کارگاه آموزشی

تاثیر اندازه ذرات و غلظت رسوبات معلق بر مسافت طی‌شده امواج صوتی در آب

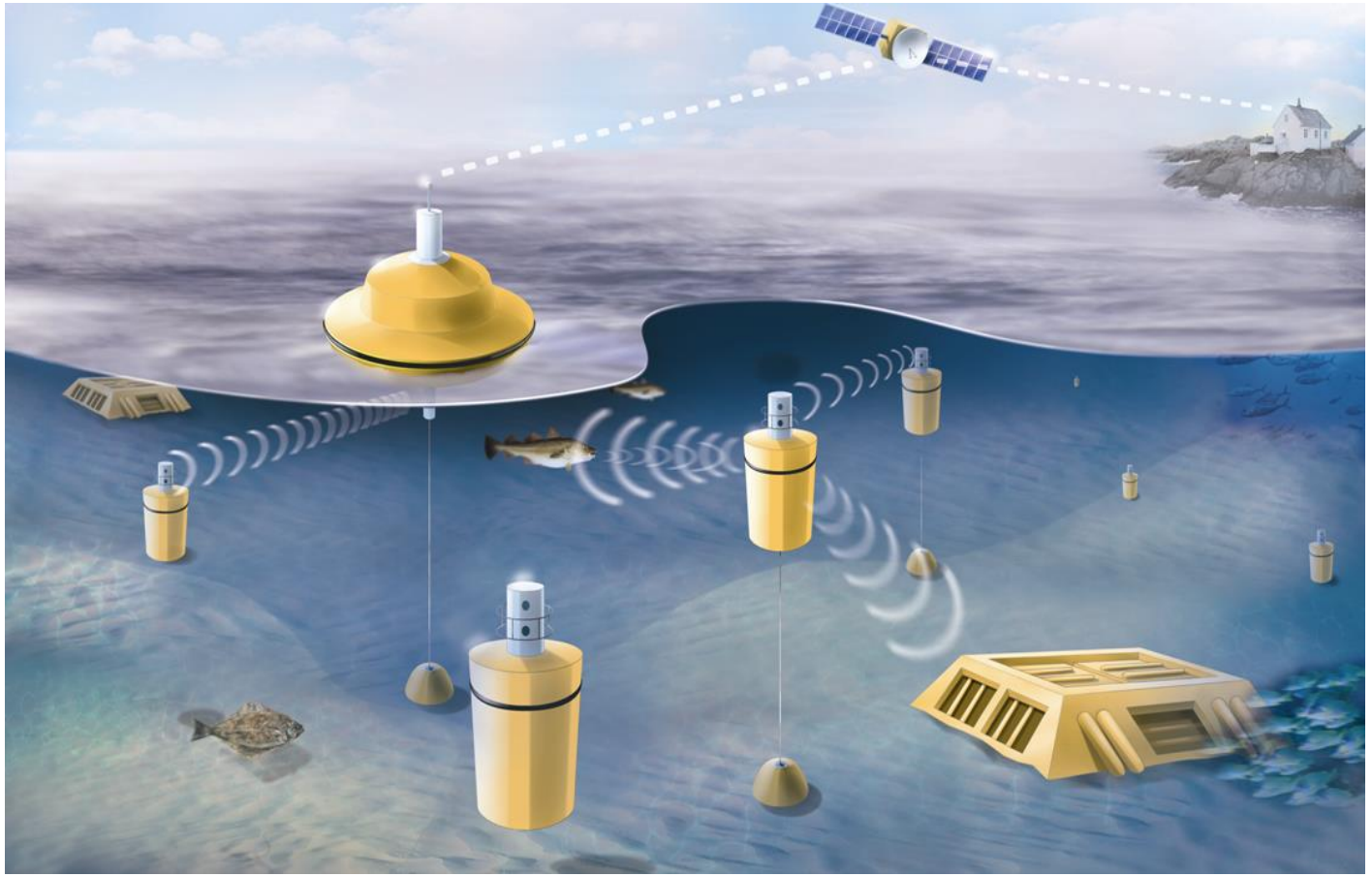
ارائه دهنده:
مسعود بحرینی مطلق

۵ تیرماه ۱۳۹۹- مجازی

فهرست

- معرفی انواع فناوری‌های صوتی در آوصوتیات
- معرفی دانش تیکه‌نگاری صوتی Acoustic Tomography
- اثر لزجت ذرات معلق بر امواج صوتی
- اثر پراکنش ذرات معلق بر امواج صوتی
- رابطه بسامد امواج صوتی و اندازه ذرات معلق
- بررسی میزان تضعیف امواج صوتی بر اثر وجود ذرات معلق در آب

