



غزني تخنيکي پوهنتون
د علمي څېړنو او مجلې معاونيت
د علمي مجلې آمریت
د علمي مجلې عمومي مدیریت

زرکشان انجنیري مطالعاتو علمي، څېړنیز ژورنال

اول کال، لومړۍ (۱) ګڼه، ۱۴۰۴ ال ژمی، مطابق ۱۴۴۷ق

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



زرکشان

د غزني تخنیکي پوهنتون علمي - څېړنيزه مجله
مجله علمی - تحقیقی پوهنتون تخنیکي غزنی

د لیکنې هیئت غړي / اعضای هیئت تحریر

پوهنمل محمدنعیم سروري
پوهنمل سیدعدنان موسوی
پوهنمل دوست محمدسروری
پوهنیار محمدلطیف رحیمی
نوماند پوهنیار وحیدالله زغم
نوماند پوهنیار سلیمان احمدی
نوماند پوهنیار حاجی محمد همت
پوهنیار محمدحنیف رحیمی
پوهنیار محمد ضیا جمال

غزني تخنیکي پوهنتون

پوهنمل اسدالله شاکر
پوهندوی مسعود دانشمل
خالد احمد احساس
رحمت الله ساجد
www.teug.edu.af
research.gtu@teug.edu.af
info@teug.edu.af
۰۷۰۰۰۵۵۷۸۸ / ۰۷۹۵۶۶۲۵۶۵
غزني تخنیکي پوهنتون، د علمي څېړنو او مجلې
معاونیت

د امتیاز څښتن

مسؤل مدیر
سر دبیر
د مجلې عمومي مدیر
د مجلې د نشریې مدیر
ویب سایټ
ایمیل
د اړیکو شمېرې
پته

د غزني تخنيکي پوهنتون د علمي څېړنو او مجلې معاونيت پيغام

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد، وعلى آله وأصحابه أجمعين.

أَمَّا بَعْدُ: قَالَ اللَّهُ تَعَالَى فِي مُحْكَمِ تَنْزِيلِهِ إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ (سورة آل عمران: ١٩٠)

په معاصر علمي نظام کې علمي - څېړنيزې مجلې د پوهې د توليد، پراختيا او معياري کولو بنسټيز رول لري. دا مجلې نه يوازې د څېړنيزو موندنو د خپرولو اغېزمن ميکانيزم گڼل کېږي، بلکې د علمي تفکر د ودې، نوښت د پياوړتيا او د علمي بنسټونو ترمنځ د اړيکو د ټينگښت مهمه وسيله هم ده.

د همدې ارزښتناک هدف په رڼا کې، د غزني تخنيکي پوهنتون د علمي څېړنو او مجلې معاونيت په خوښۍ سره د خپلې علمي مجلې **زرکشان د انجنيري مطالعاتو علمي او څېړنيز ژورنال** د بنسټ اېښودلو او د هغې د لومړي ټوک د خپرېدو زېږی له علمي ټولنې سره شريکوي. دا مجله چې په ١٤٠٤ هـ ش کال کې يې د رسمي چاپ جواز تر لاسه کړی، نن د لومړي ټوک په خپرېدو سره د علمي فعاليتونو نوې مرحلې ته داخلېږي.

زرکشان د انجنيري مطالعاتو علمي څېړنيز ژورنال د انجنيري علومو او اړوندو تطبيقي څانگو په برخه کې د معياري علمي مقالو د خپرولو لپاره رامنځته شوی، څو د هېواد د پوهنتونونو استادانو، څېړونکو، محصلينو او مسلکي څېړنيزو مرکزونو ته يو باوري علمي منبر برابر کړي. دا ژورنال هڅه کوي چې د ملي اړتياوو، تخنيکي ستونزو او علمي نوښتونو ترمنځ علمي اړيکه رامنځته کړي او د نظري او تطبيقي څېړنو ترمنځ واټن راکم کړي.

د مقالې ارزونه په دې مجله کې د علمي امانت، بې طرفۍ او دقيقې علمي کره کتنې (Peer Review) پر اصولو ولاړه ده، څو خپرېدونکې ليکنې د کيفيت، نوښت او علمي ارزښت له پلوه د باور وړ وي. موږ باور لرو چې دا مجله به د څېړنيز کلتور د پياوړتيا، د علمي توليد د زياتوالي او د غزني تخنيکي پوهنتون د علمي اعتبار د لوړولو لپاره اغېزمن گام وي.

په پای کې، د علمي څېړنو او مجلې معاونیت د دې مجلې د بنسټ اېښودلو په بهیر کې د د لوړو زده کړو قدرمن وزارت، د څېړنې، تالیف او ژباړې ریاست، د پوهنتون رهبري، د مجلې د مسؤل مدیر، د تحریر پلاوي، د علمي داورانو او ټولو هغو استادانو او څېړونکو څخه صمیمانه مننه کوي چې د خپلو ارزښتناکو علمي آثارو او همکارۍ له لارې یې د دې علمي ژورنال د بنسټ اېښودلو او لومړي ټوک د خپرېدو زمینه برابره کړې ده.

هیله ده چې «زرکشان د انجنیري مطالعاتو علمي څېړنیز ژورنال» د علم، څېړنې او تخنیکي پرمختګ په لاره کې دوامدار بریاوې خپلې کړي او د هېواد د علمي او تخنیکي ودې لپاره اغېزمن خدمت ترسره کړي والسلام.

پوهنیار ذبیح الله عابد

غزني تخنیکي پوهنتون د علمي څېړنو او مجلې مرستیال

د مطالبو لړلیک

گڼه	د مقالې عنوان	ليکوال / ليکوالان	صفحي
۱	د غزني ښار په ځمکنیو اوبو کې د هایدروکیمیاوي او جیولوجیکي ځانګړتیاوو له مخې د ارسنیک، برېښنايي هدايت او منحل موادو ارزونه	اسدالله شاکر او محمدصادق عظیمي	۲۲-۲
۲	د نامتناهي سلسلو په مرسته د تابع ګانو د لیمېټ، مشتق او انتګرال محاسبې تحليلي تخنیکونه	بلال احمد احمدي، محمدامين حکيمي او حیات الله سعيد	۴۰-۲۴
۳	مطالعه مشخصات جيولوجيکي و شرايط تشکيل ظهور معدني پولي متالي (آهن، مس و طلا) ولسوالی جبل السراج ولایت پروان	عبدالله زاهدي او محمدرضا حسینی	۵۸-۴۲
۴	مطالعه و بررسی تشکيلات رسوبي جناح غربی ساحه بند امير ولایت باميان به اساس فوسيل های دوکفه ای	محمدحسين بهزاد، محمدحنيف رحيمي و سيدعدنان موسوی	۷۷-۶۰
۵	ارزیابی مشخصات پتروگرافیکي، جيوکیمیاوی و فزیکي - میخانیکي مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی	محمدنعیم سروري، محمدلطیف رحيمي و روح الله علی زاده	۱۴۱-۷۹
۶	بررسی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکي و خصوصیات فزیکي - میخانیکي احجار ولکانیکي دشت ناور ولایت غزنی	شاحسین شفايي و سيدعزيز سعادت	۱۶۰-۱۴۲

د غزني ښار په ځمکنیو اوبو کې د هایدروکیمیاوي او جیولوجیکي ځانګړتیاوو

له مخې د ارسینیک، برېښنايي هدایت او منحل موادو ارزونه

پوهنمل اسدالله شاکر^۱ پوهنپار محمدصادق عظیمی^۱

۱. د جیولوجي او کانونو اکتشاف انجنیري څانګه، جیولوجي او کانونو پوهنځی، غزني تخنیکي پوهنتون

د مسئول ایمیل آدرس: asadullahshakir۲۲۸@gmail.com

لنډیز

د غزني ښار په ځمکې لاندې اوبو کې د هایدروکیمیاوي او جیولوجیکي ځانګړتیاوو له مخې د ارسینیک، برېښنايي هدایت (Electrical Conductivity – EC) او ټولو منحل شوي جامد موادو (Total Dissolved Solids – TDS) ارزونه ترسره شوه. د څېړنې موخې د اوبو د کیفیت معلومول، د نړیوال روغتیا سازمان معیارونو سره پرتله کول، د احتمالي ککړتیا سرچینو پېژندنه او د خلکو د روغتیا د خوندیتوب لپاره عملي سپارښتنې وړاندې کول دي. دا څېړنه د غزني ښار د خلکو د ژوند، کرنې او چاپېریال لپاره حیاتي اهمیت لري، ځکه د اوبو د ککړتیا، په ځانګړې توګه د ارسینیک لوړوالی، د خلکو روغتیا ته جدي ګواښ پېښوي. د څېړنې لپاره له اوولس ځاګانو څخه د اوبو نمونې راټولې شوې او د عصري لابراتواري وسایلو په کارولو سره د برېښنايي هدایت، منحل شوې جامد مواد او ارسینیک غلظت وازمویل شول. د پایلو له مخې ۴۱٪ نمونې د ارسینیک $\mu\text{g/L}$ ۱۰ معیار څخه، ۴۲٪ نمونې د برېښنايي هدایت له مجاز حد څخه او شاوخوا ۵۳٪ نمونې د منحل شوو موادو له مجاز حد څخه لوړې وې. د برېښنايي هدایت منځنۍ اندازه $900 \mu\text{S/cm}$ او د منحل جامد موادو اوسط 601 mg/L ده. د ارسینیک اوسط غلظت $53 \mu\text{g/L}$ وو، چې تر ټولو لوړ ارزښت یې $400 \mu\text{g/L}$ ده. د پارامترونو لوړوالی د سیمه ییزو ډبرو، منرالونو او د اوبو د جریان له تعاملاتو سره تړاو لري، چې د سېمې هایدروجیولوژیکي او جیولوجیکي ځانګړتیاوې څرګندوي. د څېړنې پایلې څرګندوي چې د ځمکې لاندې اوبو دوامداره څارنه، د ککړتیا سرچینو کنټرول او عملي سپارښتنې د خلکو د روغتیا ساتنې او د اوبو د خوندیتوب لپاره حیاتي اهمیت لري.

کلیدي کلمې: اوبو د کیفیت ککړتیا، ارسینیک، برېښنايي هدایت (EC)، جیولوجیکي تحلیل او

ټول منحل شوي مواد (TDS)



۱. سريزه

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف الانبياء والمرسلين سيدنا محمد و على اله و اصحابه اجمعين.

د غزني ښار خلک په پراخه کچه د ځمکې لاندې اوبو پر تکیه ژوند کوي، خو د اوبو د تصفيې اسانتياوې کمې دي او د ککړتيا خطرونه يې د روغتيا لپاره جدي گواښ رامنځته کوي. په ځانگړې توگه د ارسينیک شتون په ځمکې لاندې اوبو کې د خلکو روغتيا ته جدي گواښ پېښوي، ځکه دا کيمياوي ماده د اوږدمهاله استعمال په صورت کې د شديدو ناروغيو سبب کېدای شي. سربېره پر دې، فزيکي پارامترونه لکه برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل شوي جامدات (TDS) د اوبو د کيفيت او د احتمالي ککړتيا د سرچينو د پېژندنې لپاره مهم شاخصونه دي. له همدې امله اړينه ده چې د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو کيفيت په منظم ډول وڅېړل شي، د نړيوالو او ملي معيارونو سره پرتله شي، د ککړتيا احتمالي سرچينې وپېژندل شي، او د خلکو د روغتيا د ساتنې لپاره عملي سپارښتنې وړاندې شي.

