

B.A. First year

First paper

Physical Geography

BY

Dr. Shivanand Yadav

Assistant professor and Head

Department of Geography

Harishchandra P.G. College, Varanas

संतुलन का सिद्धांत

Doctrine of Isostasy

प्रश्न → Isostasy simply means a mechanical stability between the upstanding parts and lowlying basins on a rotating earth. Explain it. State the fundamental differences between the views of Airy's and Pratt.

उत्तर :- धरातल पर विषम स्थलरूप, जैसे, अन्तर्गत, पर्वत, पठार, मैदान, झीलें, सागर तली आदि सम्मिलित हैं, विद्यमान हैं। इन स्थलरूपों में उच्चावच्च सम्बंधी विषमता विद्यमान है अर्थात् - इनकी ऊँचाई तथा आकार में वर्याप्त विषमताएं हैं, तथापि ये भूतल पर स्थित हैं। ये एक निश्चित क्रिया से आबद्ध हैं, जिस कारण स्थिरता विद्यमान है। यदि इस क्रिया में जलव व्यवधान भी उत्पन्न हो जाता है तो इनमें भयंकर भू-हलचल तथा भू-परिवर्तन परिलक्षित होने लगता है। ये स्थलरूप संतुलित अवस्था में हैं। इनका संतुलन पृथ्वी की अन्तःशक्ति को संरचना पर स्थित है।

"आइसोस्टैसी" शब्द ग्रीक शब्द 'आइसोस्टेथियस' (ISOSTATICUS) से लिया गया है जिसका तात्पर्य "समस्थिति" (In-Equipoise) से होता है।

संतुलन का तात्पर्य (धरातल के उंचे उठे भाग, जैसे- पर्वत, पठार तथा नीचे के भाग जैसे- झील तथा सागर में भौतिक या यांत्रिक स्थिरता की दशा की अवस्था है। भूतल पर पर्वत, पठार, मैदान, झील तथा महासागर वैसे जाते हैं, इनके आकार, प्रकार तथा ऊँचाई में काफी भिन्नता पायी जाती है। फिर भी ये आकृतियाँ भूतल पर स्थित हैं। - क्योंकि इसमें संतुलन की स्थिति पायी जाती है। स्थलाकृतियाँ नियमवद्ध रूप से संतुलित हैं। यदि किसी प्रकार इसमें संतुलन की व्यवस्था न हो, तो किसी भी तरह से ये भूतल पर स्थिर नहीं रह सकते हैं। यदि चर्खा के किसी किनारे पर थोड़ा भार अधिक हो जाता है, तो दूसरा किनारा इपर उठ जाता है। इसी प्रकार जब सागर में मलबा का जमाव इतना अधिक हो जाय कि उसका भार बढ़ जाय, तो पर्वत, पठार उंचे

उन्हे लगते हैं। ये दोनों अवस्थाएं - भार की अधिकता, चर्वत, चटा का उपर उठना, कमरा: अनुत्तल की अवस्था तथा संतुलन की अवस्था होती हैं। इन दोनों स्थितियों में भ्रंशक सू-हलचल तथा सू-परिवर्तन होता है। इस प्रकार सामान्य रूप से संतुलन का अर्थ इस रूप में बताया जा सकता है।

परिभ्रमण करती हुई पृथ्वी के उपर स्थित क्षेत्रों (चर्वत चटा तथा मैदान) एवं गहराई में स्थित क्षेत्रों (जील, समुद्र तल) में भौतिक अथवा यांत्रिक स्थिरता को ही "संतुलन" की दशा कहते हैं।

डुटन (Dutton) :- संतुलन शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम अमेरिकी के प्रसिद्ध भूगर्भवेत्ता 'डुटन' ने 1889 ई० में किया था। उनका मुख्य उद्देश्य भूतल के असमतल भागों अर्थात् घातल के ऊँचे-ऊँचे इंचे उठे भागों जैसे चर्वत एवं चटा तथा नीचे घँसे हुए भागों (ocean basins) में स्थिरता 'संतुलन' अथवा संतुलन (Balance) स्थापित करना था। डुटन के अनुसार पृथ्वी के ऊँचे उंचे चर्वत, चटा, मैदान तथा सामुद्रिक तली (ocean basins) के नीचे स्थित पदार्थ का भार बराबर होगा। उनके अनुसार ऊँचे उठे भागों का घनत्व कम होगा, तथा नीचे घँसे भागों का घनत्व अधिक होगा। तभी सबका भार एक आधार रेखा (समदाब रेखा) के सहारे बराबर होगा। इस आधार रेखा के तल (आधार-तल) को 'समदाब तल' (level of uniform pressure) अथवा समतोलातल (isobaric level) अथवा "संतुलित तल" (level of compensation) कहते हैं।