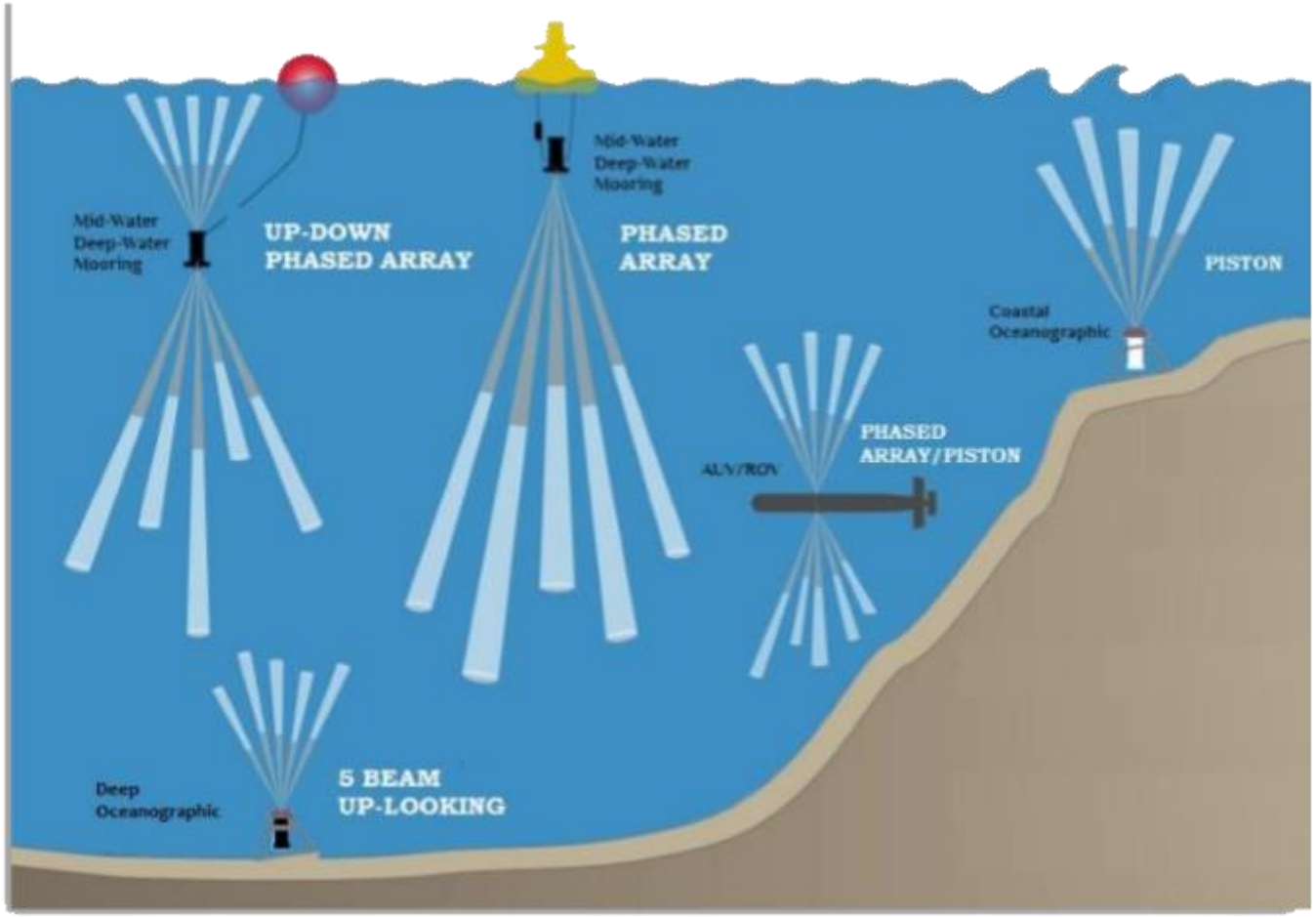
مقدمه



یک موج راداری 1 GHz در باندUHF و با طول موج ۰/۳ متر ضریب جذبی معادل ۱۴۰۰ dB/m خواهد داشت، در صورتی که با همین طول موج برای یک موج صوتی ۵ کیلوهرتزی ضریب جذب کمتر از ۳×۱۰^{-۴}dB/m است.

