांना 'प्रा. डॉ. पी. डब्ल्यू. देशमुख गौरव पारितोषिक' तसेच 'प्राचार्य बॅरिस्टर पी. जी. पाटील सर्वोत्तम विद्यार्थी पुरस्कारा'ने सन्मानित करण्यात आले आहे. नेट (NET) आणि सेट (SET) या दोन्ही पात्रता परीक्षा उत्तीर्ण असलेल्या प्रा. कारळे सध्या पुण्यश्लोक अहिल्यादेवी होळकर सोलापूर विद्यापीठातून पीएच.डी. संशोधन कार्य करत आहेत. त्यांना अध्यापनाचा चार वर्षांचा अनुभव असून मृदा भूगोल, हवामानशास्त्र आणि GIS या विषयांत त्यांचे विशेष प्रभुत्व आहे. त्यांच्या याच अभ्यासातून त्यांनी B.A. भाग II (VSC) 'मृदा विश्लेषण' (Soil Analysis) या प्रात्यक्षिक पुस्तिकेचे अभ्यासपूर्ण लेखन केले आहे

प्रा. मनिषा शेवाळे

M.A., M.Ed., SET

सहाय्यक प्राध्यापिका

किसन वीर महाविद्यालय, वाई

प्रा. मनिषा अमोल शेवाळे या किसन वीर महाविद्यालय, वाई येथे अध्यापनाचे कार्य करत आहेत. त्यांनी छत्रपती शिवाजी कॉलेज, सातारा येथून पदवी व पदव्युत्तर शिक्षण पूर्ण केले आहे. त्यांचे B.Ed. शिक्षण निर्मलाताई थोपटे शिक्षणशास्त्र महाविद्यालय, भोर येथून झाले असून M.Ed. पदवी त्यांनी संत कृपा एज्युकेशन इन्स्टिट्यूट, घोगाव (कराड) येथून प्राप्त केली आहे. त्यांनी राज्यस्तरीय SET परीक्षा उत्तीर्ण केली आहे. सध्या त्यांचे कर्मवीर भाऊराव पाटील विद्यापीठ, सातारा येथे पीएच.डी. संशोधन कार्य सुरू आहे. त्यांना अध्यापन क्षेत्रातील एकूण १३ वर्षांचा अनुभव आहे..

डॉ. विनोद वीर

M.A., M.B.A., Ph.D., PGDDC, PGDUPDL, SET, NET - Geography, NET - Resource Development

प्राध्यापक , भूगोलशास्त्र विभाग प्रमुख

उपप्राचार्य

किसन वीर महाविद्यालय, वाई

डॉ. विनोद पवार

M.A., M.Phil., Ph.D, PGDDC.

सहयोगी प्राध्यापक

आमदार शशिकांत शिंदे महाविद्यालय, मेढा

UNICORN

9788193126644