॥ समदाब तल के सहारे प्रत्येक स्थिति में सभी भागों का भार अथवा दबाव बराबर होना चाहिए। जब किसी कारणवश एक भाग का भार या दबाव बढ़ जाता है तथा दूसरे का कम हो जाता है तब सू-संतुलन समाप्त हो जाता है। चरुत यह असंतुलन अधिक समय तक स्थिर नहीं रहती है। बल्कि तुरंत संतुलन की अवस्था (स्थिरता) आरम्भ हो जाती है। यथा - जब नदियों द्वारा सागर में तथा डेल्टाई भाग में निक्षेप होने लगता है, तब डेल्टाई भाग का भार बढ़ने लगता है तथा चटाई भाग का भार कम होने लगता है। तब सू-संतुलन समाप्त हो जाता है।

इसकी क्षतिपूर्ति करने के लिए वहाड़ी भाग ऊपर उठने लगता है तथा डेक्कान भाग नीचे घाँटने लगता है। और नीचे-नीचे डेक्कान भाग का मूल भाग पहाड़ी भाग के नीचे डाले लगता है। यह क्रिया तब तक होती रहती है जब तक की पुनः संतुलन की अवस्था प्राप्त नहीं हो जाती है। सारांश तब में यह कहा जा सकता है कि ^{पृथ्वी का अक्षीय भाग} नियमानुसार एक स्थिर अवस्था में स्थित है। इस दशा को संतुलन की दशा कहते हैं।

(संतुलन का सिद्धान्त यह व्यक्त करता है कि)

इस प्रकार पृथ्वी के धरातल पर जहाँ कहीं भी संतुलन होता है, वहाँ पर बराबर धरातलीय क्षेत्र के नीचे पदार्थ की बराबर मात्रिया विद्युत होता है।

This doctrine states

that wherever equilibrium exists on the earth's surface, equal mass must underlie equal surface areas. अर्थात् संतुलन के लिए आवश्यक है कि जितने भाग ऊपर स्थित है, धरातल के नीचे उसका उतना भाग अवश्य होना चाहिए। अन्यथा असंतुलन की अवस्था उत्पन्न हो जायेगी।

संतुलन के सिद्धान्त का साधारणतः यह तात्विक होता है कि पृथ्वी में एक ठोसातक (क्षतिपूर्तिक) होता है जिसके ऊपर चट्टानों की रचना के अनुसार विभिन्न भागों के पदार्थों के घनत्व में अंतर पाया जाता है। किसी भाग के घनत्व तथा डेक्कान में उठना अनुवात होता है। अर्थात् डेक्कान भाग का घनत्व कम होगा तथा विचल भाग का घनत्व अधिक होगा। इस प्रकार पर्वतों का घनत्व पहाड़ों से कम तथा पहाड़ों का घनत्व मैदानों से कम एवं मैदानों का घनत्व सागरों के घनत्व से कम होगा। लेकिन क्षतिपूर्ति तब के नीचे सबका घनत्व बराबर होगा।

सरजार्ज ल्यरी का मतः

(Airy's View)

ल्यरी के अनुसार

नाव की तरह तैर रहा है। उनका संतुलन संबंधी विचार लोक के सिद्धान्त पर आधारित है।

स्थल भाग मैगमा पर

रक्षण का सिद्धान्तः

यदि कोई पदार्थ जल में तैरता है तो

उसका अधिकांश भाग जलमें डूबा रहता है जो कि बर्फ का टुकड़ा यदि जलमें तैला है तो उसका 9 भाग पानी में डूबा रहता है। इस प्रकार खरी के अनुसार **खियाल** का 9 भाग **खिया** के अन्दर डूबा रहेगा।