مقدمه

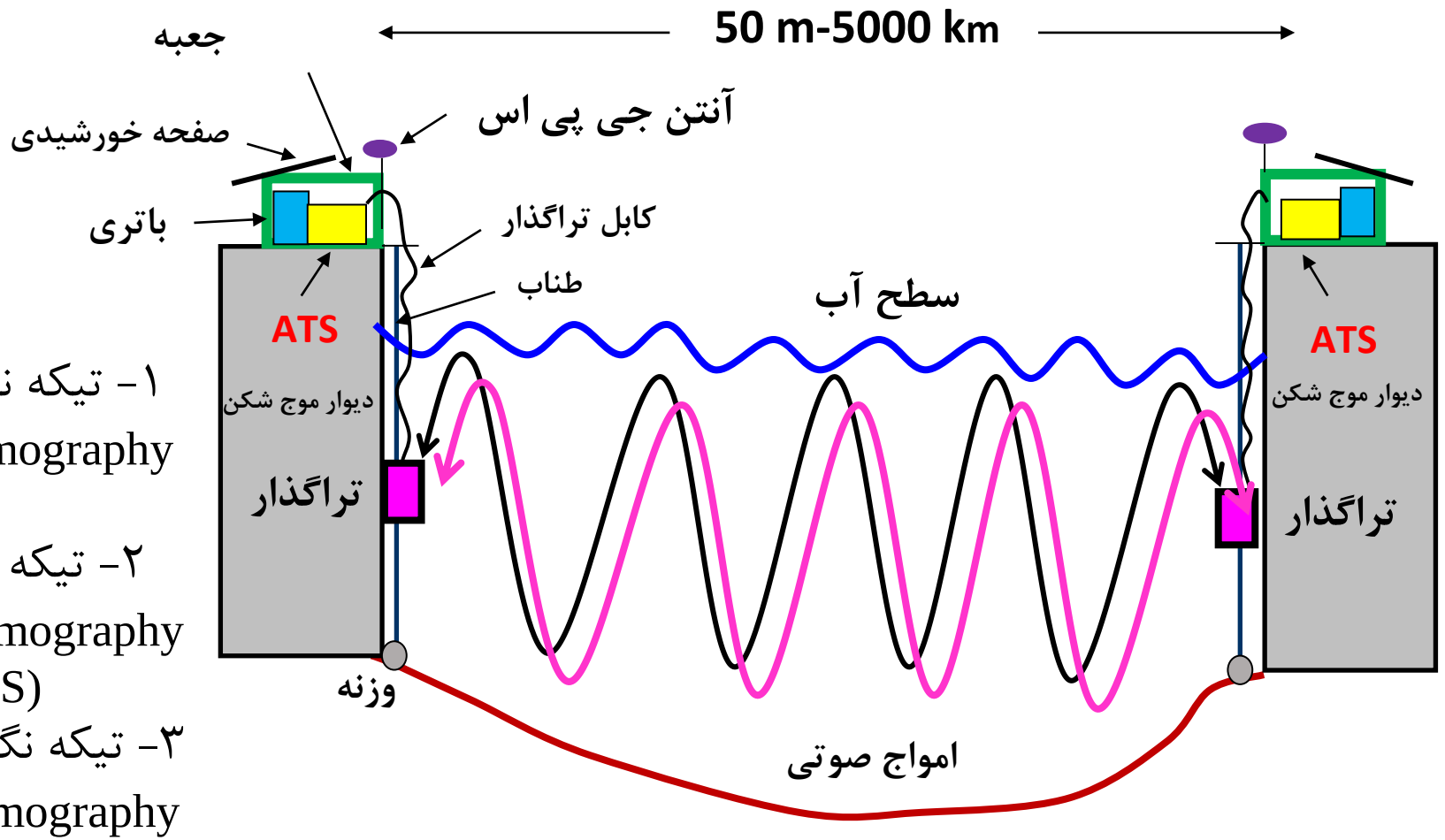
ADCP


Mid-Water
Deep-Water
Mooring
UP-DOWN
PHASED ARRAY
Mid-Water
Deep-Water
Mooring
PHASED
ARRAY
PISTON
Coastal
Oceanographic
PHASED
ARRAY/PISTON
AUV/ROV
Deep
Oceanographic
5 BEAM
UP-LOOKING

مقدمه

سامانه تیکه‌نگاری

مقدمه



۱- تیکه نگاری صوتی اقیانوسی Ocean Acoustic Tomography (OAT)

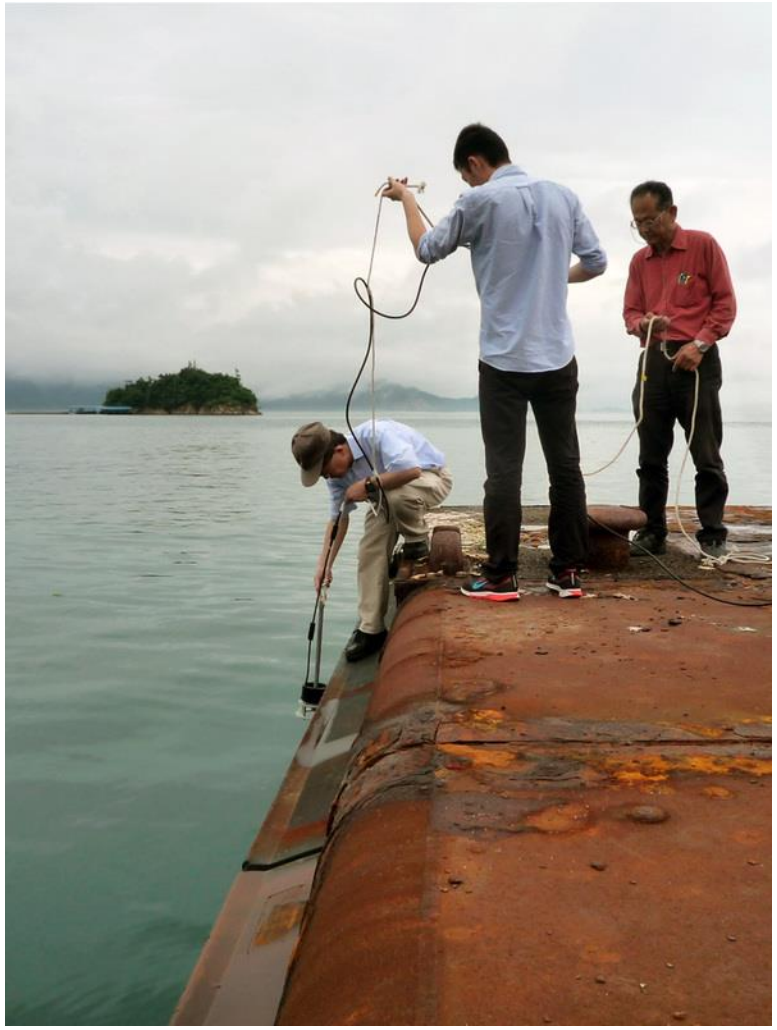
۲- تیکه نگاری صوتی دریایی Coastal Acoustic Tomography System(CATS)

۳- تیکه نگاری صوتی رودخانه ای Fluvial Acoustic Tomography System (FATS)

