অধ্যায়-৪
বালি
(Sand)

৪.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

বালি একটি গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণসামগ্রী। এগুলো মূলত শিলা কণাবিশেষ। কোয়ার্টজ-এর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাই বালি হিসেবে পরিচিত। আবহাওয়ার ক্রিয়ায় বালির আকার-আকৃতিতে বৈষম্য পরিলক্ষিত হয়। বিভিন্ন গ্রেড (Grade) ও সাইজের বালি পাওয়া যায়। বালি কোয়ার্টজজাত, চুনাপাথরজাত ও কাদাজাত পাথর হতে পাওয়া যেতে পারে। বালির কণাগুলো কোনাদার (angular), গোলাকৃতিবিশিষ্ট (Rounded) বা সূক্ষ্মাগ্রবিশিষ্ট (Sharp) হতে পারে। ASTM অনুযায়ী 4.75 মিলিমিটার হতে 0.075 মিলিমিটার আকারে খনিজ অ্যাগ্রিগেটই বালি।

৪.১ উৎস অনুসারে বালির শ্রেণিবিভাগ (Classification of sand according to sources) ঃ

বালির শ্রেণিবিভাগ প্রধানত উৎস অনুসারে এবং আকার অনুসারে করা হয়ে থাকে।

উৎস অনুসারে বালির শ্রেণিবিভাগ ঃ

আমরা প্রধানত তিনটি উৎস হতে বালি পেয়ে থাকি। সে মতে উৎস অনুসারে বালিকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়, যথা–

১। গর্তের বালি (Pit sand)
২। নদীর বালি (River sand)
৩। সমুদ্রের বালি (Sea sand)।

১। গর্তের বালি (Pit sand) ঃ এ জাতীয় বালির বর্ণ বাদমি বা হলুদাভ। এগুলো সূক্ষ্মাগ্র, কোনাদারবিশিষ্ট এবং লবণমুক্ত। গুলোতে সামান্য পরিমাণে কাদা ও অন্যান্য অপদ্রব্য থাকতে পারে। এ কারণে এ জাতীয় বালি ব্যবহারের পূর্বে চালুনিতে চেলে এবং ীত করে ব্যবহার করতে হয়। এ বালি ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসেবে মসলা ও কংক্রিটে ব্যবহার করা যায়। এ বালি মসলার জন্য বিশেষ াযোগী।

২। নদীর বালি (River sand) ঃ নদীর বালির বর্ণ অনেকটা সাদা এবং আকার অপেক্ষাকৃত ছোট এবং গোলাকৃতিবিশিষ্ট। দর পৃষ্ঠ মসৃণ। এগুলোর সাথে সামান্য পরিমাণ কাদাজাত অপদ্রব্য ও গ্র্যাভেল মিশ্রিত অবস্থায় পাওয়া যায়। তাই এগুলো মরূপে ধৌত করে এবং চালুনিতে চেলে নির্মাণকাজে ব্যবহার করা শ্রেয়। গর্তের বালি অপেক্ষা নদীর বালি সূক্ষ্ম বিধায় আস্তরের জের জন্য এগুলো বিশেষ উপযোগী। তবে অপেক্ষাকৃত বড় আকারের নদীর বালি মসলা ও কংক্রিটের কাজেও ব্যবহার করা হয়।

৩। সমুদ্রের বালি (Sea sand) ঃ সমুদ্রের বালি সাদা বর্ণের, বেশ মসৃণ এবং গোলাকৃতি বিশিষ্ট। এগুলোতে জীবাশ্ম ও লবণ ধৃত অবস্থায় থাকে। এগুলো নির্মাণে ব্যবহার করলে বায়ুমণ্ডল হতে পানি শোষণ করে নেয় এবং নির্মাণ লোনাক্রান্ত হয়। এ বালি াণে ব্যবহার না করাই শ্রেয়।

এ ছাড়া বালিকণার আকার অনুযায়ী বালির শ্রেণিবিভাগ করা হয়ে থাকে।

বালিকণার আকার অনুযায়ী বালিকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়, যথা–

১। মিহি বালি (Fine sand)
২। মধ্যম বালি (Medium sand)
৩। স্থূল বা মোটা বালি (Coarse sand)।

১। মিহি বালি (Fine sand) ঃ এ জাতীয় বালি 16নং (এ.এস.টি.এম) চালুনিতে চাললে কোনো অবশেষ থাকে না। এ জাতীয় সাধারণত আস্তরের কাজে ব্যবহার করা হয়।