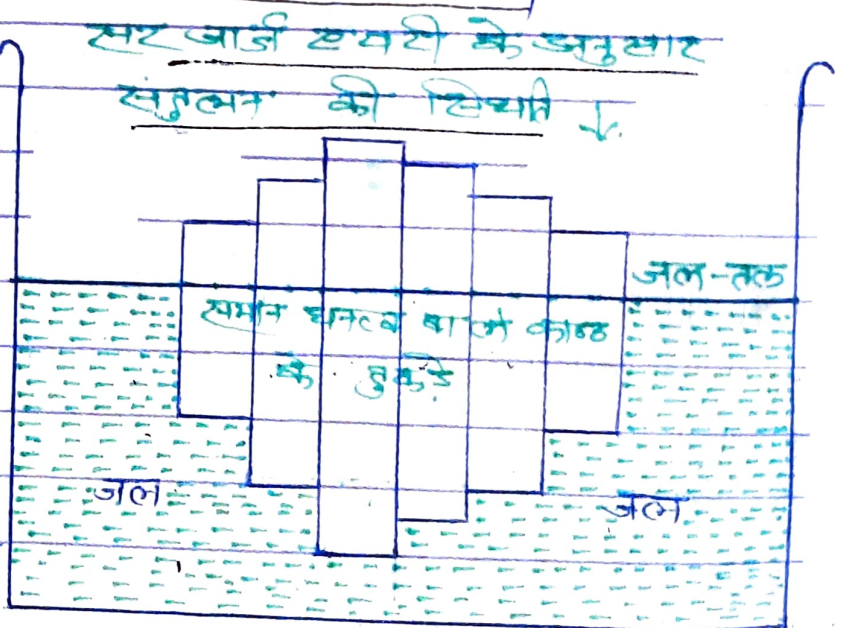
खरी के अनुसार जो भाग अधिक ऊँचा होगा उसका अधिक भाग सबसूतम में डूबा होगा और जो भाग कम ऊँचा होगा उसका कम भाग सबसूतम में डूबा रहेगा।

खरी के शब्दों में :-

The state of the earth's crust lying upon lava may be compared with perfect correctness to the raft of a timber floating upon the water, in which, if we remark one log whose ^{upper} surface floats much higher than the upper surfaces of the others; we are certain that its lower surface lies deeper in the water than the lower surfaces of the others."

खरी ने बताया कि विभिन्न स्तम्भों का घनत्व बराबर होता है। (**Uniform density with varying thickness**) अर्थात् महाद्वीप भाग एक ही प्रकार के घनत्व वाली शैलों का बना है परन्तु उसके विभिन्न भागों की गहराई में पर्याप्त अन्तर चाया जाता है।

प्रमाण प्राप्त करने के लिए खरी ने लौहे के विभिन्न आकार तथा लम्बाई वाले टुकड़े लिए तथा उन्हें पारे से भरी बोखिन में डूबी दिया। ये टुकड़े अपने आकार के अनुसार भिन्न-भिन्न गहराई तक डूबते गये। ऐसे ही लकड़ी के टुकड़ों को जलमें डूबोकट इसी बात का प्रमाण चित्रानुसार दिखाया गया है।



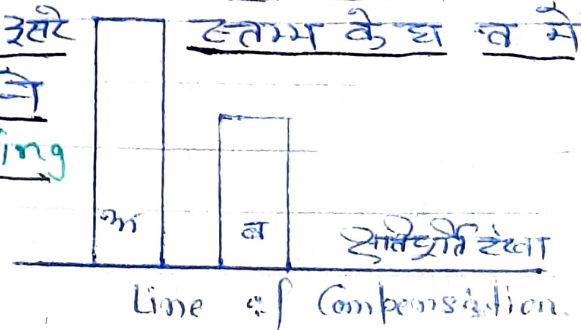
सांशकृत्य में खरी कीमत को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है — कि ऊँचे उठे भाग काफी गहराई तक अपनी लम्बी