مقدمه

مقدمه

مقدمه



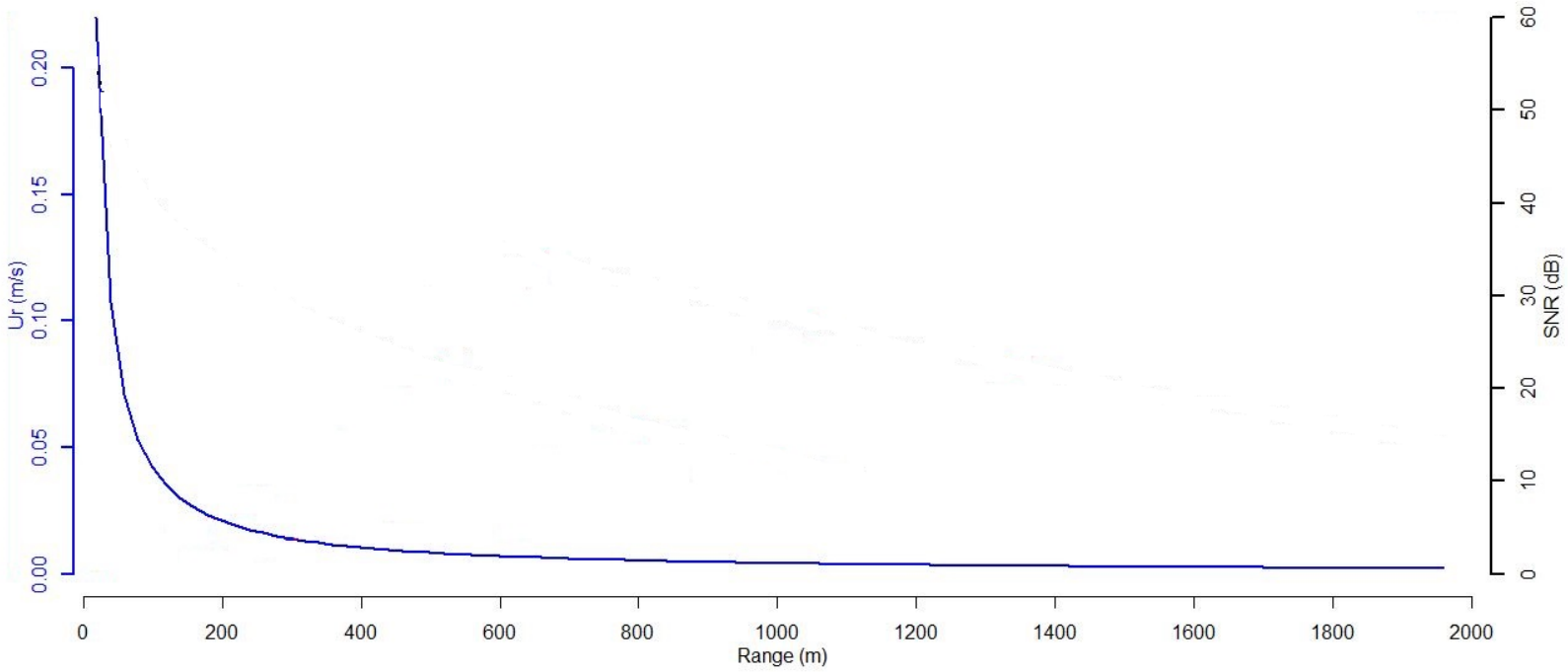
مقدمه

مقدمه

مشخصات سامانه‌های تیکه‌نگاری صوتی

SPECIFICATIONS

Central Frequency	7 kHz, 10 kHz, 30 kHz, 50 kHz
Ray Path Length	10 kHz: 0.3∼20 km, 30 kHz: 0.1 ∼2 km
Depth Range	> 1.5 m (10 kHz), > 0.5 m (30 kHz)
Velocity Range	-20 m/s to 20 m/s
Transmit Interval	30 seconds to 24 hours
Time Accuracy	< 0.5 µs
Velocity Accuracy	1 % ±0.1 cm/s (at ray path length 500 m
Velocity Resolution	4 cm/s (at 30 kHz and ray length 500 m)
Power	12 v to 18 v DC; 5 W (at transmit 100 W)
Weight in Air	Processing unit: 3.5 kg, Transducer: 1 kg
Size	Processing unit: 30 cm × 23 cm × 13.2 c Transducer housing: Φ10 cm × 25 cm



روابط موجود

$$RL = SNR = SL - PL$$

SL: Source Level (dB re 1 µPa at 1 m),
PL: Propagation Loss (dB/m).

$$PL = 20\,Log\,R + \alpha R + L_0$$

20 Log *R*: spreading loss (dB),
αR: loss due to the absorption of water molecules and suspended solids (dB),
L_0: demonstrates other losses (resulting from directivity, reflection, and interference) (dB).

$$SNR = SL - (20\,Log\,R + \alpha R + L_0)$$

روابط موجود

$$RL = SNR = SL - PL$$

SL: Source Level (dB re 1 µPa at 1 m),
PL: Propagation Loss (dB/m).

$$PL = 20\,Log\,R + \alpha R + L_0$$

20 Log *R*: spreading loss (dB),
αR: loss due to the absorption of water molecules and suspended solids (dB),
L_0: demonstrates other losses (resulting from directivity, reflection, and interference) (dB).