২। মধ্যম মানের স্থূল বালি (Moderately coarse sand) ঃ এ জাতীয় বালি 8নং (এ.এস.টি.এম) চালুনিতে চাললে কোনো শষ থাকে না । এ জাতীয় বালি গাঁথুনির কাজের মসলা তৈরি করার জন্য উপযোগী।

৩। স্থূল বা মোটা বালি (Coarse sand) ঃ এ জাতীয় বালি 4নং (এ.এস.টি.এম) চালুনিতে চাললে চালনিতে কোনো অবশেষ না। এ জাতীয় বালি কংক্রিটের ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসেবে বেশ উপযোগী।

* এ.এস.টি.এম চালুনির আকার– 16নং (1/16 ইঞ্চি), 8নং (1/8 ইঞ্চি) ও 4নং (3/16 ইঞ্চি)।

Scanned with CamScanner

৪.১.২ ভালো বালির ধর্ম (Properties of good sand) ঃ

ভালো বালি সূক্ষ্মাগ্রবিশিষ্ট কোনাদার এবং বিশুদ্ধ সিলিকায় গঠিত। এগুলো কাদা, পলি, জীবাশ্ম, শেল, লবণ ইত্যাদি অপদ্রব্যমুক্ত। এগুলো শক্তিধর, টেকসই স্থায়িত্বশীল এবং আকারগত পর্যায়ক্রমিকভাবে সুবিন্যস্ত (Well graded)। সচরাচর বালির ক্ষেত্রে এগুলোতে 3% হতে 4% কাদা ও পলি থাকতে পারে। তবে নির্মাণে ব্যবহারের পূর্বে এগুলো ধৌত করে নেয়া শ্রেয়।

৪.২ বালির মাঠ পরীক্ষা এবং গবেষণাগারে পরীক্ষা বর্ণনা (Describe the field test and laboratory test of sand) ঃ

বালির মাঠ পরীক্ষা (Field test for sand) ঃ

পলি ও কাদার উপস্থিতি নির্ণয় ঃ নমুনা বালি শুষ্ক অবস্থায় ওজন নিয়ে পরিষ্কার পানিতে ধৌত করার পর পুনরায় শুষ্ক করে ওজন নিলে বালিতে পলি ও কাদার পরিমাণ জানা যাবে।

জৈব পদার্থের উপস্থিতি নির্ণয় ঃ একটি কাচের বোতলে নমুনা বালির সাথে 3% সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ মিশিয়ে বোতলটির মুখ বন্ধ অবস্থায় উত্তমরূপে ঝাঁকানোর পর 24 ঘণ্টা রেখে দিলে যদি বাদামি বর্ণ ধারণ করে তবে বালিতে জৈব পদার্থের উপস্থিতি বুঝা যাবে। বর্ণের গাঢ়ত্ব বিচার করে জৈব পদার্থের মাত্রা নির্ধারণ করা যায়।

লবণের উপস্থিতি নির্ণয় ঃ নমুনা বালি একটি পরিষ্কার কাচের গ্লাসে নিয়ে এতে পর্যাপ্ত পানি সংযোগ করে কয়েক মিনিট চামচ দিয়ে নাড়াচাড়া করে কিছু সময় স্থির অবস্থায় রেখে দেয়ার পর পরিষ্কার পানি জিহ্বার স্পর্শে আনলে যদি লবণ অনুভূত হয়, তবে বালিতে লবণের উপস্থিতি বুঝা যাবে।

বালির গবেষণাগারে পরীক্ষা (Laboratory test of sand) ঃ

বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয় ঃ সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বা ফাইননেস মডুলাস্ (Fineness modules = F.M) বালির মোটামুটি গড় আকার সম্পর্কে ধারণা প্রদান করে। বালি যত মিহি (Fine) হয়, তার সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক তত কম হয় এবং যত স্থূল হয় সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (F.M) তত বেশি হয়।

সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক একটি ইম্পেরিক্যাল (Emperical) সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়। আমেরিকান প্রমাণ চালুনি 4নং, 8নং, 16নং, 30নং, 50নং ও 100 নং এ অবশেষের পুঞ্জীভূত (Cumulative) শতকরা হারের সমষ্টিকে 100 দিয়ে ভাগ করলে যে সংখ্যা পাওয়া যায়, তাকে বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বা সূক্ষ্মতাঙ্ক বা ফাইননেস মডুলাস বলা হয়। বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (F.M) বালির গ্রেডিং-এর নির্দেশক নয় বরং একই সূক্ষ্মতা গুণাঙ্কের বালির গ্রেডিং অসংখ্য ধরনের হতে পারে। সাধারণভাবে দেখা যায়, মিহি বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক 1.5 পর্যন্ত, মধ্যম মানের স্থূল বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক 1.5 হতে 2.00 এবং মোটা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক 2.00 এর অধিক হয়ে থাকে। নির্মাণের স্থূল কাজে ব্যবহৃত বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক 2 হতে 3 হওয়া উচিত।

বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (F.M) নির্ণয় পদ্ধতি ঃ নিচে প্যান দিয়ে প্যানের উপর ধারাবাহিকভাবে নিচ হতে উপরের দিকে যথাক্রমে আমেরিকান প্রমাণ চালুনি 100 নং (0.150mm), 50 নং (0.300 mm), 30 নং (0.600 mm), 16 নং (1.18mm), 8 নং (2.36 mm) ও 4নং (4.750 mm) রেখে সর্ব উপরের অর্থাৎ 4 নং চালুনিতে ঈপ্সিত বালির নির্দিষ্ট পরিমাণ (ওজনে) নমুনা বালি দিয়ে উপরের ঢাকনা দিয়ে সতর্কতার সাথে প্যান, চালুনিগুলো সর্ব উপরের ঢাকনাসহ একত্রে আটকিয়ে যান্ত্রিক শেকার বা হস্তচালিত শেকারে ভালোভাবে চেলে (সচরাচর 5 হতে 7 মিনিট অর্থাৎ কোনো চালুনিতে তার চেয়ে সূক্ষ্মতর কণা না থাকা পর্যন্ত) প্রত্যেক চালুনিতে অবশেষের (retained) পৃথক পৃথক ওজন নিয়ে উপরোক্ত সকল চালুনিতে শতকরা পুঞ্জীভূত অবশেষের পরিমাণ নির্ণয় করে এগুলোর সমষ্টিকে 100 দিয়ে ভাগ করে নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (F.M) নির্ণয় করা হয়।

৪.২.১ ভালো বালির বিনির্দেশাবলি (Specifications of good sand) ঃ

কোনো প্রকৌশল কাজের জন্য কাজের ধরন, মান, পরিবেশ ইত্যাদি বিবেচনায় এনে ঐ কাজের জন্য সামগ্রী সংগ্রহের ক্ষেত্রে সামগ্রীর সহজলভ্যতা, মূল্য, গুণাগুণ, উৎস, আকার-আকৃতি, বিন্যাস ইত্যাদি বিষয়ের উদ্ধৃতি দরকার হয়। কোনো সুনির্দিষ্ট সামগ্রী প্রাপ্তি বা সংগ্রহের লক্ষ্যে ঐ সামগ্রী সংক্রান্ত সুনির্দিষ্ট তথ্যাদি উল্লেখ করার দরকার হয়। কোনো সামগ্রীর এ সুনির্দিষ্ট তথ্যাদিকেই ঐ সামগ্রীর বিনির্দেশাবলি (Specifications) বলা হয়। নিম্নে ভালো বালির বিনির্দেশাবলি উল্লেখ করা হলো ঃ

(ক) উৎস ঃ ভালো বালি প্রাপ্তির জন্য উৎস একটি অন্যতম শর্ত। এক্ষেত্রে সুনির্দিষ্ট কাজে ব্যবহারযোগ্যতা ও কার্যোপযোগিতার জন্য কোন উৎসের বালি আবশ্যক তা বিনির্দেশাবলিতে উল্লেখ করতে হবে।

(খ) আকৃতি ঃ কী ধরনের আকৃতির (কোনাদার, সূক্ষ্মাগ্র, গোলাকৃতি) বালি কাজের জন্য উপযোগী হবে, তা বিনির্দেশে থাকতে হবে।

(গ) অপদ্রব্যের উপস্থিতি ঃ বালিতে অপদ্রব্য পলি, কাদা, জৈব পদার্থ, পানি, লবণ ইত্যাদি থাকতে পারবে কি না। যদি থাকে তবে এর সর্বোচ্চ পরিমাণ বিনির্দেশে উল্লেখ করতে হবে। তবে ভালো বালির বিনির্দেশে 'অপদ্রব্য উপস্থিতি গ্রহণীয় নয়' উল্লেখ করতে হবে।

(ঘ) সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক ও গ্রেডিং ঃ যেহেতু বালি আস্তরের কাজে, ভরাটের কাজে, কংক্রিটের কাজে ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়, তাই কাজের চাহিদা উপযোগী সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বিনির্দেশে উল্লেখ করতে হয় এবং বালিকণার আকার বিতরণ (grading)-এর বিষয়ও উল্লেখ করা উচিত।

Scanned with CamScanner

৪.২.২ বালির আকার বিন্যাসক্রম বা গ্রেডিং-এর উদ্দেশ্য (Purposes of grading of sand) ঃ