د غزني ښار په ځمکې لاندې اوبو کې د هايډروکيمياوي او جيولوجيکي ځانگړتياوو له مخې د ارسينیک (As)، برقي هدايت (EC) او ټولو منحل شوي جامداتو (TDS) ارزونه ترسره شوه. د څېړنې موخه د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کيفيت معلومول، د ارسينیک، EC او TDS د کچې د نړيوال روغتيا سازمان معيارونو سره پرتله کول و، ترڅو معلومه شي چې آيا د څښاک اوبه د خوندي حد دننه دي که نه دي، د احتمالي ککړتيا سرچينې وپېژندل شي، او د څښاک د اوبو د خونديتوب او د خلکو د روغتيا د ساتنې لپاره عملي سپارښتنې وړاندې شي. د څېړنې لپاره له ۱۷ ځاگانو څخه د اوبو نمونې راټولې شوې او د عصري لابراتواري وسايلو په کارولو سره د EC، TDS او ارسينیک غلظت وازمويل شول. د پايلو له مخې، ۴۱٪ نمونې د ارسينیک $10 \mu\text{g/L}$ معيار څخه، ۴۲٪ نمونې د EC له مجاز حد څخه او شاوخوا ۵۳٪ نمونې د TDS له مجاز حد څخه لوړې وې. د EC اوسط ارزښت $900 \mu\text{S/cm}$ او د TDS اوسط 601 mg/L ثبت شو. د ارسينیک اوسط غلظت $53 \mu\text{g/L}$ وو، چې تر ټولو لوړ ارزښت يې $400 \mu\text{g/L}$ ده. د پارامترونو لوړې کچې د سيمې د جيولوجيکي جوړښت، منرالوجيکي ترکيب او د ځمکې لاندې اوبو د جريان او ډېرو ترمنځ د متقابل تعامل پايله بلل کېږي، چې د سيمې هايډروجيولوژيکي او جيولوجيکي ځانگړتياوې په علمي ډول منعکسوي. د څېړنې موندنې څرگندوي چې د ځمکې لاندې اوبو منظمه او دوامداره څارنه، د ککړتيا د احتمالي سرچينو مدیریت او د علمي او عملي تگلارو پلي کول د عامې روغتيا د ساتنې او د اوبو د کيفيت خونديتوب لپاره بنسټيز او حياتي ارزښت لري.



په دې څېړنه کې لاندې اساسي پوښتنې رامنځته شوې دي چې د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت د ارزونې لپاره بنسټيز اهمیت لري. لومړۍ پوښتنه دا ده چې آیا د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو کې د ارسینیک کچه د نړیوال روغتیا سازمان له ټاکلي معیار ($10 \mu\text{g/l}$) سره برابره ده که له هغې لوړه ده. دوهمه پوښتنه د اوبو د برېښنايي هدایت (EC) او ټول منحل شویو جامداتو (TDS) په اړه ده، چې دا معلومه شي په کوم حد کې واقع دي او آیا د انساني مصرف لپاره د منلو وړ دي که نه. درېیمه پوښتنه دا ده چې د ښار کومې سیمې یا ځاگانې د احتمالي ککړتیا لوړ خطر ښيي. څلورمه پوښتنه دا څېړي چې آیا د فزیکي پارامترونو لکه EC او TDS لوړوالی د ککړتیا د سرچینو سره تړاو لري که نه. وروستۍ پوښتنه دا ده چې د ارسینیک، EC او TDS د لوړوالي تر شا کوم جیولوجیکي او هایډروجیولوجیکي عوامل اغېز لري. دا ټولې پوښتنې په گډه د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت، سرچینو او د انسان د روغتیا د خوندیتوب د ارزونې لپاره یو منظم علمي چوکاټ برابروي. د فرضیې له مخې د غزني ښار ځمکې لاندې اوبه د ارسینیک له نظره په ځینو سیمو کې د خوندي معیارونو څخه لوړ ککړتیا لري. ځینې سیمې د برېښنايي هدایت او ټولو منحل جامد موادو له مجاز حد څخه لوړ ارزښتونه لري، چې د اوبو د کیفیت کمښت ښيي. د اوبو کیفیت توپیر په ښار کې د کورنیو، صنعتي او کرنیزو فعالیتونو له امله رامنځته شوی دی. لوړ برېښنايي هدایت او منحل مواد د ځمکې لاندې اوبو د مالګینوالي او د احتمالي ککړتیا د سرچینو شاخصونه دي، او د ارسینیک، برېښنايي هدایت او منحل موادو لوړوالي د سیمه ییزو جیولوجیکي جوړښتونو او منرالونو د انحلال له امله رامنځته شوي دي.

۲. د څېړنې مخینه

د ځمکې لاندې اوبه د انسانانو د ژوند، کرنې او چاپېریال لپاره یوه حیاتي سرچینه ده. د ناپرمختللو او پرمختګ په حال هېوادونو کې خلک په پراخه کچه د ځمکې لاندې اوبو پر تکیه ژوند کوي، خو د اوبو د ککړتیا ستونزې د خلکو روغتیا ته جدي ګواښونه پېښوي. د اوبو په ککړتیا کې ارسینیک (As) یوه له مهمو زهري عناصرو څخه ده چې د اوږدمهاله استعمال په صورت کې د پوستکي ناروغۍ، د داخلي ارګانونو ستونزې او حتی سرطان رامنځته کولی شي. د غزني ښار د خلکو ژوند، کرنې او چاپېریال په ځمکې لاندې اوبو متکي دی، خو د ښار په اوسني وضعیت کې د اوبو د تصفیې مناسبې اسانتیاوې شتون نه لري او د کورنیو، صنعتي او کرنیزو کثافاتو ناسم مدیریت د اوبو د ککړتیا اصلي لاملونه ګڼل کېږي. له جیولوجیکي پلوه د ارسینیک، برېښنايي هدایت او ټول منحل شوي موادو (TDS) مطالعه د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت د پوهېدو لپاره خورا مهمه ده، ځکه ارسینیک



په طبيعي توگه د ځمکې په پور کې د سلفايډي منرالونو لکه Realgar Arsenopyrite او Orpiment په بڼه شتون لري، چې د ډبرو د کيمياوي تخریب، اکسیديشن او د اوبو د جريان له امله منحل کېږي. برېښنايي هدايت د اوبو د منحل شوو ايونونو د شمېر ښکارندوی ده، او د TDS زیاتوالی د ډبرو د منرالي تجزيې او د اوبو د مالگینو موادو د کچې څرگندونه کوي. د دې پارامترونو لوړوالی د یوې سیمې د لیتولوژي، د اوبو د جريان د مسير او د هايډروجیولوژيکي ځانگړتیاوې روښانه کوي. له همدې امله دا څېړنه د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت ارزونې لپاره اړینه ده، خو د خلکو د روغتیا د ساتنې لپاره دقیق معلومات او د جیولوجي او چاپېریال له پلوه علمي سپارښتنې برابرې شي.

۳. د مخکنیو څېړنو کتنه

د ځمکې لاندې اوبو ککړتیا په ټوله نړۍ کې یوه جدي ستونزه ده، چې د بیلابیلو فلزاتو لکه ارسینیک شتون یې د انسانانو روغتیا ته گواښ پېښوي. په هند، بنگله دېش، پاکستان، او نورو هېوادونو کې ترسره شوې څېړنې ښيي چې د ځمکې لاندې اوبو د ارسینیک کچه د نړیوالو معیارونو څخه لوړه ده، چې د پوستکي ناروغیو، د داخلي ارگانونو ستونزو، او حتی سرطان سبب ګرځي (شنکر، ۲۰۱۴). برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل شوي مواد (TDS) د اوبو د کیفیت ارزولو لپاره مهم شاخصونه دي. د EC زیاتوالی د اوبو د مالگینوالي او د منحل شویو موادو زیاتوالي ته اشاره کوي. TDS په اوبو کې د ټولو منحل شویو جامداتو اندازه ده، چې د EC سره تړاو لري (ماراندي، ۲۰۱۳). په ځینو څېړنو کې ښودل شوې چې د EC او TDS ترمنځ اړیکه خطي نه ده او د مختلفو عواملو لکه تودوخې، هايډروجن غلظت pH، او د منحل شویو موادو ډولونو لخوا اغېزمنېږي (سلطان، ۲۰۲۴). په افغانستان کې د ځمکې لاندې اوبو کیفیت په اړه څېړنې محدودې دي. د روغتیا نړیوال سازمان (WHO) او د ملګرو ملتونو د ماشومانو وجهي صندوق (UNICEF) د ۲۰۱۱ م کال د څېړنو راپور له مخې په افغانستان کې د ۸۵۰۰۰ ماشومانو ژوند د پاکو اوبو د نشتوالي له امله له جدي گواښ سره مخ و. د اوبو رنګ، خوند او بوی باید د انسانانو لپاره د منلو وړ وي، ډېری وخت خلک هغه اوبه کاروي چې ظاهراً پاکې او مناسبې ښکاري، خو په حقیقت کې غیر صحي وي، په داسې حال کې چې ممکنې صحي اوبه د ظاهري ناپاکۍ له امله ونه منل شي (د روغتیا نړیوال سازمان، ۲۰۱۱). د امریکا د جیولوجیکي سروې ادارې (USGS) له خوا ترسره شوې څېړنې ښيي چې په افغانستان کې هم د



ځمکې د سطحې او هم د ځمکې لاندې اوبو کې د بکتریاوو ککړتیا موجوده ده، چې د هغې کچه د څښاک اوبو له نړيوالو معيارونو څخه لوړه ده (ماک او نور، ۲۰۱۰). د کابل سيند يوازې د کال په درېيو مياشتو کې بهېدونکې اوبه لري، چې په دې موده کې يې اوبه د ککړتيا له لورې کچې سره مخ وي. دا سيند د کابل د ځمکې لاندې اوبو د تغذيې يوه مهمه سرچينه گڼل کېږي. د ډاکار موسسې د څېړنو له مخې، يوازې شاوخوا ۲۰ تر ۲۷ سلنه د کابل ښار اوسېدونکي د مرکزي فاضلابي سيستم له اسانتياوو برخمن دي، په داسې حال کې چې د ښار ډېری اوسېدونکي خپلې د اوبو اړتياوې د سطحې اوبو، کم ژورو څاگانو او يا لاسې بمبو له لارې پوره کوي (صافي، ۲۰۱۱). د ډاکار موسسې د څېړنيزو معلوماتو له مخې، د کابل ښار د ځمکې لاندې اوبو سطحه د زياتې اوبو ايستې له امله ټيټه شوې ده، چې د اوبو پر کيفيت يې منفي اغېز کړی دی. د دې پايله کې د اوبو د مالگيتيا، سختوالي، بکتریاوو، نايټريټونو او نورو ککړونکو موادو کچه لوړه شوې ده (صافي، ۲۰۱۱).

د اوبو له لارې د انتقالېدونکو ناروغيو له ډلې څخه، اسهال تر ټولو عامه ناروغي ده. هر کال نږدې ۴.۴ ميليارده پېښې د اسهال راپورته کېږي، چې له امله يې شاوخوا ۲.۲ ميلیونه انسانان خپل ژوند له لاسه ورکوي (د روغتيا نړيوال سازمان، ۲۰۲۰).

اوبه د ځمکې د کرې په بېلابېلو برخو کې د ځمکې سطحې څخه لوړ، په سطحه او د سطحې لاندې شتون لري، او که څه هم اوبه د طبيعت يوه بډايه او مهمه ډالۍ ده، خو د نړۍ د اوبو شاوخوا ۹۷٪ په سمندرونو، نږدې ۲٪ په قطبي يخچالونو کې زېرمه شوې ده، او يوازې نږدې ۱٪ يې په سيندونو، جهيلونو او د ځمکې لاندې زېرمو کې موجوده ده چې د انسانانو د استفادې وړ ده (بوډلاني او نور، ۲۰۱۱).

په غزني ښار کې د ځمکې لاندې اوبو د کيفيت په اړه څېړنې محدودې او ناپوره دي، چې د ارسينیک، برېښنايي هاديت، ټول منحل موادو، بکتریاوو، مالگيتيا او نورو احتمالي ککړونکو موادو په اړه بشپړ معلومات نه وړاندې کوي. د موجودو نړيوالو او سيمه ييزو څېړنو پراساس، د افغانستان په نورو سيمو کې د اوبو ککړتيا ستونزې ښودل شوي، خو په غزني ښار کې دقيقې معلومات او علمي تحليلونه کم دي. سربېره پر دې، د سطحې او ځمکې لاندې اوبو د کيفيت توپيرونه د ښار په بېلابېلو سيمو کې د کورنيو، صنعتي او کرنيزو فعاليتونو له امله رامنځته کېږي، خو په دې برخه کې منظمې څېړنې او معلوماتي پايلې نه شته. همدارنګه، د اوبو د ايستې، تغذيې او د اوبو سيستمونو د کمښت



له امله د اوبو کیفیت د وخت په تېرېدو منفي اغېزمن کېږي، خو په غزني ښار کې د دې وضعیت جامع څېړنه تر اوسه نه ده ترسره شوې.