$$SNR = SL - (20\,Log\,R + \alpha R + L_0)$$

روابط موجود

$$SNR = SL - (20\,Log\,R + \alpha R + L_0) - Na + Gp$$

Na: total level of the noise which includes the ambient and system noises,

Gp: processing gain due to the use of M-sequence, calculated as 10 times logarithm of M-sequence length (i.e.$10Log\ L_{M-Seq}$)),

L_{M-Seq}: 2^n -1, such that n is the M-sequence degree, and can be manually set, from 7 to 12 for FATS.

$$\alpha = \alpha_w + \alpha_s$$

روابط موجود

$$\alpha = \alpha_w + \alpha_s$$

$$\alpha_w = 0.001\left(3.3 \times 10^{-3} + \frac{0.11\, f^2}{1+f^2} + \frac{44\, f^2}{4100+f^2} + 3 \times 10^{-4} f^2\right) \text{ dB/m}$$

= 0.008 for 30 kHz

$$\alpha_s = \frac{1}{r}\int_0^r \xi\, SSC(r)\, dr$$

ξ : sediment attenuation constant (dB m^2/kg),
SSC : suspended sediment concentration (kg/m^3),
r: distance (m).

روابط موجود

$$\xi = \xi_s + \xi_v$$

$$\xi_s = \frac{1}{\rho_s a_s}\left[\frac{\gamma(ka_s)^4}{1+(ka_s)^2+\frac{4}{3}\gamma(ka_s)^4}\right]$$

$$\xi_v = \frac{k(\sigma-1)^2}{2\rho_s}\left[\frac{s}{s^{2+(\sigma+\delta)^2}}\right]$$

ρ_s: density of suspended particles (kg/m^3),
a_s: equivalent sphere radius of suspended particles (m),
γ: equals 0.18 for quartz particles,
k: acoustic wavenumber calculated as $\frac{2\pi}{\lambda}$.