কোনো অ্যাগ্রিগেটের বিভিন্ন আকারের কণা বিতরণকে ঐ অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলা হয়। বালি একটি উত্তম সূক্ষ্মপূরক (Fine aggregate)। এর গ্রেডিং বা আকার বিন্যাসক্রম মসলা ও কংক্রিট তথা নির্মাণের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। কণার আকার বিতরণ অর্থাৎ গ্রেডিং-এর দিক হতে বালি তিন ধরনের, যথা–

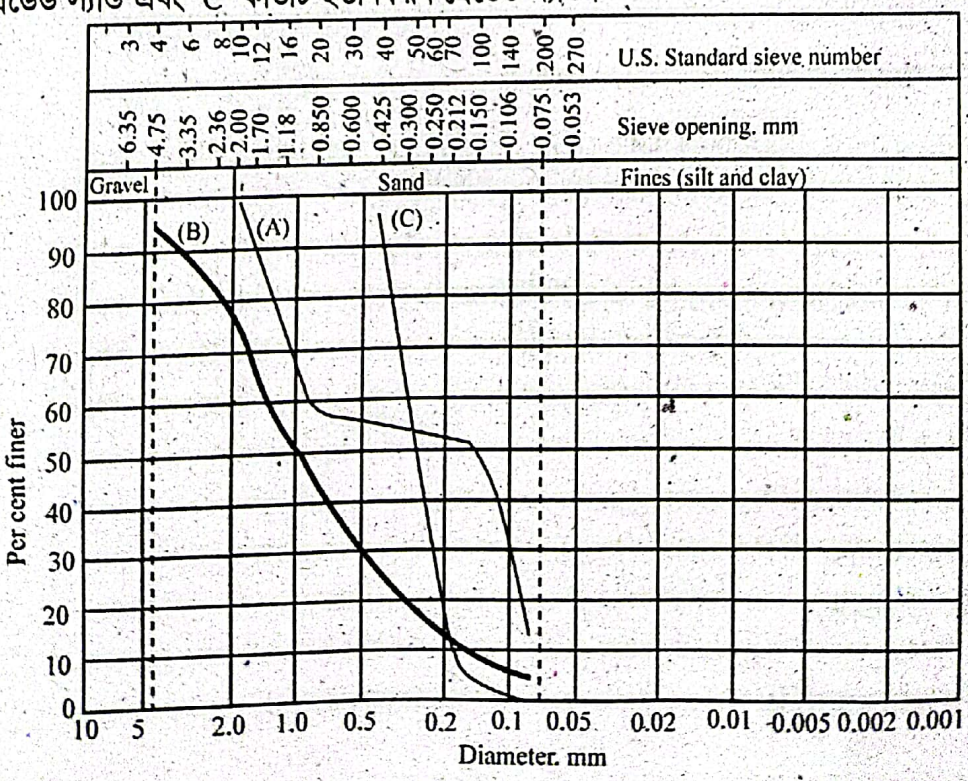
(i) **সুবিন্যস্ত বালি (Well graded sand) ঃ** বিভিন্ন আকারের কণা সন্তোষজনক আনুপাতিক হারে বিদ্যমান।

(ii) **ফাঁক বিন্যাসের বালি (Gap graded sand) ঃ** মোটা ও চিকন কণা বিদ্যমান, মধ্যবর্তী আকারের কণা কিঞ্চিৎ পরিমাণে আছে।

(iii) **সমকণার বিন্যাসের বালি (Uniform grade sand) ঃ** এতে একই আকারের বা প্রায় একই আকারের বালিকণা বিদ্যমান।

গ্রেডিং বা কণার আকার বিন্যাসক্রমের মূলনীতি হলো, স্থূল কণার মধ্যস্থ ফাঁকগুলো পর্যায়ক্রমে সূক্ষ্মতর কণায় পূর্ণ হবে অর্থাৎ যদি অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো সম-আকারের হয়, তবে এগুলোর মধ্যস্থ ফাঁক অধিক হবে এবং বিভিন্ন আকারের অ্যাগ্রিগেটে ফাঁক কম হবে। তাই নির্মাণকাজে একই আকারের কণার বিন্যাসক্রমের বা গ্রেডিং-এর বালি ব্যবহার না করে বিভিন্ন আকারের কণার বিন্যাসক্রমের বালি ব্যবহার করাই উত্তম। এতে স্থূল কণাগুলোর মধ্যস্থ ফাঁকগুলো অপেক্ষাকৃত সূক্ষ্ম কণায় এবং এগুলোর মধ্যস্থ ফাঁক অধিকতর সূক্ষ্ম কণায় পূর্ণ হবে। তাই অধিকতর ঘনত্বের মসলা বা কংক্রিট তৈরিতে সমান আকারের (uniform graded) বা শুধুমাত্র স্থূল আকার ও সূক্ষ্ম আকারের (gap graded) বালি ব্যবহার না করে সুবিন্যস্ত আকার ক্রমের (well graded) বালি ব্যবহার করা হয়। এতে যেমন কংক্রিট বা মসলার ঘনত্ব অধিক হয়, তেমনি সিমেন্টও কম লাগে এবং নির্মাণও শক্তিশালী হয়। এ উদ্দেশ্যেই বালির আকারের বিন্যাসক্রম বা গ্রেডিং করা হয়ে থাকে।