۴. مواد او میتود

دا څېړنه د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت د ارزونې لپاره ترسره شوې، چې په کې د ارسینیک (As)، برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل شويو جامد موادو (TDS) کچه اندازه شوې. د څېړنې موخه د اوبو د کیفیت معلومول، د نړيوال روغتيا سازمان معيارونو سره پرتله کول، د احتمالي ککړتيا سرچينې پېژندل، او د خلکو د روغتيا د ساتنې لپاره علمي بنسټ برابرول دي. د معلوماتو راټولولو لپاره درې اساسي لارې کارول شوي چې عبارت له: کتابتوني میتود، ساحوي میتود او لابراتواري میتود.

۴-۱- کتابتوني میتود

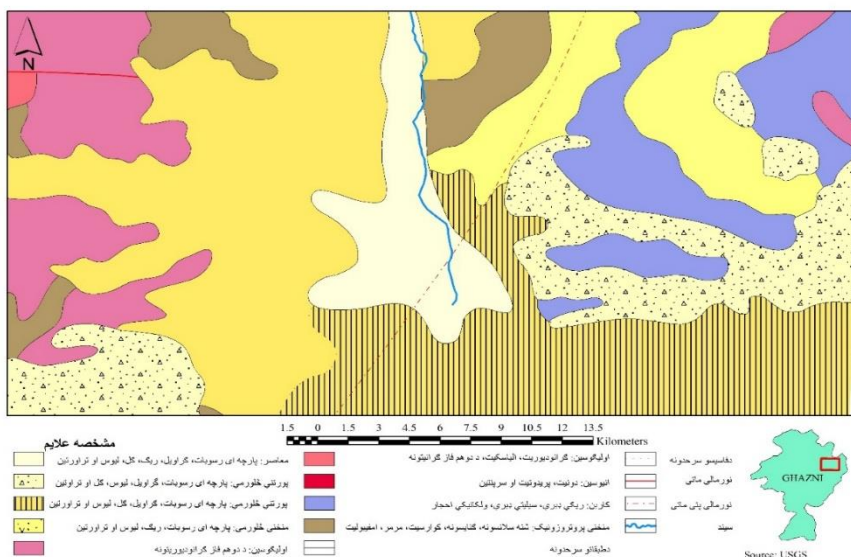
په کتابتوني برخه کې د ارسینیک، برېښنايي هدايت او ټول منحل شويو جامد موادو اړوند علمي کتابونه، مقالې او نړيوال معيارونه مطالعه شوي، او د سیمه ییز جیولوجیکي حالت اړوند علمي منابع، ژورنالونه او مخکینۍ څېړنې مطالعه شوې دي، ترڅو د څېړنې علمي بنسټ پیاوړی او د اوبو کیمیاوي ځانگړنې او جیولوجیکي اړیکې روښانه شي.

۴-۲- ساحوي میتود

د دې څېړنې په ساحوي برخه کې د غزني ښار له بېلابېلو سیمو څخه د اوبو ۱۷ نمونې په معیاري توگه راټولې شوې. د هرې نمونې دقیق موقعیت د GPS وسیلې په مرسته ثبت شوې دي. د لارښوونې له مخې د اوبو نمونو د اخیستلو په مهال د سرچینو ډول، د څاه د اوبو سطحه، د ځاگانو ژوروالی، د نمونو اخیستلو نېټې، ځایونه او کورډیناتونو لیست په جدول (۱) کې ځای په ځای شوي دي. د اوبو د هرې نمونې لابراتواري کیمیاوي او فزیکي پارامترونو پایلې د گراف په شکل د ښه وضاحت لپاره ښودل شوي. ټولې نمونې په ځانگړو بوتلونو کې خوندي شوې او د لابراتوار لپاره انتقال شوې دي، ترڅو د اوبو د ارسینیک، برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل جامد موادو (TDS) کچې په دقیقه توگه وازمويل شي.



د ساحوي جيولوجيکي څېړنو پر مهال، د مطالعې سيمې د ډبرو ډولونه، طبقې، د ځمکې شيب، ساختماني درزونه (fractures) او د اوبو د جريان مسيرونه د ساده خو منظم جيولوجيکي مشاهداتو له لارې ثبت او مستند شوي دي. د سيمې له منځه د يوه سيند تېرېدل د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د زيرمو د بياچارج يوه مهمه سرچينه گڼل کېږي او د هايډروکيمياوي بدلونونو په رامنځته کېدو کې اساسي رول لري. دغه سيند د محلول شوو موادو، منرالونو او احتمالي ارسينیک د انتقال لپاره يو مهم هايډروجيولوجيکي مسير برابروي او د سطحې او ځمکې لاندې اوبو ترمنځ د جيولوجيکي او کيمياوي اړيکو څرگندونه کوي او د ځمکې لاندې اوبو د کيفيت په بدلون کې بنسټيز رول لري، چې د لابراتواري تحليل سره يوځای د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د دقيقې، معتبرې او علمي ارزونې لپاره بنسټ برابروي. د مطالعې سيمې جيولوجيکي نقشه (شکل ۱) ښيي چې د غزني ښار سيمه د کواترنري نوو رسوباتو، دريمې دورې رسوبي واحدونو او لرغونو سختو ډبرو څخه جوړه ده. د سيند په اوږدو کې د نفوذ پذيرو رسوباتو پراخ شتون د ځمکې لاندې اوبو د اصلي زيرمو د جوړېدو لپاره مناسب شرايط برابر کړي دي.



شکل (۱): د غزني ښار او نږدې سيمو جيولوجيکي نقشه (USGS)



جدول (۱). د اوبو نمونو راتلولو لپاره د سيمو څرگندونې په ۱۴۰۱ کال کې

گڼه	داوبو سرچينه	سيمه (کلی)	د څاه ځای	طول البلد	عرض البلد	داوبو سطح (M)	ژوروالی (M)	مطلقه ارتفاع M
۱	ژوره څاه	قلعه شیر	دولتي آبرساني	۶۸°۲۵'۱۱.۲"	۳۳°۳۴'۰۲.۲	۷	۵۶	۲۱۹۶
۲	ژوره څاه	روضه	ابراهيم خليل الله جومات	۶۸°۲۶'۵۷.۳"	۳۳°۳۴'۱۴.۳	۶۳.۵	۹۰	۲۲۲۲
۳	ژوره څاه	حيدر آباد	آبرساني شبکه	۶۸°۲۳'۴۹"	۳۳°۳۲'۱۵.۵	۱۹.۶	۸۵	۲۱۹۷
۴	ژوره څاه	پلان سه	حضرت علي جومات	۶۸°۲۵'۰۱.۸"	۳۳°۳۲'۳۹.۷	۸.۵	۵۵	۲۲۰۴
۵	ژوره څاه	موي مبارک	موی مبارک جومات	۶۸°۲۵'۰۹.۳"	۳۳°۳۳'۲۰.۴	۵.۱۲	۵۰	۲۱۸۶
۶	ژوره څاه	قلعه جوز	غزني- حوزه اي روغتون	۶۸°۲۸'۳۸.۴"	۳۳°۳۲'۵۲.۳	۶۵	۸۵	۲۲۲۱
۷	ژوره څاه	قلعه جوز	غزني ښاري اطفایي آمریت	۶۸°۲۷'۰۷.۸"	۳۳°۳۳'۰۹.۴	۶۵	۹۵	۲۲۱۱
۸	ژوره څاه	قلعه شامير	شامير جومات	۶۸°۲۵'۱۱.۲"	۳۳°۳۴'۰۲.۲	۷	۶۵	۲۱۹۶
۹	ژوره څاه	ثقافت محمد مصطفی جومات	حضرت محمد مصطفی جومات	۶۸°۲۴'۳۴"	۳۳°۳۲'۰۴.۹	۱۱.۲۰	۶۰	۲۱۸۸
۱۰	څاه	بزازي سيمه	بزازي ستاره مارکيټ	۶۸°۲۵'۰۶.۲"	۳۳°۳۳'۰۲.۵	۶.۲	۴۶	۲۲۱۶
۱۱	څاه	شهر کهنه	باباجي جومات	۶۸°۲۵'۱۷.۶"	۳۳°۳۳'۲۱.۷	۱۴۰.۱ / ۰۷/۰۴	۱۶	۲۲۰۷
۱۲	ژوره څاه	پشتون آباد	ملاوچ بابا شخصي آبرساني	-	-	۱۴۰.۱ / ۰۷/۰۴	۵۵	۲۲۱۶



۲۲۳	۶۰	۴۰	۱۴۰۱/	۳۳°۳۱'۲۷.۶	۶۸°۲۵'۱۹.۹	ابن عبدالله	پشتون	ژوره څاه	۱۳
۳			۰۷/۰۴			عباس	آباد		
						جومات			
۱۸۴۶	۸۰	۵۹.۵	۱۴۰۱/	۳۳°۳۳'۰۹.۷	۶۸°۲۵'۳۵"	غزني ملکي	قلعه سبز	ژوره څاه	۱۴
			۰۷/۰۴			روغتون			
۲۲۲	۳۵	۲۲.۵	۱۴۰۱/	—	—	شهاده	قلعه	لاسی بمبه	۱۵
۱			۰۷/۰۴			جومات	شهاده		
۲۱۹	۵۶	۴۵	۱۴۰۱/	۳۳°۳۲'۴۸.۴	۶۹°۲۵'۲۶.۹"	غزني معارف	ولایت	ژوره څاه	۱۶
۴			۰۷/۰۴			ریاست	څیرمه		
۲۲۲	۳۳	۲۵	۱۴۰۱/	۳۳°۳۳'۰۹.۷	۶۸°۲۴'۵۲.۹"	تبورکلوز	گنج	ژوره څاه	۱۷
۴			۰۷/۰۴			روغتون	سیمه		

۳-۴- د څېړنې لابراتواري میتود

په لابراتوار کې د اوبو د بېلابېلو نمونو د ازموینې لپاره کارول شوي وسایل او طریقي، د اوبو د مهمو پارامترونو د ارزونې په موخه، په لاندې ډول بیان شوي دي:

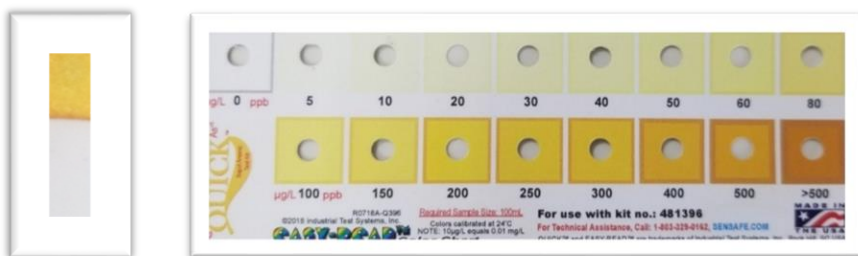
۴-۳-۱- د اوبو فزیکي پارامترونو د اندازه کولو طریقه

د غزني ښار د بېلابېلو سیمو څخه راټولې شوې د اوبو نمونې د کلیو د بیارغونې او پراختیا وزارت د اوبو د کیفیت د کنټرول لابراتوار ته انتقال شوې، د اوبو د برېښنايي هدایت او ټول حل شوي جامد موادو د اندازه کولو لپاره د HQ۴۰d Multi-Meter، Spectrophotometer او Conductivity Meter وسیلو په کارولو سره ټاکل شوي دي. د دواړو آلو څخه د اندازه کولو مخکې کالیبریشن د معیاري محلول په وسیله ترسره شو، خو د پایلو دقت یقیني شي. دغه میتودونه د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د کیفیت د دقیق ارزونې لپاره یو ساده، روښانه او علمي بنسټ وړاندې کوي، چې د خلکو د روغتیا د خونديتوب او د چاپېریال د ساتنې لپاره لوړ اهمیت لري.