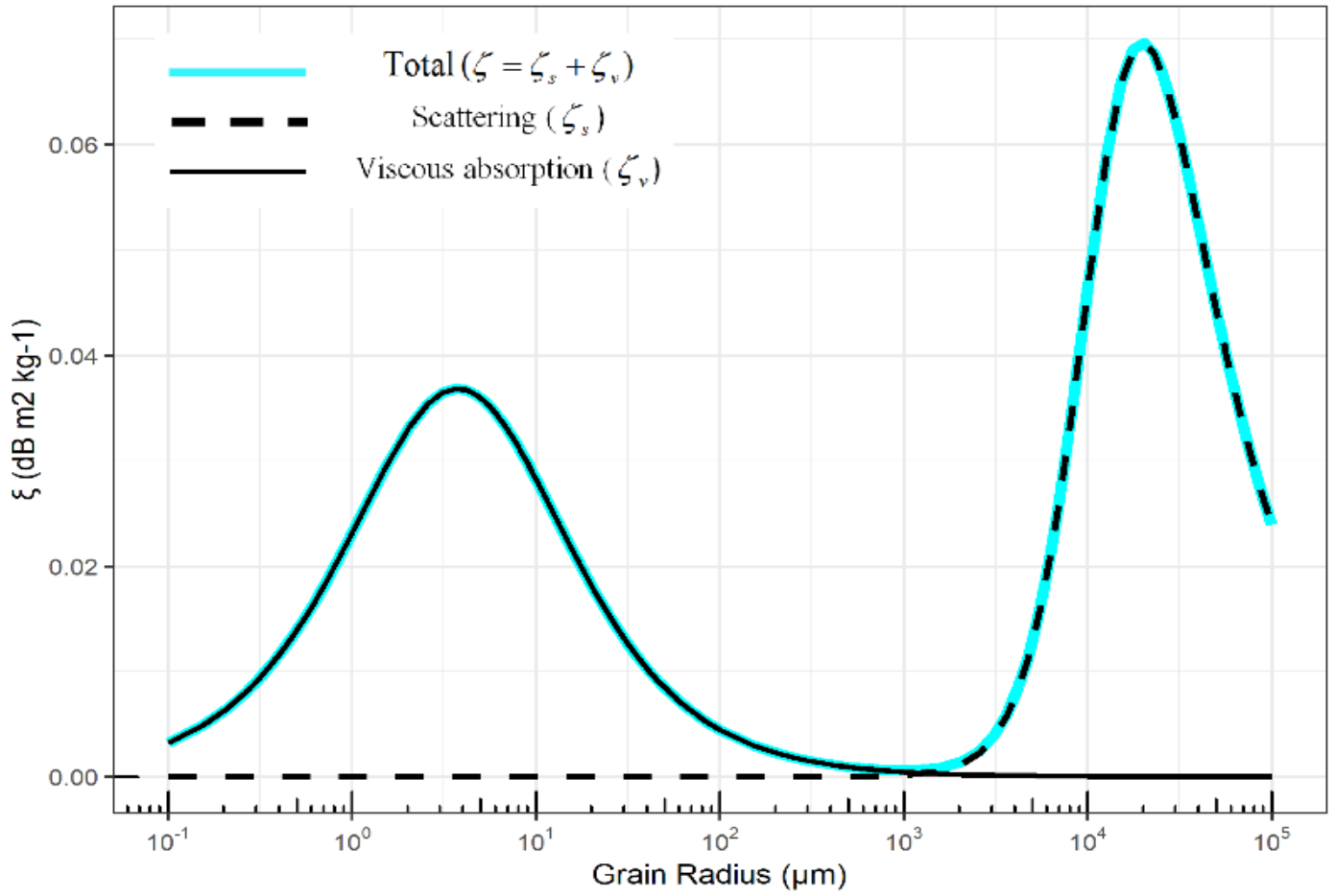
$$\sigma = \frac{\rho_s}{\rho}$$

$$s = \frac{9}{4\beta a_s}\left[1+\frac{1}{\beta a_s}\right]$$

$$\delta = \frac{1}{2}\left[1+\frac{9}{2\beta a_s}\right]$$

$$\beta = \sqrt{\omega/2\nu}$$

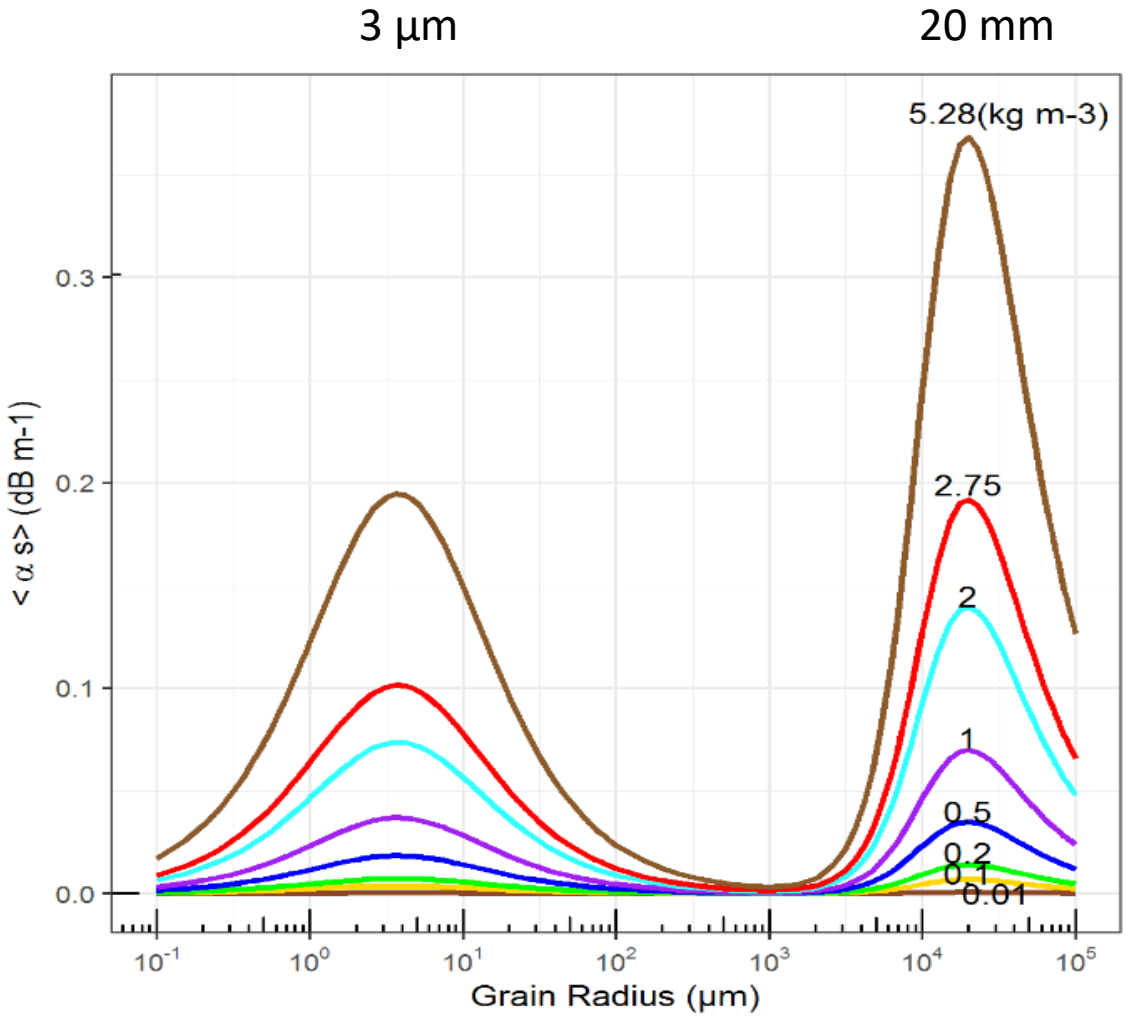
ضریب تضعیف امواج صوتی ۳۰ کیلوهرتز نسبت به اندازه ذرات