जड़ से सबसहैतम के अधिक घनत्व वाले भाग को हटा देते हैं, जिस कारण ऊँचे उहे भागों के नीचे काफी गहराई तक हल्के पदार्थ का विस्तार होता है। ऐसा पर्वतों के विषय में होता है। इस प्रकार ये संकुचित होकर सूथी चट दिखत हैं। इसके विपरीत कम ऊँचे भाग अथवा निचले भाग कम गहराई तक प्रविष्ट होते हैं। अतः वे अधिक घनत्व वाले भाग को थोड़ी मात्रा में ही हटा जाते हैं। जबकि उनके नीचे सबसहैतम का अधिक घनत्व वाला पदार्थ अधिक मात्रा में होता है। इस प्रकार ऊँचे उहे भाग तथा निचले भाग एक साथ संकुचित होकर खड़े रहते हैं। प्रत्येक भाग संकुचन तब या देखा चट बरबत भाट रखता है।

आभोजन :- लुडोवी के अनुसार हिमालय भाटी ग्लासी मैग्मा में तैर रहा है तथा वह केवल उधर दूर के उचरी भाग तक ही नहीं तैर रहा है वरन् काफी नीचे तक प्रविष्ट है। यदि लवण के सिद्धान्त को लुडोवी के सिद्धान्त में प्रविष्ट कराया जाय तो हिमालय जितना उचर है उसका ग्लासी मैग्मा में तैरा भाग $(30000 \times 9) = 270,000$ फीट तक डूबा होगा। परन्तु हम जानते हैं कि उचरी भाग से सूथी के नीचे जाने पर तापक्रम प्रति 32 मी चट 1°C बढ़ जाता है। अतः 270,000 फीट की गहराई चट अत्यधिक तापके कारण हिमालय की जड़ पिघल जायेगी। अतः इनका मत यहाँ भ्रमक है।

प्राट का मत :- "Views of Archdeacon Pratt:-" प्राट के अनुसार पर्वत काफी हल्के पदार्थों (कम घनत्व वाले पदार्थों) के लो हैं। उनके अनुसार पर्वतों का घनत्व पथरों से कम पथरों का मैग्मा से कम तथा मैग्मा का घनत्व लघुतकी से कम होता है। अर्थात् इंचाई एवं घनत्व में उल्टा अनुपात होता है। प्राट के अनुसार एक क्षतिपूर्ति तल होता है जिसके उपर घनत्व में अन्तर घाया जाता है तथा नीचे समान घनत्व होता है। एक तम्भ में घनत्व नहीं बदलता है, परन्तु एक स्तम्भ से उधरे अन्तर घाया जाता है। इस प्रकार प्राट ने अपने प्रमुख मत Uniform depth with varying

Thickness का प्रतिपादन किया।
density



Line of Compensation

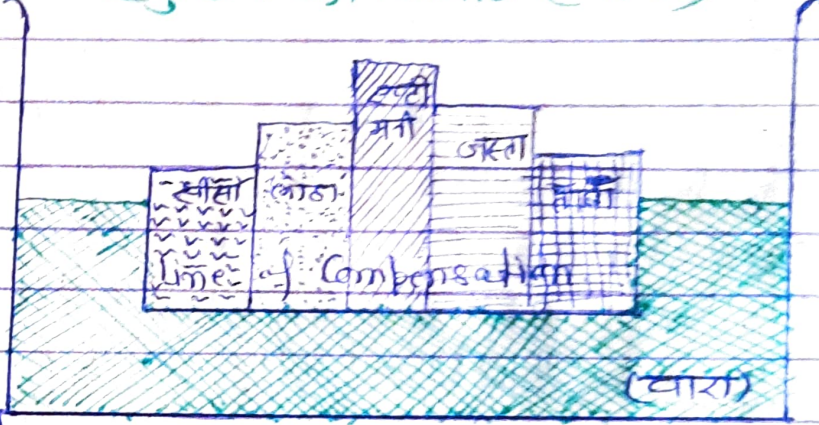
घनत्व कम तथा तन का घनत्व अधिक है। क्योंकि इनकी ऊँचाई अधिक तथा तन की ऊँचाई कम है। इस तरह इनका विचार एकत्र पर आधारित नहीं है वरन् समतोल पर आधारित है।

प्राट ने स्पष्ट किया कि - पृथ्वी के विभिन्न उच्चावचन उत्पन्न करने हेतु है कि अन्त घनत्व में अन्तर पाया जाता है, परन्तु इनका भार एक समान रेखा के सहित बराबर होता है।