۴-۳-۲ د اوبو کيمياوي پارامتر د اندازه کولو طريقه

په اوبو کې د ارسنيک (As) اندازه د Wag-WE ۱۰۰۰ Arsenic Test Kit په کارولو سره ټاکل شوې ده. د ازموينې پر مهال د کټ لارښود (Procedure Manual) له مخې ټاکلې اندازه د اوبو نمونه د ازمایښت په بوتل کې واچول شوه، او اړين ريځينټونه ورزيات شول او د تعامل له پيل وروسته، د شاوخوا ۲۰ دقيقو انتظار په تېرېدو سره د کاغذي سلايد پرمخ رنګ څرګند شو، چې د رنګ شدت د معياري رنګ چارټ سره پرتله شو په پای کې د ارسنيک اندازه د ppb په واحد کې ثبت شوه. کاغذي ازمایښتي ټوټه د تعامل له بشپړېدو وروسته له بوتل څخه وايستل شوه او د رنګ د شدت د معلومولو لپاره د رنګي چارټ سره، لکه څنګه چې په شکل (۲) کې ښودل شوی، پرتله شوې ده (APHA ۲۰th ED, ۱۹۹۸). د رنګ د شدت پر بنسټ څرګنده شوه چې د لسمې نمونې کې د ارسنيک اندازه شاوخوا $400 \mu\text{g/L}$ ده.



شکل ۲. بڼی لورې: د ارسنيک پرتلنې چارټ (APHA ۲۰th ED, ۱۹۹۸)، کين لورې: لسمې نمونې په سلايد کې د ارسنيک اندازه

۵. د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو لابرآتواري فزيکي او کيمياوي پارامترونه موندنې

د غزني ښار ځمکې لاندې اوبو د نمونو څېړل شوي لابرآتواري فزيکي او کيمياوي پارامترونه عبارت دي له: برقي هدايت، منحل شوي جامدونه او ارسنيک. او د دې فزيکي او کيمياوي پارامترونو لابرآتواري تحليلي پايلې په جدول (۲) کې ليکل شوي او د اوبو د کيفيت ارزونې لپاره د اوبو نړيوال معيارونو سره په شکل (۳)، شکل (۴) او شکل (۵) کې پرتلې کيږي.

جدول ۲: د غزني ښار د اوبو نمونو د ارسنيک، برېښنايي هدايت او ټول منحل شوي جامد موادو لابرآتواري تحليل پايلې

ځای	ارسنيک As [$\mu\text{g/L}$]	برقي هدايت E.C [$\mu\text{s/cm}$]	منحل مواد TDS [mg/L]	نومبر
قلعه شير- دولتي آبرساني	۱۵	۶۴۴	۳۹۸	۱



۲	روضه - ابراهيم خليل الله جومات	۰	۶۴۰	۳۹۲
۳	حيدرآباد مکتب- آبرساني شبكة	۵	۴۱۶	۲۵۳
۴	حضرت علي جومات	۰	۱۳۶۵	۸۱۰
۵	موي مبارک- جومات	۸۰	۱۴۳۷	۸۹۲
۶	غزني حوزهي روغتون	۵	۵۹۸	۳۶۵
۷	غزني ښاري اطفائي آمريت	۰	۵۰۷	۳۱۱
۸	شامير جومات	۲۸۰	۱۰۲۰	۵۹۵
۹	حضرت محمد مصطفی جومات	۰	۹۷۶	۵۶۶
۱۰	بزاري ستاره مارکيت	۴۰۰	۸۱۴	۴۸۳
۱۱	شهر کهنه-باباجي جومات	۵	۱۲۸۰	۷۹۸
۱۲	ملانوح بابا شخصي آبرساني	۳۰	۹۹۵	۵۹۱
۱۳	پشتون آباد- عبدالله بن عباس جومات	۸	۱۰۷۷	۶۵۸
۱۴	غزني ملکي روغتون	۱۸	۱۲۸۰	۷۷۲۹
۱۵	قلعه شهاده جومات	۰	۷۲۶	۴۳۸
۱۶	غزني معارف رياست	۶۰	۱۱۹۰	۷۳۳
۱۷	غزني تبورکلوز روغتون	۰	۳۳۵	۲۰۵

جدول ۳. د اوبو نړيوال روغتيايي بنسټونو معيارونه

معيارونه	ارسنيک As [$\mu\text{g/l}$]	برقي هدايت E.C[$\mu\text{s/cm}$]	جامدات TDS [mg/l]
WHO	۱۰	<۲۵۰	<۱۰۰۰
U.S.EPA	-	NGVS	<۵۰۰
EU	۱۰	<۲۵۰	NGVS
IL	۱۰	NGVS	<۲۵۰
ANSA	-	-	۱۰۰۰



۶. د برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل شوي جامد موادو (TDS) اندازه

د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو کيفيت ارزولو لپاره، د برېښنايي هدايت اندازه اخيستل يو مهم فزيکي پارامتر ده. برقي هدايت د اوبو د آيونونو د شتون له مخې د محلول د برقي جريان وړتيا ښيي او د منحل شويو موادو د مقدار معلومولو لپاره اغېزمن شاخص دی. د EC کچه د سيمه ييزو جيولوجيکي شرايطو سره مستقيم تړاو لري، ځکه چې د اوبو د جريان لاره، د خاورو او ډبرو طبقې، او په ځمکه کې د منرالونو شتون د منحل شوو مالگو او آيونونو کچه اغېزمنوي. د EC لوړوالی ښيي چې د اوبو منحل شوي مواد او مالگيتوب زيات دی، کوم چې د خلکو د څښاک، کرنې او چاپېريال لپاره د اوبو د کيفيت په ارزونه کې حياتي اهميت لري. د اندازه کولو واحد يې $\mu S/cm$ دی او د تودوخې پورې تړاو لري، په معمولي توگه د

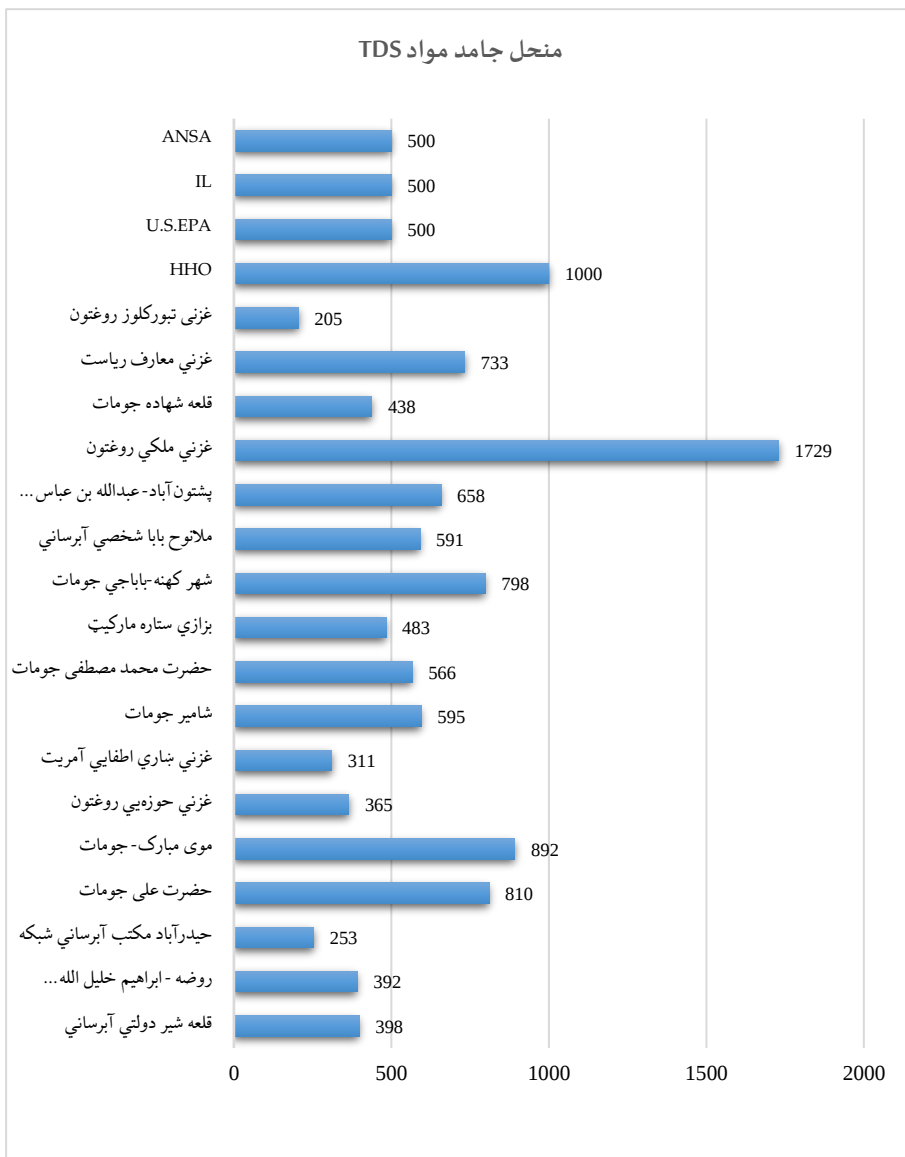
$20-25^{\circ}C$ په حرارت کې اندازه کېږي (Chaman et al., ۱۹۹۶). د اوبو ټول منحل شوي جامد مواد (TDS) هغه فزيکي پارامتر دی چې د اوبو په محلول کې د ټولو معدني مالگو، آيونونو او نورو منحل شوو موادو ټول مقدار ښيي. TDS د اوبو د کيفيت يوه مهمه نښه ده، ځکه چې لوړ TDS د اوبو د خوند، کرنې لپاره د مناسب والي، او د انسان روغتيا اغېزمنوي.

د TDS کچه د سيمه ييزې جيولوجۍ سره مستقيم تړاو لري، ځکه چې د ځمکې لاندې اوبو سره په تماس کې د خاورو، ډبرو او منرالونو منحل کېدو اندازه د TDS مقدار زيات يا کموي. په دې توگه، د غزني ښار په ځمکې لاندې اوبو کې د TDS اندازه کول نه يوازې د اوبو فزيکي کيفيت معلوموي، بلکې د سيمه ييزې جيولوجۍ د موادو د اغېز په پوهېدلو کې هم مرسته کوي. د TDS اندازه کول معمولاً د برېښنايي هدايت (EC) د پايلو له لارې ترسره کېږي، ځکه چې EC د محلول د آيونونو د شتون په اساس د اوبو د TDS په اړه ښه شاخص وړاندې کوي. د TDS واحد معمولاً mg/L يا ppm دی (Chaman et al., ۱۹۹۶).

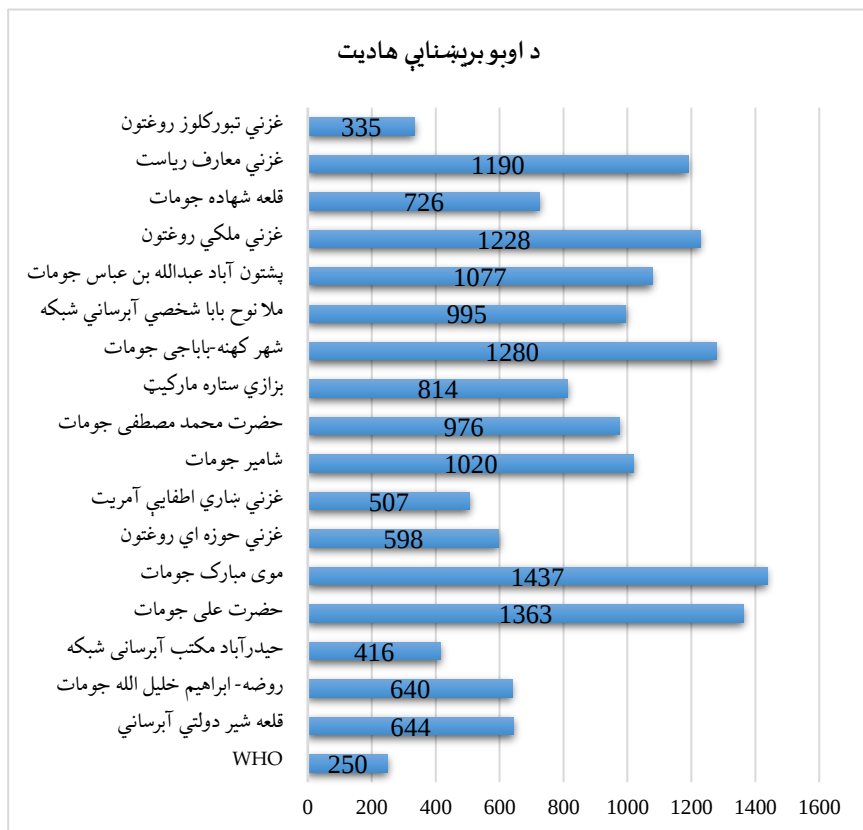
د څښاک اوبو لپاره د اوبو کيفيت د اوبو له مقدار څخه خورا ډير مهم ده. د منحل شويو جامد موادو گراف په شکل (۲) کې ښودل شوې چې د اوبو په ځينو نمونو کې د منحل شويو جامدو موادو اندازه د نړيوال معيارونو پرتله لوړه ده، او د دې يوازينی لامل سطحې اوبو ککړتيا دی، چې د ځمکې لاندې اوبو ته د ننه کيږي، او اوبه اغېزمنې کوي، او په اوبو کې د منحل شويو جامدونو د زياتوالي له امله د اوبو په ځينو نمونو کې برقي هدايت د نړيوالو معيارونو څخه لوړ دی او په شکل (۴) کې



په څرگنده توگه ليدل کيږي. دغزني ښار ځمکې لاندې اوبو په نمونو د اوبو برقي هدايت د $\mu\text{s/cm}$ ۳۳۵ څخه تر $1437 \mu\text{s/cm}$ پورې توپير لري.