বালির আকারে বিন্যাসক্রম বা গ্রেডিং সাধারণত চালুনি বিশ্লেষণের মাধ্যমে কণার আকার বিতরণ কার্ভে প্রকাশ করা হয়। বালির গ্রেডিং বা কণার আকার বিতরণ বিশ্লেষণে ASTM পদ্ধতিতে সর্বনিম্নে প্যান রেখে পর্যায়ক্রমে নিচ হতে উপরের দিকে আমেরিকান প্রমাণ চালুনি নং 200(0.075 mm), 140(0.106mm), 100(0.150mm), 70(0.210 mm), 60(0.250 mm), 50(0.300 mm), 40(0.425mm), 30(0.600mm), 20(0.850mm), 16(1.18mm), 12(1.70mm), 10(2.00mm), 8(2.36mm), 6(3.35mm), 4(4.75mm) রেখে সর্ব উপরের চালনিতে ঈপ্সিত নমুনার নির্দিষ্ট ওজনের বালি ঢেলে উপরে ঢাকনা দিয়ে সতর্কতার সাথে আটকিয়ে যান্ত্রিক শেকার বা হস্তচালিত শেকারে (Shaker) ভালোভাবে চেলে প্রত্যেকটি চালুনিতে অবশেষের ওজন পৃথক পৃথকভাবে নিয়ে প্রত্যেকটি চালুনির জন্য শতকরা পুঞ্জীভূত অবশেষ (% Coarser) বা শতকরা পুঞ্জীভূত অতিক্রান্ত (% finer) নির্ণয় করে গ্রাফ কাগজে চালুনি নম্বর বা চালুনির ছিদ্রের আকারের বিপরীতে শতকরা হার চিহ্নিত করে চিহ্নিত বিন্দুগুলো ধারাবাহিকভাবে সংযোগ করলে ঈপ্সিত নমুনার গ্রেডিং বা কণার আকার বিতরণ কার্ভ পাওয়া যায়। (বালির গ্রেডিং বা কণার আকার বিতরণ বিশ্লেষণে উপরোক্ত সকল চালুনির প্রাপ্তিতে বিঘ্নতা ঘটলে অধারাবাহিক 2/4টি চালুনি ব্যবহার না করলেও কার্ভ অংকনে ও ফলাফলে বৃহত্তর কোনো প্রভাব ফেলে না।) নিম্নের তিনটি নমুনা বালির গ্রেডিং বা কণার আকার বিতরণ কার্ভ দেখানো হলো। এর 'A' কার্ভটি গ্যাপ গ্রেডেড স্যান্ড, 'B' কার্ভটি ওয়েল গ্রেডেড স্যান্ড এবং 'C' কার্ভটি ইউনিফরম গ্রেডেড স্যান্ড।



চিত্র ঃ ৪.১

Scanned with CamScanner

উদাহরণ-১। গোমতী নদীর বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। নমুনা বালির ওজন 100 গ্রাম। প্রমাণ চালুনিগুলোতে চালার প
নিম্নের তালিকায় প্রদত্ত তথ্যাদি পাওয়া গেল ঃ

চালুনি	অবশেষ (গ্রামে)	পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রামে)	পুঞ্জীভূত অবশেষের % হার
3″	0.00	0.00	0.00
$1\frac{1}{2}$″	0.00	0.00	0.00
$\frac{3}{4}$″	0.00	0.00	0.00
$\frac{3}{8}$″	0.00	0.00	0.00
4 নং	0.00	0.00	0.00
8 নং	0.00	0.00	12.00
16 নং	12.00	12.00	30.00
30 নং	18.00	12.00 + 18.00 = 30.00	90.00
50 নং	60.00	30.00 + 60.00 = 90.00	100.00
100 নং	10.00	90.00 + 10.00 = 100.00	
			মোট = 232.00

∴ গোমতী নদীর বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, $F = \frac{232.00}{100} = 2.32$ (উত্তর)