उदाहरणार्थ: - उन्होंने विभिन्न धातु के बड़े जो विभिन्न-विभिन्न द्रव्यों के घे को लेकर एक चारों तरफ मरीचिकेन में डूबाया तो मैं खमी एक तल के सहित बराबर हो गये।

प्राट ने अनुसार पृथ्वी में एक सीमित क्षेत्र होता है जिसमें घनत्व में अन्तर पाया जाता है। क्षतिपूर्ण रेखा के सहित घनत्व के बराबर क्षेत्र के नीचे बराबर मात्र होना चाहिए। (Equal mass must under lie equal surface area)

संतुलन की स्थिति (प्राट)



जैसे अ तथा ब के घनत्व हीय क्षेत्र बराबर है, वरन् उनकी ऊँचाई में पर्याप्त अन्तर है। लेकिन दोनों का भार संतुलन के लिए कम्पेन्सेशन रेखा के सहित बराबर होना चाहिए इसके लिए A (अ) स्तम्भ का घनत्व कम तथा त स्तम्भ का घनत्व अधिक होना चाहिए ताकि दोनों का भार संतुलन रेखा पर बराबर हो सके। प्राट के अनुसार घनत्व में अन्तर केवल स्थल मण्डल में होता है। Atmosphere तथा Biosphere में नहीं होता है।

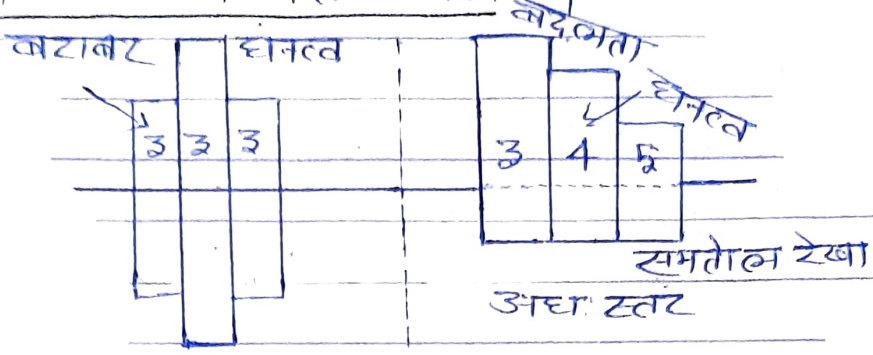
(Bowen) बोवने यह मत

Fundamental difference between Airy's and Pratt's views: -

व्यक्त किया है कि यद्यपि प्रत्यक्ष रूप से तैराक के नियम (Law of floatation) में प्राट का विश्वास नहीं है परन्तु यदि सूक्ष्म दृष्टि से देखा जाय तो उनके मत में भी इसकी झलक आती है। साथ ही साथ जड़ निर्माण (Root formation) के विचार की जल्दमी प्राट सिद्धांतों देखी जा सकती है।

बोवी के अनुसार 'एयरी तथा प्राट' के मतों में प्रमुख अन्तर इस रूप में है कि -

एयरी ने बताया कि विभिन्न स्तम्भों का घनत्व बराबर होता है। केवल उनकी गहराई में अन्तर होता है। प्राट ने बताया कि एक समान गहराई में घनत्व में अन्तर होता है।



एयरी का मत प्राट का मत
"एयरी तथा प्राट के मतों की तुलना"

The fundamental difference between Airy's and Pratt's views is that the former postulated a uniform density with varying thickness and the latter a uniform depth with varying density. Bowen: The Unstable Earth.