شکل ۳. د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د منحل جامداتو لابراتوري پرتلنې دياگرام.



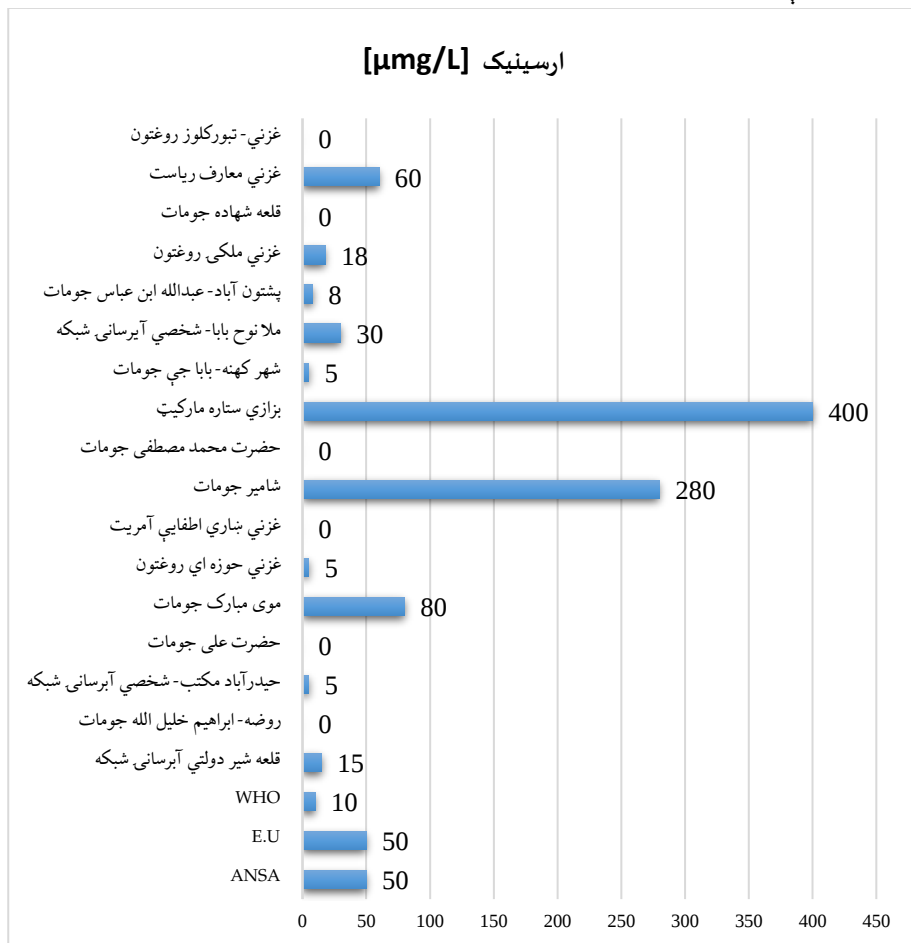
شکل ۴. د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د برېښنايي هاديټ لابراتوري پرتلنې دياگرام

۶-۱- په اوبو نمونو کې د ارسنيک اندازه

ارسينيک په سطحي اوبو او په هغو سيمو کې موندل کيږي چې پکې د فلزي ډبرو کانونه شتون ولري، په اوبو کې د آفت وژونکو او يا په اوبو کې د کاني موادو منحل کيدل چې ارسنيک لري د ارسنيک د رامینځته کيدو لامل کيږي. د ارسنيک زهرجن تاثيرات د اشتها کميدل، وزن کميدل، اسهال، معدې خرابوالی او اعصابي اختلالات شامل دي، او هغه کسان چې په دوامداره توگه د ارسنيک لرونکي موادو سره مخ کيږي د پوستکي، مثاني، سږو او ځيگر په سرطان اخته کيږي (Smith et al, ۲۰۱۱).



د جدول (۲) د لابراتوار پایلو له مخې د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو په نمونو کې د ارسنیک اندازه په معیاري او جواز لرونکي حد ($10 \mu\text{g/l}$) کې نه ده. او د ارسنیک اندازه له صفر څخه تر 400 مایکرو گرامه په هر لیتر کې توپیر لري. د ارسنیک عنصر مقدار په شکل (۴) کې د نړیوالو معیارونو سره پرتله شوې.



شکل (۴) د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د ارسنیک مادې لابراتوري پرتلنې دیاگرام

د (۴) جدول د معلوماتو پر بنسټ، د غزني ښار د څښاک اوبو په ځینو سیمو کې د ارسنیک اندازه د نړیوال معیار ($10 \mu\text{g/l}$) څخه لوړه ده. نږدې 40% نمونې غیر خوندي دي، چې تر ټولو لوړې کچې یې په بزازي ستاره مارکیټ، شامیر جومات او موی مبارک جومات کې ثبت شوې دي. دا وضعیت



د عامې روغتيا لپاره خطرناک دی او د اوبو د تصفیې او د خونديتوب د څارنې عاجلې اړتیا څرگندوي.

۴ جدول د ارسنیک د نمونو د څښاک لپاره خونديتوب

گڼه	ځای	Arsenic [μg/l]	معیار (۱۰ μg/l) WHO	د څښاک وضعیت	لپاره
۱	قلعه شیر دولتي آبرساني	۱۵	×	غیر خوندي	
۲	روضه - ابراهيم خليل الله جومات	۰	✓	خوندي	
۳	حیدرآباد مکتب آبرساني شبکه	۵	✓	خوندي	
۴	حضرت علی جومات	۰	✓	خوندي	
۵	موی مبارک-جومات	۸۰	×	غیر خوندي	
۶	غزني حوزه يي روغتون	۵	✓	خوندي	
۷	غزني ښاري اطفایي آمریت	۰	✓	خوندي	
۸	شامیر جومات	۲۸۰	×	غیر خوندي	
۹	حضرت محمد مصطفی جومات	۰	✓	خوندي	
۱۰	بزازي ستاره مارکیټ	۴۰۰	×	غیر خوندي	
۱۱	شهر کهنه-باباجي جومات	۵	✓	خوندي	
۱۲	ملانوح بابا شخصي آبرساني	۳۰	×	غیر خوندي	
۱۳	پشتون آباد- عبدالله بن عباس جومات	۸	✓	خوندي	
۱۴	غزني ملکي روغتون	۱۸	×	غیر خوندي	
۱۵	قلعه شهاده جومات	۰	✓	خوندي	
۱۶	غزني معارف ریاست	۶۰	×	غیر خوندي	
۱۷	غزنی تبورکلوز روغتون	۰	✓	خوندي	



۷. مناقشه او بحث

د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د فزیکي او کیمیاوي پارامترونو د لابراتواري تحلیل پایلې ښيي چې د ارسنیک (As)، برېښنايي هدایت (EC)، او ټول منحل جامد موادو (TDS) کچې په ځینو سیمو کې د نړیوالو روغتيايي سازمان (WHO, ۲۰۱۷) د څښاک د اوبو له معیارونو څخه لوړې دي. د دغو پارامترونو لوړې شمېرې د سیمې د جیولوجیکي جوړښت، د اوبو د جریان لوري، د الویالي رسوباتو د منرالیزېشن، د خاورو منرالي ترکیب او د انساني فعالیتونو له اغېزو سره مستقیم تړاو لري.

۷-۱-۲ د ارسنیک (As) مناقشه

د څېړنې پایلې ښيي چې د ارسنیک اندازه د $0 \mu\text{g/L}$ څخه تر $400 \mu\text{g/L}$ پورې بدلېږي، چې د نمونو له جملې څخه د ۷ نمونو د ارسنیک اندازه چې د نړیوالو روغتيايي سازمان د معیار ($10 \mu\text{g/L}$) څخه لوړه ده. د لوړې کچې لرونکې موقعیتونه لکه بزازی ستاره مارکیت ($400 \mu\text{g/L}$)، شامیر جومات ($280 \mu\text{g/L}$) او موی مبارک جومات ($80 \mu\text{g/L}$)، او غزني معارف ریاست خورا لوړې شمېرې لري. دا ښيي چې د دغو سیمو اوبه د څښاک لپاره مناسبې نه دي او د طبیعي جیوکیماوي منرالونو د منحل کېدو له امله ککړې شوي دي چې د سیند د جریان په امتداد او ټیټو برخو کې موقعیت لري چې د جیولوجیکي شرایطو له امله د ارسنیک د طبیعي سرچینې ښې څرگندوي چیرې چې الویالي رسوبات ډېر متمرکز دي. الویالي تیرې معمولاً د سیند د اوبو د اوږدمهاله رسوباتو له امله د شگو، جغل، خټې او منرالي موادو ترکیب لري. د دغو رسوباتو په منځ کې د سلفایډ لرونکي منرالونو د اکسیدېشن او د اوسپنې د منحل کېدو پروسه د ارسنیک خوشې کېدو لامل ګرځي (Medley & Kinniburgh, ۲۰۰۲). او دا ډول طبیعي جیوکیماوي تعامل د دې لامل شوی چې د ځینو څاهګانو اوبه د نړیوال روغتيايي سازمان له معیار څخه لوړې شي. په مقابل کې د هغو سیمو اوبه چې د ارسنیک کچه پکې ټیټه ده (لکه تېورکلوز روغتون، قلعه شهاده جومات، او روضه جومات) د اوبو سرچینه د نسبتاً خټو او لږ نفوذ لرونکو طبقو له لارې تېرېږي، چې د فلزي ایونونو د انتقال کچه پکې محدوده ده، او دا د جیولوجیکي جوړښت مستقیم اغېز څرګندوي نه صنعتي یا مصنوعي سرچینو سره.



۲-۲- د برېښنايي هدايت (Electrical Conductivity – EC) مناقشه

برېښنايي هدايت د اوبو د مالگينوالي او د ايونونو د تمرکز شاخص دی. د څېړنې پايلې ښيي چې د غزني ښار د EC اندازه د $335 \mu\text{S/cm}$ څخه تر $1437 \mu\text{S/cm}$ پورې بدلېږي، چې نږدې ۹ نمونې د نړيوال روغتيايي سازمان د $750 \mu\text{S/cm}$ حد څخه لوړې دي. لوړې شمېرې د شگلنو او جغلو رسوباتو له امله د مالگينو ايونونو د زياتوالي څرگندونه کوي (Smedley & Kinniburgh, ۲۰۰۲). لوړې برېښنايي هدايت شمېرې د موی مبارک جومات، حضرت علي جومات، او غزني معارف رياست په سيمو کې ليدل کېږي، چې ښيي د سيمې د الويايي تيرو، شگو او جغل لرونکو طبقو له امله د اوبو د منرالي تبادلي اندازه زياته ده.

د برېښنايي هدايت زياتوالی د کلسيم (Ca^{2+})، سوډيم (Na^+)، مگنيزيم (Mg^{2+})، او کلورايد (Cl^-) ايونونو د حل کېدو له کبله رامنځته کېږي، چې د اوبو ذايقه او د سختوالي کچه لوړوي، او د دې پارامتر پايله دا ښيي چې د EC لوړې شمېرې د الويايي رسوباتو د نفوذپذيري ماهيت او د ايونونو د زيات تمرکز له امله رامنځته شوې دي، نه د ککړتيا د فوري سرچينو له کبله. په هغو سيمو کې چې EC ټيټه ده، د اوبو سرچينه د خټو په زونونو کې موقعيت لري، چې د منرالونو د حل کچه پکې محدوده ده.