● দুই বা ততোধিক নমুনা বালির সংযুক্ত বা মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য নিম্নের সূত্রটি ব্যবহার করা হয়।

$$F_C \text{ অর্থাৎ } F \text{ মিশ্রিত} = \frac{m_1F_1 + m_2F_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + m_nF_n}{m_1' + m_2 + \ldots\ldots\ldots + m_n} \quad \ldots\ldots (৪.১)$$

এখানে $F_1, F_2, \ldots\ldots F_n$ যথাক্রমে 1, 2,..... n নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক

$m_1, m_2, \text{----} m_n$ যথাক্রমে 1, 2, -----n নমুনা বালির ওজন

F_c = মিশ্রিত নমুনার সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক

যদি সকল নমুনাই সমওজনে নেয়া হয়, তবে–

$$F \text{ মিশ্রিত} = \frac{F_1 + F_2 + \ldots\ldots\ldots + F_n}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (৪.২)$$

● দুটি নমুনা বালির ওজন ও সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক যথাক্রমে m_1, F_1 ও m_2, F_2 এবং মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক F_c হলে দেখাও যে,

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{F_2 - F_c}{F_c - F_1}$$

সমাধান: নমুনা দুটির মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, $F_c = \frac{m_1F_1 + m_2F_2}{m_1 + m_2}$

বা, $F_c(m_1 + m_2) = m_1F_1 + m_2F_2$

বা, $F_cm_1 + F_cm_2 = m_1F_1 + m_2F_2$

বা, $F_cm_1 - m_1F_1 = m_2F_2 - F_cm_2$

বা, $m_1(F_c - F_1) = m_2(F_2 - F_c)$

$$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{F_2 - F_c}{F_c - F_1} \text{ (প্রমাণিত)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (৪.৩)$$

যদি $\frac{m_1}{m_2} = R$ ধরা হয়, তবে–

$$R = R : 1 = m_1 : m_2 = (F_2 - F_c) : (F_c - F_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (৪.৩ক)$$

Scanned with CamScanner

নিম্নের উদাহরণের সাহায্যে মিশ্রিত বালির সূক্ষ্মতাঙ্ক বা সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয়ের পদ্ধতি দেয়া হলো–

উদাহরণ-২। কর্ণফুলী ও হালদা নদীর দুটি নমুনা বালি হতে প্রত্যেকটির 1000 গ্রাম বালি প্রমাণ চালুনিগুলোতে চালার পর নিম্নের তথ্যসমূহ পাওয়া গেল। মিশ্রিত বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক কত হবে?

	কর্ণফুলী নদীর বালি		হালদা নদীর বালি	
চালুনি	অবশেষ (গ্রাম)	চালুনিতে পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রামে)	অবশেষ (গ্রাম)	চালুনিতে পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রামে)
3″	0.00	–	0.00	–
$1\frac{1}{2}$″	0.00	–	0.00	–
$\frac{3}{4}$″	0.00	–	0.00	–
$\frac{3}{8}$″	0.00	–	0.00	–
4 নং	0.00	–	0.00	–
8 নং	10.00	10.00	0.00	–
16নং	150.00	(10.00 + 150.00) = 160.00	50.00	50.00
30নং	300.00	(160.00 + 300.00) = 460.00	250.000	(50.00 + 250.00) = 300.00
50নং	400.00	(460.00 + 400.00) = 860.00	350.00	(300.00 + 350.00) = 650.00
100নং	140.00	(860.00 + 140.00) = 1000.00	350.00	(650.00 + 350.00) = 1000.00

সমাধান:

চালুনি	কর্ণফুলী নদীর বালি পুঞ্জীভূত অবশেষের % হার	হালদা নদীর বালি পুঞ্জীভূত অবশেষের % হার
8নং	1.00	-
16 নং	16.00	5.00
30 নং	46.00	30.00
50 নং	86.00	65.00
100 নং	100.00	100.00
মোট =	249.00	200.00

কর্ণফুলী নদীর বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{249}{100} = 2.49$

হালদা নদীর বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{200}{100} = 2$

মিশ্রিত বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{(1000 \times 2.49 + 1000 \times 2)}{1000 + 1000} = \frac{4490}{2000} = 2.24$ **(উত্তর)**

[বা, F মিশ্রিত $= \frac{2.49 + 2}{2} = 2.24$ [(উভয় ধরনের বালির নমুনার ওজন সমান বিধায়)]

উদাহরণ-৩। সিলেট ও সাভারর দুটি নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক যথাক্রমে 3.00 ও 2.00 এবং নমুনাদ্বয়ের মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক 50 হলে মিশ্রণে নমুনাদ্বয়ের ওজনের অনুপাত কত?