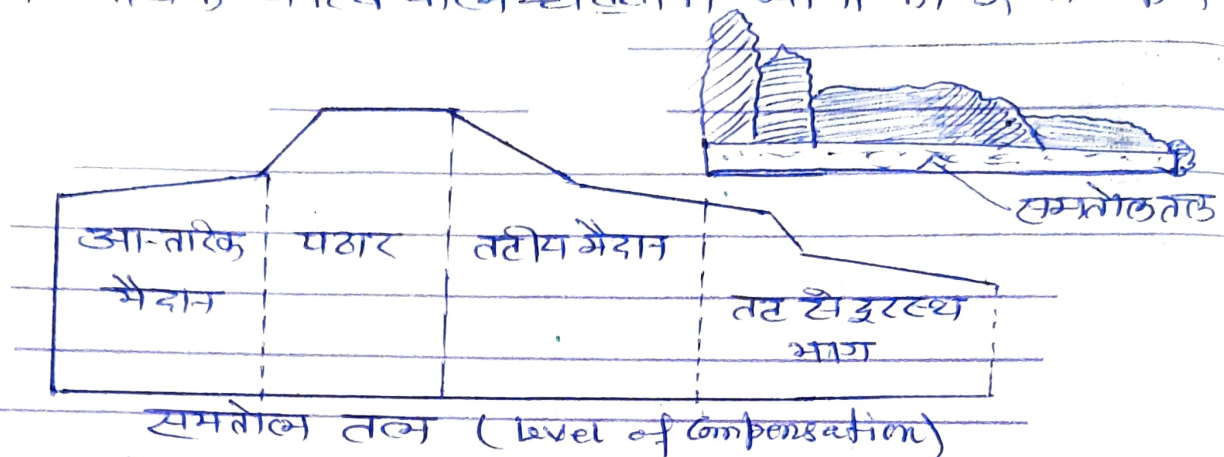
एयरी:- घटातल के उच्चावच, चर्वत, पठार, मैदान, सागर सभी का घनत्व समान होता है, केवल उनकी ऊँचाई में अन्तर होता है। ये जितने अधिक ऊँचे होंगे उतनी गहराई तक नीचे प्रवेश किये होते हैं।

प्राट:- प्राट ने बताया कि भू-पटल के उच्चावच के घनत्व में ऊँचाई के अनुसार भिन्नता पायी जाती है। अर्थात् जो भाग ऊँचे हैं, ^(कम) घनत्व वाले तथा जो भाग नीचे हैं ^(आधिक) घनत्व वाले हैं। परन्तु ये समतोल में समान गहराई तक प्रवेश किये हुए हैं।

हेफोर्ड एवं बोवी के मत Hayford & Bowie's Views:-

हेफोर्ड के अनुसार भू-पटल के नीचे अलग-अलग घनत्व के भाग विद्यमान हैं। परन्तु घटातल से नीचे की तरफ कुछ गहराई में (100km) एक रेखा तल है जिसके ऊपर घनत्व में अन्तर होता है तथा नीचे की तरफ घनत्व समान होता है। हेफोर्ड महीदय ने इसे समतोल-तल (Level of Compensation) का नाम दिया है।

समतोल तल के डायर घनत्व तथा ड्रेंचाई के साथ डल्गा ऊँचाई होता है। समतोल तल दायतल से 100km की गहराई पर विद्यमान है। इस तल के डायर कम घनत्व वाले चट्टानी भागों की ड्रेंचाई अधिक तथा अधिक घनत्व वाले चट्टानी भागों की ड्रेंचाई कम होगी।

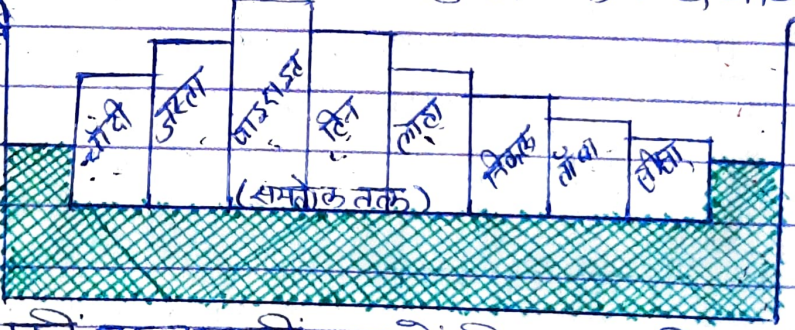


समतोल तल (Level of Compensation)

यहाँ आ-तारिक मैदान, पठार, तटीय मैदान, तथा तट सै इरल्य भाग (Submerged part) के चार स्तम्भ हैं। इनकी ड्रेंचाई में पर्याप्त अन्तर है। परन्तु उनका संतुलन घनत्व की विभिन्नता से हो जाता है। इस प्रकार सभी स्तम्भों का भार समतोल तल पर बराबर है। इशहरणार्थ:- नीची नै, लौहा, चॉदी, तौंला, शीशा, जस्ता, पाइराइट, तिन तथा निकल के बराबर चौड़ाई तथा मोटाई के, एवं भिन्न-भिन्न लम्बाई के आठ टुकड़े लिए। इनको उ-होने वाले से भरे बेसिन में रखा तो सभी टुकड़ों का निचला तल बराबर था। साथ ही कम घनत्व वाले टुकड़े अधिक ड्रेंचाई में तथा अधिक घनत्व वाले टुकड़े कम ड्रेंचाई में स्थित थे।