۳-۲- د ټولو منحل جامد موادو (Total Dissolved Solids – TDS) مناقشه

په نمونو کې د ټولو منحل جامد موادو اندازه د 205 mg/L څخه تر 892 mg/L پورې توپير لري، د WHO او ANSA معيارونه د څښاک لپاره د TDS اعظمي اندازه 500 mg/L ټاکي، نو په څېړنيزه سيمه کې د اعظمي معيار له مخې اوبه د څښاک لپاره مناسبې دي (WHO, ۲۰۱۷). مگر د ټيټ نړيوال WHO د 500 mg/L معيار له مخې، د ۱۷ نمونو څخه ۹ نمونې لوړې دي. د لوړې کچې موقعيتونه لکه موی مبارک جومات، حضرت علي جومات، ښار کهنه، او معارف رياست ښيي د TDS لوړې شمېرې معمولاً د اوبو د اوږدمهاله زيرمه کېدو، د خاورې او تيرو له منرالي جوړښت سره د تماس په نتيجه کې د منرالي ايونونو د منحل کېدو له امله دی. د لوړ TDS لرونکو سيمو اوبه معمولاً يو ډول مالگين ذايقه لري، چې د اوږدمهاله استعمال په صورت کې د روغتيا خطرونه رامنځته کوي، په ځانگړې توگه د زړه او پښتورگو ناروغانو لپاره (۷). په هغو سيمو کې چې د EC او TDS دواړه لوړ دي، د ايونونو د تمرکز زياتوالی د هايډروکيمياوي تعادل د گډوډېدو نښه ده، او دا ښيي چې د ځمکې



لاندې اوبه د الوويالي طبقو له منځه په تکراري ډول تېرېږي، او د منرالونو د منحل کېدو پروسه دوام لري.

۷-۴- د جيولوجيکي جوړښت او پايډو اړيکه

د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو د ارسنيک، برېښنايي هدايت (EC) او ټول منحل موادو (TDS) د لابراتواري تحليل پايلې د سيمې د جيولوجيکي جوړښت سره نږدې تړاو لري. د غزني ښار جيولوجي ښيي چې د ښار زياتره ساحې د سيند د اوږدوالي په امتداد کې د د الوويالي تيرو او د خټو او شگو او جغل پر بنسټ جوړې شوې دي. دا رسوبات د اوبو د جريان لپاره ښه نفوذپذيري برابروي، خو د منرالونو د ايونونو د منحل کېدو او د ارسنيک د خوشې کېدو لپاره مناسب شرايط هم رامنځته کوي. په هغو سيمو کې چې د الوويالي رسوباتو ضخامت زيات دی، د اوبو د منراليزې تعامل وخت اوږدېږي، چې د EC، TDS او ارسنيک لوړېدو سبب کېږي (Smedley & Kinniburgh, ۲۰۰۲). د لوړ ارسنيک او EC لرونکي سيمې د سيند د جريان له اصلي مسير سره نږدې موقعيت لري، په داسې حال کې چې د ټيټې کچې سيمې د نسبتاً درندو خټو او سليټي طبقو په منځ کې پرتې دي چې د اوبو نفوذ محدود وي، او د منرالونو منحل کېدل لږ ترسره کېږي، چې د پارامترونو ټيټې کچې ښيي. د څېړنه پايلې څرگندوي چې د غزني ښار د اوبو کيمياوي ځانگړتياوې د جيولوجيکي جوړښت، منرالي ترکيب، او د اوبو د جريان مسير له يو بل سره په مستقيمه اړيکه کې دي، او د ارسنيک او EC لوړې شمېرې د جيولوجيکي طبيعي ترکيب له امله دي، نه د انساني ککړتيا له کبله. دا پايله له نړيوالو څېړنو سره مطابقت لري. په هغو موقعيتونو کې چې د ارسنيک اندازه لوړه ثبت شوې، لکه بزاړي ستاره مارکيټ، شامير جومات، موی مبارک جومات او غزني معارف رياست، الوويالي تيرې د پخوانيو فلزي او سلفايډ لرونکو سرچينو د رندو موادو څخه تغذيه کېږي. دا مواد د سطحې د اوبو له لوري سيند ته لېږدول شوي او بيا د سيند د رسوباتي طبقو په منځ کې ځای پر ځای شوي دي. له همدې امله، کله چې ځمکنۍ اوبه له دغو طبقو څخه تېرېږي، د ارسنيک ايونونه ورسره منحل کېږي او د اوبو کيفيت اغېزمنوي. په مقابل کې، هغه موقعيتونه چې د ارسنيک کچه پکې ټيټه ده (لکه تبورکلوز روغتون، قلعه شهاده جومات، او اطفايي آمريت (د سيند له مرکزي زون څخه لږ لرې دي او د نسبتاً درندو، خټې لرونکو او لږ نفوذ لرونکو طبقو څخه جوړې شوې دي، چې د فلزي ايونونو انتقال پکې محدود دی. د EC او TDS توپير هم د الوويالي رسوباتو له ډولونو سره تړاو



لري، په شگلنو او جغلي زونونو کې د ايونونو تبادله ډېره وي، نو EC او TDS لوړ وي، خو په خټو او سليټي زونونو کې دا ارزښتونه ټيټ وي.

۸. پايله

۱. د څېړنې پايلې ښيي چې د نمونو په ډېرو نقطو کې د ارسنيک کچه د نړيوال روغتيايي سازمان د $10 \mu\text{g/L}$ ټاکل شوي حد څخه لوړه ده. په ځانگړې توگه، د لوړې کچې موقعيتونه لکه بزاړي ستاره مارکيټ، شامير جومات او موی مبارک جومات د هغه ځای د الويالي رسوباتو په سلفايډ لرونکو منرالونو کې د طبيعي منحل کېدو له امله د ارسنيک د ککړتيا څرگندې ښيي.

۲. د EC او TDS اندازه په ځينو نمونو يا موقعيتونو کې د نړيوالو معيارونو څخه لوړه ده. د لوړ EC او TDS موقعيتونه د الويالي رسوباتو او د اوبو د اوږدمهاله زيرمه کېدو له امله د مالگينو ايونونو د زياتوالي ښکارندوي دي، چې دغه لوړوالی د اوبو ذايقه، خوند او د انساني روغتيا لپاره احتمالي خطرونه رامنځته کولای شي.

۳. د غزني ښار د ځمکې لاندې اوبو کيفيت د ساحې د الويالي رسوباتو، شگو، جغل او خټو د طبقو ترکيب او د فلزي منرالونو د منحل کېدو سره مستقيم تړاو لري. په هغو سيمو کې چې د خټې طبقې زياتې دي، د پارامترونو کچه ټيټه ده او اوبه نسبتاً خوندي دي او د فلزي ايونونو د محدود انتقال ښکارندوی دي.

۴. د غزني ښار د جيولوجي په اساس، د سيند د مسير دواړو غاړو الويالي رسوبات د ځمکنیو اوبو د زيرمو د ذخيره کولو او د اوبو د حرکت اصلي اکوفير تشکيلوي.

۵. د ۱۷ نمونو څخه ۷ نمونې (شمېرې: ۱، ۵، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶) د ارسنيک له نظره د WHO معيار څخه لوړې دي. دا ښيي چې په ځينو موقعيتونو کې اوبه د څښاک لپاره مناسبې نه دي او د ښار د اوبو مدیریت او د تصفيه پروگرامونو ته اړتيا شته.

۶. د ارسنيک سرچينه طبيعي ده او د سلفايډ لرونکو منرالو د اکسيډېشن له امله رامنځته شوې ده.



۹. ماخذونه

- د روغتيا نړيوال سازمان (۲۰۱۱). د افغانستان د څښاک اوبو د وضعیت راپور. جنیوا: WHO او UNICEF
- صافی، ع. (۲۰۱۱). د کابل ښار د ځمکې لاندې اوبو کیفیت او د فاضلابو د مدیریت وضعیت. د پاکار موسسې تخنیکي راپور.
- American Public Health Association (APHA). (۱۹۹۸). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (۲۰th ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Boodlani, R., et al. (۲۰۱۱). *Water resources and their environmental impacts*. International Journal of Water Management, ۲(۱), ۲۳-۳۱.
- Chaman, M., Khan, A., & Rahman, S. (۱۹۹۶). *Groundwater contamination and quality assessment in South Asia*. Journal of Environmental Studies, ۱۵(۳), ۲۰۱-۲۱۰.
- Mack, J., et al. (۲۰۱۰). *Groundwater contamination and bacterial presence in Afghanistan*. U.S. Geological Survey (USGS) Report.
- Marandi, A. (۲۰۱۲). *Assessment of EC and TDS as indicators of groundwater salinity*. Water Quality Research Journal, ۴۹(۴), ۳۶۵-۳۷۴.
- Smedley, P. L., & Kinniburgh, D. G. (۲۰۰۲). A review of the source, behaviour, and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17(۵), ۵۱۷-۵۶۸. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00018-5)
- Shankar, V. (۲۰۱۴). *Arsenic contamination in groundwater: A global perspective*. Environmental Chemistry Letters, ۱۲(۲), ۱۲۳-۱۳۲.
- Smedley, P. L., & Kinniburgh, D. G. (۲۰۰۲). A review of the source, behaviour, and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, ۱۷(۵), ۵۱۷-۵۶۸. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00018-5)
- Sultan, M. (۲۰۲۴). *Relationship between electrical conductivity and total dissolved solids in groundwater systems*. Journal of Hydrogeology Research, ۱۸(۱), ۵۵-۶۴.
- Smith, J., Brown, L., & Ahmed, R. (۲۰۱۱). *Assessment of groundwater pollution and its impact on human health*. Environmental Monitoring and Assessment, ۱۸۳(۱-۴), ۱۲۳-۱۳۵.
- Ullah, S., Ahmad, S., & Khan, M. (۲۰۲۳). Groundwater quality assessment and arsenic contamination in urban areas: A case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(۲), ۴۵. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-10987-6>
- World Health Organization (WHO). (۲۰۱۷). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization (WHO). (۲۰۱۱). *Report on the status of drinking water in Afghanistan*. Geneva: WHO and UNICEF.
- World Health Organization (WHO). (۲۰۲۰). *Global report on waterborne diseases and mortality*. Geneva: WHO.



Assessment of Arsenic, Electrical Conductivity, and Dissolved Solids in the Groundwater of Ghazni City Based on Hydrochemical and Geological Characteristics.

Asadullah Shakir^{۱*} Mohammad Sadiq Azimi^۱

۱. Department of Engineering Geology and Mining Exploration, Faculty of Geology and Mines, Ghazni Technical University.

asadullahshakir228@teug.edu.af

Abstract

An assessment of arsenic, electrical conductivity (EC), and total dissolved solids (TDS) in the groundwater of Ghazni City was conducted based on hydrochemical and geological characteristics. The main objectives of the study were to determine groundwater quality, compare the results with World Health Organization (WHO) standards, identify potential sources of contamination, and provide practical recommendations to safeguard public health. This study is of vital importance for the residents, agriculture, and environment of Ghazni City, as groundwater contamination—particularly elevated arsenic concentrations—poses a serious threat to human health. Water samples were collected from seventeen wells, and EC, TDS, and arsenic concentrations were analyzed using modern laboratory equipment. The results indicated that ۴۱% of the samples exceeded the WHO guideline value of ۱۰ µg/L for arsenic, ۴۲% exceeded the permissible limit for EC, and approximately ۵۳% exceeded the acceptable limit for TDS. The mean EC was ۹۰۰ µS/cm, and the average TDS concentration was ۶۰۱ mg/L. The mean arsenic concentration was ۵۳ µg/L, with a maximum recorded value of ۴۰۰ µg/L. The elevated levels of these parameters are mainly associated with interactions between groundwater flow and regional rocks and minerals, reflecting the hydrogeological and geological characteristics of the area. The findings highlight that continuous groundwater monitoring, control of contamination sources, and implementation of practical mitigation measures are essential for protecting public health and ensuring the safety of drinking water.