সমাধান: ধরে নিই, মিশ্রণে সিলেট ও সাভারের বালির নমুনার ওজন যথাক্রমে x ও y।

এখন F (মিশ্রিত) $= \frac{3.00\,x + 2.00\,y}{x + y}$

বা, $2.50\,(x + y) = 300\,x + 2.00\,y$

বা $0.50\,y = 0.50\,x$

$\therefore y = x$

নির্ণেয় নমুনাদ্বয়ের অনুপাত $= x : y$

$= x : x$

$= 1 : 1$ **(উত্তর)**

বিকল্প পদ্ধতি ঃ

সিলেটের নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, $F_1 = 3.00$

সাভারের নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, $F_2 = 2.00$

এবং মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, $F_c = 2.50$

আমরা জানি,

মিশ্রিত অনুপাত,

$$R = \frac{F_1 - F_c}{F_c - F_2} = \frac{3.00 - 2.50}{2.50 - 2.00} = \frac{0.5}{0.5} = 1$$

$\therefore$ মিশ্রণে নমুনাদ্বয়ের ওজনের অনুপাত $= R : 1 = 1 : 1$ **(উত্তর)**

Scanned with CamScanner

উদাহরণ-৪। সিলেট ও দিনাজপুরের দুটি নমুনা বালির মিশ্রিত সূক্ষ্মতাঙ্ক 2.25 এবং মিশ্রিত নমুনাদ্বয়ের মোট ওজন 2000 গ্রাম। যদি নমুনাদ্বয়ের সূক্ষ্মতাঙ্ক যথাক্রমে 2.60 ও 1.90 হয়, তবে প্রতি নমুনার ওজন কত?

সমাধান: ধরি, সিলেটের নমুনা বালির ওজন P গ্রাম

∴ দিনাজপুরের নমুনা বালির ওজন (2000 – P) গ্রাম

$$F\ (\text{মিশ্রিত}) = \frac{2.60\,P + 1.90\,(2000 - P)}{2000}$$

বা, $2.25 \times 2000 = 3800 + 2.60\,P - 1.90\,P$

বা, $0.70P = 700$

$P = 1000$ গ্রাম (সিলেটের নমুনা বালির ওজন) **(উত্তর)**

দিনাজপুরের নমুনা বালির ওজন = 2000 – 1000 = 1000 গ্রাম। **(উত্তর)**

উদাহরণ-৫। পঞ্চগড়, ডোমার, জাফলং ও শাহবাজপুরের নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক যথাক্রমে 2.0, 2.5, 2.6, 1.5 এবং এগুলো 1 ঃ 3 ঃ 5 ঃ 6 অনুপাতে (ওজনে) মিশালে মিশ্রণের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক কত হবে?

সমাধান: মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{1 \times 2.00 + 3 \times 2.50 + 5 \times 2.6 + 6 \times 1.5}{1 + 3 + 5 + 6} = 2.1$

উদাহরণ-৬। নিম্নে 500 গ্রাম ওজনের নমুনা বালির চালুনি বিশ্লেষণ দেয়া হলো। বালির সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক নির্ণয় কর ঃ

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান
অবশেষ (গ্রাম)	0	0	6	40	323	110	21

সমাধান:

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	মোট
অবশেষ (গ্রাম)	0	0	6	40	323	110	-
% অবশেষ	0	0	1.20	8.00	64.60	22.00	-
% পুঞ্জীভূত অবশেষ	(+) 0	(+) 0	1.20	9.20	73.80	95.80	180.00

নির্ণেয় সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক $= \frac{180.00}{100} = 1.80$ **(উত্তর)**।

উদাহরণ-৭। কালিয়াকৈর ও সুনামগঞ্জের নমুনা বালি একত্রে মিশিয়ে সংযুক্ত FM = 2.54 পাওয়া গেল। যদি কালিয়াকৈর ও সুনামগঞ্জের নমুনা বালির FM যথাক্রমে 2.84 এবং 2.24 হয়, তাহলে কী অনুপাতের নমুনা বালি মিশানো হয়েছিল, নির্ণয় কর।

সমাধান: ধরে নিই, কালিয়াকৈরের m_1 ওজনের নমুনা বালির সাথে সুনামগঞ্জের m_2 ওজনের নমুনা বালি মিশানো হয়েছিল।

অতএব মিশ্রিত বালির $F.M = \frac{m_1 \times 2.84 + m_2 \times 2.24}{m_1 + m_2} = 2.54$