आलोचना :-

1. उ-होने वाले तल की कल्पना 100 km की गहराई पर की है, परन्तु इतनी गहराई पर स्थलखण्डों की जड़े अपने



मूलावस्था में विद्यमान नहीं रह सकती, क्योंकि गहराई में जाने पर ताप बढ़ता जाता है। 100 km पर इतना ताप हो जायेगा कि चट्टानें ठोस अवस्था में नहीं रह सकती। (Melting point - इक्वॉब मिडु)

2. इतनी गहराई पर समतोल तल या सति घूर्ण तल का अस्तित्व मान्य लगता है क्योंकि पृथ्वी के आन्ध्र-तर में इतनी हलचलें विद्यमान हैं कि इस तल का स्थायित्व सम्भव नहीं है। अर्थात् चट्टानों के पिघल

जैसे चट्टानें तल सांगत नहीं हैं।

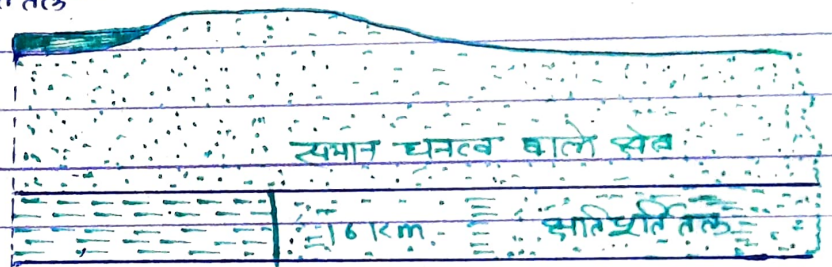
(3) लोकी के अनुसार (Hayford also) चट्टानीय भाग लगभग तल के रूप में हैं जबकि चट्टानों के विश्लेषण से जात है कि इनमें झेडिज स्तरों का कुछ हिस्सा है।

जोली का मत (Joly's View)

सन् 1925 ई० में जोली ने अपने मत का प्रतिपादन, हेकॉर्ड तथा लोवी के मत का खण्डन करते हुए, संक्षेप के सिद्धान्त के आधार

पर किया। जोली के अनुसार:— समान घनत्व वाले क्षेत्रों के नीचे 10 मील मोटी चट्टानें हैं जिनके घनत्व में परिवर्तन पाया जाता है। इस दस मील मोटी चट्टानों में कम घनत्व वाले क्षेत्रों तक हल्के चट्टानीय पदार्थ से भरा होता है तथा कम गहराई तक इलाहा होता है। इस प्रकार जोली ने "झेडिज तल" को एक रेखा के रूप में न मानकर एक समूची 10 मील मोटी चट्टानों को ही "झेडिज मण्डल" माना है।

को एक रेखा के रूप में न मानकर एक समूची 10 मील मोटी चट्टानों को ही "झेडिज मण्डल" माना है।



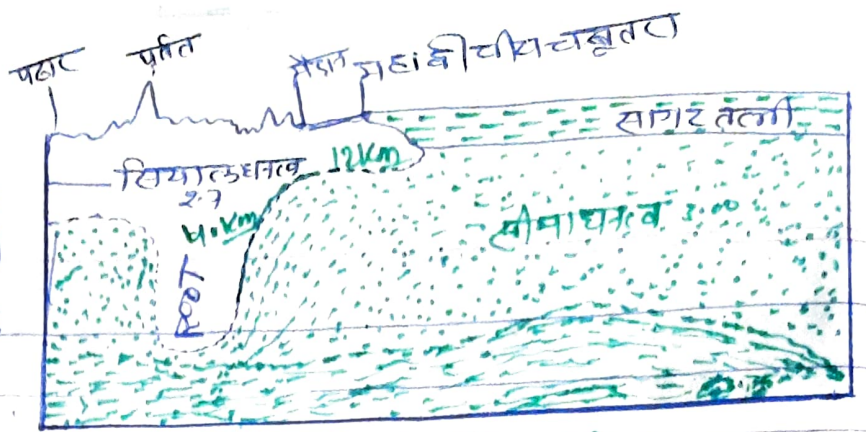
आर्थर होयस का मत

(View of Arthur Holmes)