الگوسازی

$$\alpha_s = \frac{1}{r}\int_0^r \xi\, SSC(r)dr$$

$$< \alpha_s >= \xi < SSC >$$



حداکثر برد اندازه‌گیری با توجه به اندازه و غلظت رسوبات معلق

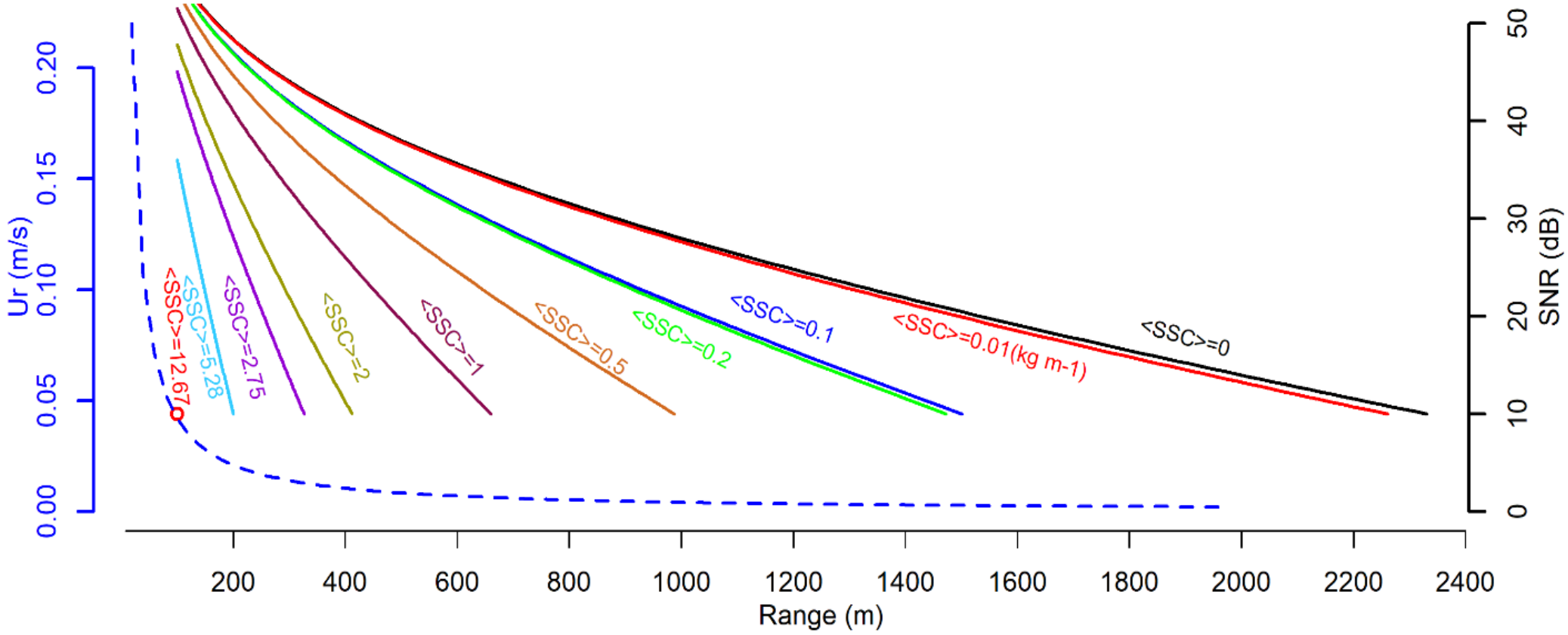
$$SNR = SL - (20\,Log\,R + (0.008 + \alpha_s)R + L_0) + Gp - Na$$

$$\mathbf{R} = e^{\left(0.05\ln(10)\left(93.1 - \frac{20\,LambertW\left(\frac{(0.008+<\alpha_s>)e^{93.1\ln(10)}\ln(10)}{20}\right)}{\ln(10)}\right)\right)}$$

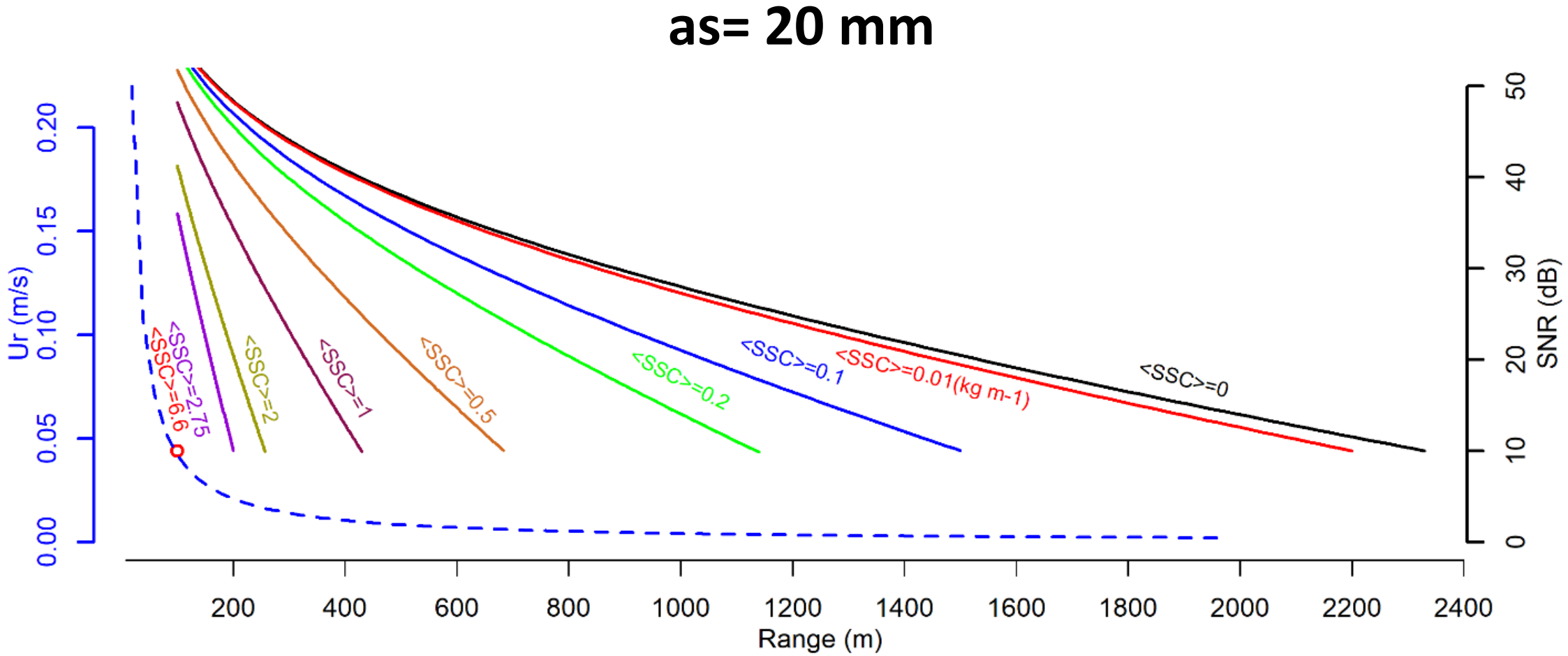
$$93.1 = -(SNR_{Threshold} + L_0 + Na) + SL + Gp$$