বা, $2.54\,(m_1 + m_2) = 2.84m_1 + 2.24m_2$

বা, $2.54m_2 - 2.24m_2 = 2.84m_1 - 2.54m_1$

বা, $0.3m_2 = 0.3m_1$

$\therefore m_2 = m_1$

অর্থাৎ উক্ত স্থানদ্বয়ের বালি সমান অনুপাতে (1 ঃ 1) মিশানো হয়েছিল। **(উত্তর)**।

বিকল্প পদ্ধতি ঃ

আমরা জানি,

মিশ্রিত অনুপাত, $R = \frac{F_1 - F_c}{F_c - F_2} = \frac{2.84 - 2.54}{2.54 - 2.24}$

∴ মিশ্রিত অনুপাত = R ঃ 1 = 1 ঃ 1

উদাহরণ-৮। 'ক' নমুনার 400 গ্রাম এবং 'খ' নমুনার 500 গ্রাম বালি ব্রিটিশ প্রমাণ চালুনিতে চাললে 4নং, 8নং, 16নং, 30নং, 50নং, ও 100 নং চালুনিতে ও প্যানে যথাক্রমে 'ক' নমুনার 0, 50, 190, 103, 47, 0 ও 10 (গ্রামে) অবশেষ থাকে এবং 'খ' নমুনার 10, 73, 106, 91, 200, 12 ও 8 (গ্রামে) অবশেষ থাকে। নমুনাদ্বয়ের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক কত হবে? 'ক' ও 'খ' নমুনা 2ঃ1 অনুপাতে মিশালে মিশ্রিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক কত হবে?

সমাধান: 'ক' নমুনার জন্য (ওজন 400 গ্রাম)

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান	মোট	সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক
অবশেষ	0	50	190	103	47	0	10	-	
% অবশেষ	0	12.5	47.5	25.75	11.75	-	-	-	$\frac{353.25}{100}$
% পুঞ্জীভূত অবশেষ	0	12.5	600.0	85.75	97.50	97.50	-	353.25	= 3.53

Scanned with CamScanner

'খ' নমুনার জন্য (ওজন 500 গ্রাম)

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান	মোট	সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক
অবশেষ	10	73	106	91	200	12	8	-	
% অবশেষ	2	14.6	21.2	18.2	40	2.4	-	-	$\frac{306.8}{100}$
% পুঞ্জীভূত অবশেষ	2	16.6	37.8	56.00	96.00	98.4	-	306.8	$= 3.068$ $\simeq 3.07$

'ক' ও 'খ' নমুনার বালি 2:1 অনুপাতে মিশালে–

মিশ্রিত বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{3.53 \times 2 + 3.07 \times 1}{2 + 1}$

$= 3.376$

$\simeq 3.38$

উত্তর ঃ ক নমুনার বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক = 3.53

খ নমুনার বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক = 3.07

মিশ্রিত (2 ঃ 1) বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক = 3.38

উদাহরণ-৯। নিচের তথ্যাদি হতে 500 গ্রাম বালির সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক (এফ.এম.) নির্ণয় কর ঃ

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100
অবশেষ (গ্রাম)	5	25	50	200	110	60

সমাধান ঃ নমুনার ওজন = 500 গ্রাম

চালুনি নং	অবশেষ (গ্রাম)	পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রাম)	% পুঞ্জীভূত অবশেষ	সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক
4	5 →	5	01	
8	25 (+)	30	06	
16	50 (+)	80	16	
30	200 (+)	280	56	$\frac{247}{100} = 2.47$ (উত্তর)
50	110 (+)	390	78	
100	60 (+)	450	90	
			মোট = 247	

উদাহরণ-১০। নিচে 400 গ্রাম ওজনের নমুনা বালির চালুনি বিশ্লেষণ দেয়া হলো। বালির সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক (এফ.এম) নির্ণয় কর ঃ

চালুনি নং	4	8	16	30	50	100	প্যান
অবশেষ (গ্রাম)	0	20	50	180	80	30	40

সমাধান ঃ নমুনা বালির ওজন = 400 গ্রাম

চালুনি নং	অবশেষ (গ্রাম)	পুঞ্জীভূত অবশেষ (গ্রাম)	% পুঞ্জীভূত অবশেষ	সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক
4	00	00	00.00	
8	20	20	5.00	
16	50	70	17.50	
30	180	250	62.50	$\frac{257.50}{100} = 2.58$
50	80	330	82.50	
100	30	360	90.00	
প্যান	40	–	–	
			মোট 257.50	

উত্তর ঃ নমুনা বালির সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (এফএম) = 2.58

Scanned with CamScanner