आर्थर होयस का विचार सर जार्ज ल्यरी के मत से पर्याप्त भेदा जाता है। ल्यरी की तरह होयस ने भी स्वीकार किया कि ऊँचे उच्च भागों की रचना हल्के चट्टानीय से होती है। तथा उन्हें संतुलित रखने के लिए उनका अधिकांश भाग अधिक गहराई तक इलाहा होता है। जिसका घनत्व काफी कम होता है।

भूकम्पीय बहुरों एवं भूकम्प विज्ञान के आधार पर होयस ने बताया कि चट्टानीय भागों के नीचे सियाल की जड़ होती है। जो 40 km या इससे अधिक गहराई तक रहती है। सागर तल के निकट मैदान के नीचे सियाल की गहराई 10 या 12 किमी होती है। तथा सागुंडित तल के नीचे या तो सियाल होती है नहीं अगर होती भी है तो वह अत्यन्त चतली होती है।

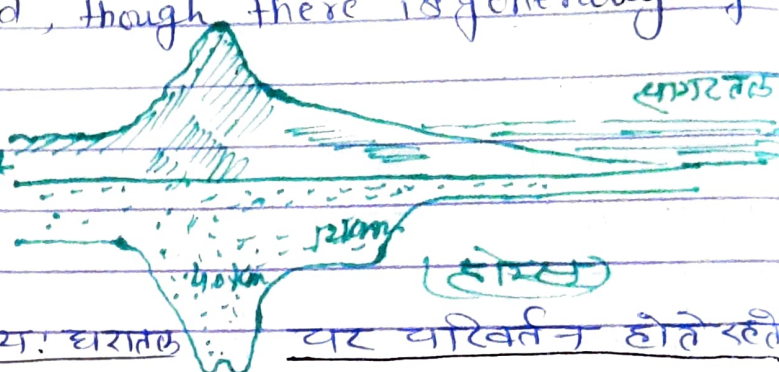
होमस के अनुसार ऊँचे उंचे भाग इसलिये स्थिर हैं क्योंकि उनसे नीचे काफी गहराई तक कम घनत्व वाला हल्का चट्टानों का वाया जाता है। निचले भागों के नीचे अधिक घनत्व वाले चट्टानों होते हैं।



According to Holmes: - In Practice perfect Isostasis is rarely attained, though there is generally of remarkable close approach.

समुद्र तली के सन्तुलन की अवस्था:

(Isostatic Adjustment)



⇒ भूआर्मेक शक्तियों के कारण प्रायः घातक चर परिवर्तन होते रहते हैं। इन परिवर्तनों के कारण सन्तुलन की आदर्श स्थिति में अवस्था हो जाती है। जब किसी स्थान पर चर परिवर्तन का निर्माण होता है तो उस चर शीघ्र ही अपरदन का कार्य प्रारम्भ हो जाता है। इस प्रकार अपरदन के कारण चर की ऊँचाई घटने लगती है। इसके विपरीत सागरीत चट्टानों सागर में जमा होने लगता है जिस कारण वहाँ चर भार बढ़ने लगता है। अतः पर्वतीय भाग हल्का होने लगता है तथा सागरतली भारी हो जाती है। फलस्वरूप दोनों में सन्तुलन की स्थिति अवस्थापित हो जाती है। अतः पर्वतीय भाग के क्षय होने से उसका दबाव कम हो जाने से उसमें उभार होने लगता है। तथा सागरतली नीचे घँसने लगती है। इस प्रकार दो जगहों पर दबाव के अन्तर्गत कारण सबलतम में भारीपदार्थों का हल्के चट्टानों की तरफ 'अन्द-बहाव' प्रारम्भ हो जाता है। अतः सागरीत क्षय प्रारम्भ हो जाने से तथा अधिक भार वाले भाग नीचे घँसने लगते हैं। इस प्रकार चट्टानों की स्थिति स्थिर होती रहती है तथा पुनः सन्तुलन की अवस्था स्थापित हो जाती है।