ارائه نتایج

as= 3 µm

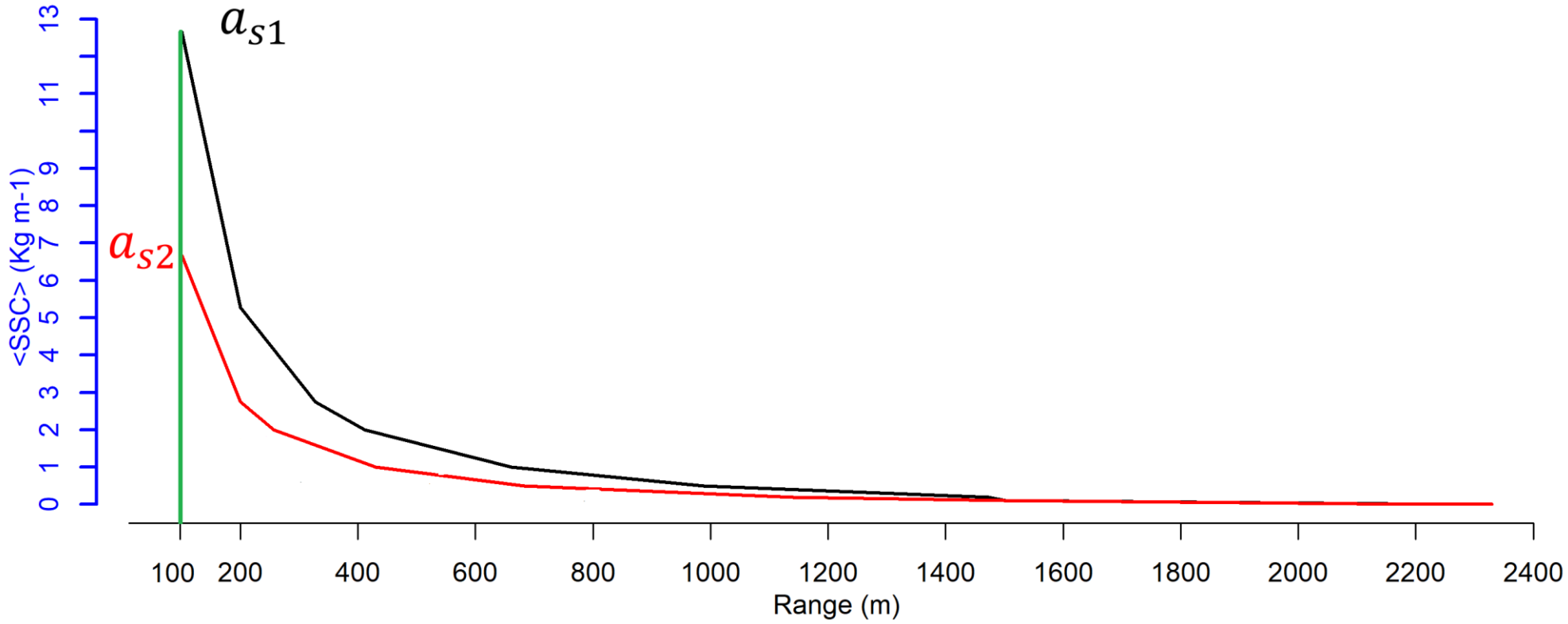


ارائه نتایج


as= 20 mm
Ur (m/s)
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
SNR (dB)
0
10
20
30
40
50
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
2400
Range (m)
<SSC>=0
<SSC>=0.01(kg m-1)
<SSC>=0.1
<SSC>=0.2
<SSC>=0.5
<SSC>=1
<SSC>=2
<SSC>=2.75
<SSC>=6.6

ارائه نتایج

رابطه بین رسوبات معلق و حداکثر برد انتشار امواج صوتی سامانه‌های تیکه‌نگاری صوتی



جمع‌بندی

- درک بهتر استفاده از این فناوری در رودخانه‌های مختلف با میزان رسوبات متغیر
- برنامه‌ریزی به‌منظور عدم از دست دادن داده‌ها به ویژه در مواقع سیلابی
- امکان سنجی میزان رسوبات معلق

از توجه شما سپاسگزاریم