Keywords: Water quality contamination, Arsenic, Electrical Conductivity (EC), Geological analysis, Total Dissolved Solids (TDS).

د نامتناهي سلسلو په مرسته د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې

تحليلي تخنيکونه

نامزد پوهنيار بلال احمد احمدي^۱، نامزد پوهنيار محمدامين حکيمي^۱، پوهنمل حيات الله سعيد^۲

طبعي علومو څانگه، الکترو ميخانیک پوهنځی، غزني تخنيکي پوهنتون

رياضي څانگه، ښوونې او روزنې پوهنځی، پکتیکا پوهنتون

د مسؤل ايميل آدرس: ahmadibila@gmail.com^۱

لنډيز

په دې مقاله کې د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال د محاسبې لپاره د نامتناهي سلسلو تخنيکونه په تحليلي ډول څېړل شوي دي. د کلکولس کلاسيکې طريقې لکه د هوپيټال قاعده او نور فورمولونه په ډېری مواردو کې گټور دي؛ خو د پېچلو توابعو په مهال کله ناکله کافي نه وي. نامتناهي سلسلې په ځانگړې توگه د طاقت سلسلې دا امکان برابروي چې تابع په پولينومي بڼه نامتناهي څرگنده شي او له همدې لارې د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبه په ساده او منظم ډول ترسره شي. دغه ميتود نه يوازې ستونزمنې محاسبې اسانه کوي، بلکې د تحليلي رياضي لپاره يوې تړلې او دقيقې لارې ته زمينه برابروي. دا مقاله د نظري او تحليلي ميتود په واسطه څېړل شوي او د هغه عملي اغېزمنتيا هم ښودل شوې، خو دا ثابته شي چې دا تخنيک (نامتناهي سلسلو په مرسته) د خالصې او تطبيقي رياضي په برخو کې د يوې ارزښتناکې تحليلي طريقې په توگه خورا اهميت لري. د دې څېړنې مهمه لاسته راوړنه داده، چې د نامتناهي سلسلو پر بنسټ د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې کولو تخنيکونه د رياضي په تدريس، زده کړه او څېړنه کې خورا مهم ارزښت لري. څېړنه څرگندوي چې د دې طريقې د دقيقو پايلو شرط د تقارب ساحې صحيح ټاکل دي؛ ځکه که تابع د خپل تقارب په ساحه کې ونه کارول شي، پايلې اعتبار نه لري. علاوه پر دې، د څېړنې عمومي پايله دا ده چې د نامتناهي سلسلو پر بنسټ تحليلي تخنيکونه د رياضي د تدريس، زده کړې او څېړنې لپاره يو اغېزمن، دقيق او د باور وړ ميتود گڼل کېږي.

کلیدي کليمې: انتگرال، تحليلي تخنيکونه، ليمېټ، مشتق او نامتناهي سلسلې



۱. سریزه

الحمد لله رب العالمين، د هغه ذات ستاينه کوو چې انسان ته يې د فکر، عقل او پوهې نعمت ورکړ، او پر هغه سپېڅلي پيغمبر حضرت محمد مصطفی صلی الله عليه وسلم دې درود او سلام وي چې د علم او تحقيق دروازې يې د امت پر مخ پرانيستي. علم د بشري پرمختگ بنسټ دی، او د رياضياتو ساحه د همدې پرمختگ مهمه ستنه جوړوي. په ځانگړي ډول، د تابع گانو ليمېټ، مشتق او انتگرال د معادلاتو د حل کولو او د فزيکي، انجنيري او تخنيکي پديدو د تحليل لپاره بنسټيز اهميت لري. خو ډېر وخت د دې موضوعاتو دقيق تحليل يوازې د کلاسيکو لارو په مرسته ستونزمن وي، په ځانگړي توگه هغه وخت چې تابع گانې پېچلې بڼې ولري. له همدې امله، د نامتناهي سلسلو کارول د محاسبې يو داسې ځواکمن تخنيک دی چې د دقيقو پايلو په ترلاسه کولو کې مهم رول لري، او د تابع گانو د چلند د معلومولو لپاره ساده، واضح او ژور تحليل وړاندې کوي. نامتناهي سلسلې د رياضي په تحليلي برخه کې له خورا بنسټيزو او مهمو مفاهيمو څخه گڼل کېږي. ددې سلسلو په مرسته د پېچلو تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبه نه يوازې ممکنه کېږي، بلکې ډېر ځله د دوديزو طريقو په پرتله ساده او روښانه بڼه خپلوي. د نوموړو سلسلو د کارونې اهميت په ځانگړي ډول هغه وخت څرگندېږي چې يوه تابع ليمېټ، مشتق او يا انتگرال مستقيماً په پخوانيو دوديزو تحليلي ميتودونو سره نه شي محاسبه کېدای، خو د سلسلو په بڼه انکشاف ورکولای او په ساده بڼه ليکلی او وروسته يې په اساني سره محاسبه کولی شو. دا څېړنه د نامتناهي سلسلو د بنسټيزو ځانگړتياوو د کارونې له لارې د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې تحليلي تخنيکونه څېړي او هڅه کوي چې د رياضي محصيلاتو او څېړونکو ته يوه روښانه او عملي تگلاره وړاندې کړي.

د څېړنې ستونزه داده چې د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبه کې په ځينو مواردو کې له داسي حالت سره مخ کېږو چې په کلاسيکو ميتودونو لکه هوپيټال قاعده او ځينې نورو فورمولونو يې محاسبه ستونزمن يا حتی ناممکنه وي. د څېړنې پوښتنې په ترتيب سره د نامتناهي سلسلو په مرسته د تابع گانو ليمېټ څنگه په تحليلي ډول محاسبه کېدای شي، آيا د مشتق د محاسبې لپاره د سلسلو ميتود د دوديزو ميتودونو په پرتله اسانتيا او دقيقه نتيجه برابروي، د انتگرالونو په حل کې د سلسلو د تطبيق موارد کوم دي او کوم ډول رياضيکي او فزيکي ستونزې د نامتناهي سلسلو په کارولو سره په اغېزمنه توگه حل کېدای شي. د څېړنې موخي دتابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې په



موخه نوې لارې چارې معرفي کول او هغه برخې په گوته کول چې سلسلې پکې کارول کېږي، د معمولي او مروجو محاسبوي تگلارو پر ځای د سلسلو پر بنسټ يو دقيق او عمومي چوکاټ معرفي کول او د نامتناهي سلسلو د عملي کارونې موارد روښانه کول او د څېړنې اهميت دادی نامتناهي سلسلې د رياضي د ډېری مسائلو په تحليل کې بنسټيز رول لري. د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبو کې ډېری پېچلې مسئلې د نامتناهي سلسلو په کارونې سره ساده کېدای شي، دا څېړنه د رياضي په تحليلي برخو کې د نامتناهي سلسلو د ژورې پوهې د پراختيا لامل کېږي، د محاسبوي رياضياتو د پرمختگ لپاره د عملي ميتودونو يو بنسټيز اساس برابروي او د رياضي د تيوريکي او عملي اړخ ترمنځ يو اغېزمن تړاو رامنځته کوي.

۲. د څېړنې ميتودولوژي

دا څېړنه د نوعي له نظره تحليلي-نظري ده چې د نامتناهي سلسلو پر بنسټ د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال د محاسبې تخنيکونه څېړي. په څېړنه کې د سلسلو بنسټيز مفاهيم او اړوند فورمولونه د رياضیکي استدلال او تحليلي تحليل له لارې ارزول شوي دي. د نظري بحث د بياوړتيا لپاره تطبيقي ميتود هم کارول شوی، چې پکې د بېلابېلو تابع گانو عملي مثالونه د سلسلو په مرسته حل شوي او پايلې يې د کلاسيکو ميتودونو سره پرتله شوي دي. د څېړنې معلومات له معياري رياضیکي کتابونو څخه ترلاسه شوي، او تمرکز يې پر تحليلي محاسبې او نظري وضاحت ولاړ دی.

د بې نهايت عددي ترادف جملې په $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n, \dots$ بڼه په پام کې نيسو، که چيرې ددې ترادف لايتناهي جملې يو له بله سره په ترتيب جمع کړو، لاندې عددي سلسله لاسته راځي:

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n + \dots = \sum_{k=1}^{\infty} u_k \quad (1)$$

په پورتنۍ رابطه کې $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n, \dots$ او داسې نور د عددي سلسلې د حدونو په نامه يادېږي. آيا په دې اړوند بحث کول چې د ټولو نا تمام شويو جملاتو مجموع پيدا کول، کولای شي معنی ولري، مثلاً غير ممکنه ده چې دا لاندې نامتناهي عددي سلسلې حاصل جمع پيدا کړو (نظر محمد، ۱۳۹۴).

$$1 + 2 + 3 + 4 + \dots + n + \dots \quad (2)$$

څرنگه چې د متوالي جملو په زياتولو سره د $1, 3, 6, 10, 15, \dots$ حاصل جمع (مجموع گاني) او وروسته د n ام جمله څخه د $\frac{n(n+1)}{2}$ حاصل جمع په لاس راوړو، چې د n په زياتولو سره ډير لويږي. په همدې ترتيب که چيرې د لاندې عددي سلسلې د جملو په زياتولو سره $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots$



$\frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{4}$ اقدام وکړو؛ نو په دې صورت کې $\frac{1}{4}, \frac{3}{8}, \frac{7}{16}, \frac{15}{32}, \dots, \frac{1}{n}, \dots$ حاصل جمع (مجموعه گاني) لاسته راوړو. په همدې رقم نورې جملې هم اضافه کوو، دغه مجموعه ۱ ته نږدې کېږي.

په حقيقت کې، د سلسلې د جملاتو د کافي شمېر په جمع کولو سره کولای شو د هغې مجموعه په خپله خوښه د ۱ عدد ته نژدې کړو؛ بناءً مناسبه ده چې وویل شي د يادې عددي سلسلې مجموعه له ۱ سره مساوي ده (دوست، ۱۳۹۷).

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots + \frac{1}{2^n} + \dots = 1 \quad (3)$$

او د چپ اړخ د ټولو حدونو مجموعه د عددي سلسلې د فشرده حالت او ښی اړخ ئې د عددي سلسلې د انکشاف یافته حالت په نامه يادېږي.

او که چيرې عددي سلسله د تابع په شکل وړاندې شي، کولی شو وليکو چې:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = U_n = f(n) \quad (4)$$

که چيرې د عددي سلسلې U_n حد راکړل شوی وي کولی شو د U_n حد په اساس د عددي سلسلې ټول حدونه لاسته راوړو او يا که چيرې د عددي سلسلې اول ۳ حدود راکړل شوي وي کولی شو چې د عددي سلسلې نور حدونه په شمول د U_n حد (عمومي حد) هم لاسته، څرنگه چې د مقالې عنوان ته په پام د ليمېټ، مشتق او انتگرال د محاسبې لپاره نامتناهي سلسلې په ځانگړې توگه د طاقت سلسلې (Power Series) کاروو؛ نو په دې برخه کې په لنډه توگه د طاقت سلسلې معرفي او شکل يې وړاندې کوو. طاقت لرونکې سلسلې هغو سلسلو ته ويل کېږي چې د هغوی هر حد يوه طاقت لرونکې تابع وي، چې عمومي شکل يې عبارت دی له: (دميدويچ، ۱۳۸۴).

$$u_0 + u_1 x + u_2 x^2 + \dots + u_n x^n + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} u_k x^k \quad (5)$$

په پورتنۍ سلسله کې a_n د طاقت لرونکې سلسلې د ثابت ضريب په نوم يادېږي. د دې تر څنگ

د تایلور او مکلاورين سلسلو عمومي شکلونه هم لیکو (اپوستل، ۱۳۷۸).

$$p_n(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^n(x_0)}{n!}(x - x_0)^n \quad (6)$$



$$f(x) = f(\cdot) + \frac{f'(\cdot)}{1!}x + \frac{f''(\cdot)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^n(\cdot)}{n!}x^n \quad (7)$$

د $p_n(x)$ پولینوم د تایلر سلسلې او د $f(x)$ پولینوم د مکلوړین سلسلې په نوم یادېږي.

۳. د نامتناهي سلسلو په مرسته د تابع گانو د لیمېټ محاسبې تحلیلي تخنیکونه

د لیمېټ د محاسبه کولو لپاره هغه کسرونو چې صورت او مخرغ یې د صفر لوري ته نږدې کېږي، مختلفې طریقي شته چې لیمېټ یې محاسبه کړو، لکه: قانون هوپیتال یا د مشابه بې نهایت کوچنیو فورمولونو څخه استفاده کېږي. باوجود ددې حل لارو سره سره د طاقت سلسلو څخه په استفاده هم حل لاره شتون لري، کله چې د سلسلو په مرسته لیمېټ محاسبه کوو، نو د تایلور سلسلې په واسطه تابع تجزیه کوو او وروسته د مکلوړین سلسلې په نظر کې نیولو نسبتې تابعگانو په صورت او مخرغ کې د تابعگانو اړوندې سلسلې پیدا کوو، بیا یې د اړوندو تابعگانو پرځای وضع کوو، د لازمو عملیو اواختصار په پایله کې مهم شکل له منځه ځي او د متحول پرځای راکړل شوی قیمت وضع کوو. د لیمېټ د یو شمېر مهمو قضیو په ثبوت کې د سلسلو کارول خورا اهمیت لري، له دې امله په پیل کې د لیمېټ ځینې اساسي قضیې د سلسلو په مرسته څېړو او وروسته به د لیمېټ په مهمو مسایلو کې د سلسلو تطبیق ترڅېړنې لاندې ونیسو (مصاحب، ۱۳۸۵).

مثال: د $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ محاسبې لپاره په دې ډول کار کوو: ددغه لیمېټ قیمت د مقایسوي ازماښتونو او د لیمېټ اساسي قضیې له مخې ۱ ته نږدې کېږي، حال دا چې خپله د x قیمت په وضع کولو سره یې ځواب د $0/0$ مبهم حالت خپلوي؛ نو موږ کولی شو چې د (۸) معادلې په مرسته یې دقیق ځواب په لاندې توگه لاسته راوړو (ستوارت، ۲۰۲۰).

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (8)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{x}{x} - \frac{x^3}{3!x} + \frac{x^5}{5!x} - \frac{x^7}{7!x} + \dots \right)$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow 0} \left(1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots \right) = 1$$

نو دا قضیه د سلسلو په مرسته واضح شوه، چې: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$
مثال: لاندې لیمېټ محاسبه کوو:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 + \cos x}{x^3 \cdot \sin x} - \frac{3}{x^5}$$



$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2 + \cos x}{x^r \cdot \sin x} - \frac{3}{x^\varepsilon} = \infty - \infty$$

څرنگه چې دغه سوال ځواب يو مبهم حالت دی؛ نو موږ کولی شو د (۸) او (۹) معادلو په مرسته يې ځواب لاسته راوړو (دوست، ۱۳۹۷)

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (9)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2 + \cos x}{x^r \cdot \sin x} - \frac{3}{x^\varepsilon} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x + x \cdot \cos x - 3 \sin x}{x^\varepsilon \cdot \sin x}$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} \left[\frac{2x + x \left(1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \right) - 3 \left(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \right)}{x^\varepsilon \left(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \right)} \right]$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} \left[\frac{\left(\frac{1}{\varepsilon!} - \frac{r}{\varepsilon!} \right) x^\varepsilon - 3 \left(-\frac{1}{\varepsilon!} - \frac{r}{\varepsilon!} \right) x^\varepsilon + \dots}{x^\varepsilon} \right] = \frac{1}{\varepsilon!} - \frac{3}{\varepsilon!} = \frac{1}{2\varepsilon} - \frac{3}{12\varepsilon} = \frac{1}{6\varepsilon}$$

څرنگه چې د ليمېټ ځيني هغه محاسبات چې مبهم حالت لاسته راكوي، كولای شو چې د نا متناهي سلسلو په مرسته يې حل لاسته راوړو؛ ځيني وخت په مستقيم ډول د سلسلو په كارولو سره د ليمېټ مبهم شكلونه له منځه نه ځي، خو د رياضيكې عمليو په كارولو سره كولای شو د سلسلې په وضع كولو سره د ليمېټ حاصل لاسته راوړو.

$$\text{مثال: دغه سوال ليمېټ محاسبه کوو: } \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{\tan x}{x} \right)^{1/x^r} = ?$$

څرنگه چې په دغه مثال کې د متحول قيمت په وضع كولو سره يو $\infty \cdot 0$ مبهم شكل لاسته راكوي؛ نو لومړی يو لړ رياضيكې عمليې اجرا کوو او بيا د (۱۰) معادلې سلسلې په وضع كولو سره د ليمېټ حاصل لاسته راوړو (خاکسار، ۱۳۹۳).

$$\tan x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (10)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{\tan x}{x} \right)^{1/x^r} = \cdot^\infty$$

$$p = \left(\frac{\tan x}{x} \right)^{1/x^r} \Rightarrow \ln p = \ln \left(\frac{\tan x}{x} \right)^{1/x^r} \Rightarrow \ln p = \frac{1}{x^r} \ln \left(\frac{\tan x}{x} \right)$$



$$\Rightarrow \ln p = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^r} \ln \left(\frac{\tan x}{x} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^r} \ln \frac{x + \frac{x^r}{r} + \frac{x^{\frac{r}{2}}}{\frac{r}{2}} + \frac{x^{\frac{r}{3}}}{\frac{r}{3}} + \dots}{x}$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^r} \ln \frac{x \left(1 + \frac{x^{r-1}}{r} + \frac{x^{\frac{r}{2}-1}}{\frac{r}{2}} + \frac{x^{\frac{r}{3}-1}}{\frac{r}{3}} + \dots \right)}{x} \Rightarrow \ln p = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^r} \ln \left(1 + \frac{x^{r-1}}{r} + \dots \right)$$

څرنگه چې: $\ln \left(1 + \frac{x^{r-1}}{r} + \dots \right) = \left(\frac{x^{r-1}}{r} - \frac{x^{r-1}}{18} + \frac{x^{r-1}}{81} + \dots \right)$

$$\Rightarrow \ln p = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^r} \left(\frac{x^{r-1}}{r} - \frac{x^{r-1}}{18} + \frac{x^{r-1}}{81} + \dots \right) = \frac{1}{r} \Rightarrow p = e^{1/r}$$

نو پایله داسي شوه: $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{\tan x}{x} \right)^{1/x^r} = e^{1/r}$

مثال: دغه سوال لېمېټ محاسبه کوو: $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{x}}{\ln(1+x)}$

څرنگه چې دغه لېمېټ د x قیمت په ځای کولو سره د مبهم ∞/∞ حالت راځي، نو لومړی یو لړ ریاضیکي عملیات اجرا کوو، او بیا د (۱۱) معادلې سلسلې په کارولو سره د لېمېټ حاصل ترلاسه کوو (Thomas, ۲۰۱۷).

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots \quad (11)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{x}}{\ln(1+x)} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(1+x)}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots}{x}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x \left(1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \frac{x^3}{4} + \dots \right)}{x}$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} 1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \frac{x^3}{4} + \dots = 1$$

نو نتیجه داسي شوه: $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{x}}{\ln(1+x)} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(1+x)}{x} = 1$

ومو لیدل چې د سلسلو په مرسته د لېمېټ د ځینو مهمو قضیو او نورو محاسباتو حل له نورو عمومي طریقو په اسانۍ لاسته راځي، چې دا پروسه د لېمېټ د مهمو مسایلو د حل لپاره عمومي لار برابروي.



۴. د نامتناهي سلسلو په واسطه د تابع گانو مشتق تحليلي تخنیکونه

په رياضياتو کې د يوې تابع مشتق اخيستل يو بنسټيز مفهوم دی. کله چې تابع پېچلې وي يا د عنعنوي قاعدو له مخې يې مشتق اخيستل ستونزمن وي، نو د نامتناهي سلسلو څخه کار اخيستل يو مهم او ځواکمن تحليلي تخنیک دی. دا تخنیک د طاقت سلسلو (Power Series) تایلور سلسلو (Taylor Series) او مکلوړين سلسلو (Maclaurin Series) پر بنسټ ولاړ دی. هره يوه $U_k = a_n x^n$ طاقت لرونکي سلسله په لاندې توگه يوه تابع تعريفوي، لکه: $f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_n x^n$ د دې تابع د تعريف ناحیه بايد تعريف شوې وي او په همدغه ناحیه کې ذکر شوې طاقت لرونکي سلسله بايد متقاربه وي؛ دا ښو چې د $f(x)$ تابع د مشتق نيولو وړ ده.

۴-۱- قضيه:

که چيرې يوه $\sum a_n x^n$ طاقت لرونکي سلسله بغير له $R = 0$ د متقاربي شعاع لرونکې وي، نو په دې صورت کې د $f(x)$ تابع، چې په دې توگه $f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_n x^n$ تعريفېږي په لاندې ډول مشتق لري (لاگرانج سيرج، ۱۹۸۷).

$$f'(x) = \sum n a_n x^{n-1}$$

هر څومره چې د x مقدار زياتېږي، د $(-R, R)$ فاصلي مربوط به وي.

ثبوت: فرضوو چې x او a د اجزاوو مقدارونو په $(-R, R)$ فاصله کې وي؛ نو د تایلور فورمول څخه په استفاده که $n = 1$ په زياتولو سره لرو:

$$x^n = a^n + n a^{n-1} (x - a) + \frac{n(n-1)}{2!} (z_n)^{n-2} (x - a)^2 \quad (12)$$

د z_n مقدار د x او a په منځ کې قرار لري، او (۱) رابطه د هر $n \in N$ اندازې لپاره شتون لري.

$$\frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \frac{1}{x - a} \left(\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n - \sum_{n=1}^{\infty} a_n a^n \right) = \frac{1}{x - a} \sum_{n=1}^{\infty} a_n (x^n - a^n) \quad (13)$$

د (۱۲) رابطې قيمت په (۱۳) معادله کې وضع کوو، لرو چې (کاظمي، ۱۳۷۹).

$$\frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \frac{1}{x - a} \sum_{n=1}^{\infty} a_n \left[n a^{n-1} (x - a) + \frac{n(n-1)}{2!} (z_n)^{n-2} (x - a)^2 \right]$$

$$\frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \sum_{n=1}^{\infty} a_n n a^{n-1} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \frac{n(n-1)}{2!} (z_n)^{n-2} (x - a)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو، چې:



$$\left| \frac{f(x) - f(a)}{x - a} - \sum_{n=1}^{\infty} a_n n a^{n-1} \right| < \frac{|(x-a)|}{2} \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| n(n-1) d^{n-2}$$

په دغه رابطه کې d ثابت او مثبت عدد ده، په داسې توگه چې: $|a| < d < R$ او $|x| < d < R$.

اوس په پورتنۍ رابطه کې $a \rightarrow x$ ته ميل ورکړو، د ښي طرف ليميټ له صفر سره مساوي کيږي.

$$f'(x) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \sum_{n=1}^{\infty} a_n n a^{n-1}$$

د پورتنۍ قضیې څخه نتیجه داسې شوه، چې دا سلسله $\sum_{k=0}^{\infty} a_n x^n$ ، چې د $f(x)$ تابع په واسطه تعریفیږي د متقاربه شعاع په درلودلو سره بغير له $R = 0$ ، مشتق شتون لري.

۲-۴- د جمله په جمله مشتق نیونې قضیه

که چیرې $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n (x-a)^n$ دا سلسله د $a-R < x < a+R$ لپاره او

د $R > 0$ دا سلسله متقاربه وي؛ نو د $f(x)$ تابع په لاندې ډول تعریف کوو (عامل محرابی-۱۳۸۸).

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n (x-a)^n, \quad a-R < x < a+R$$

څرنگه چې د $f(x)$ تابع د تعریف ناحیې په داخل د انټروال کې خپل متقاربوالی سره د ټولو مرتبو لپاره مشتق لرونکی ده. دا مشتق کولای شو، چې د جمله په جمله مشتق نیولو سره له لومړۍ سلسلې څخه په لاس راوړو.

$$f'(x) = \sum_{n=1}^{\infty} n c_n (x-a)^{n-1}$$

$$f''(x) = \sum_{n=2}^{\infty} n(n-1) c_n (x-a)^{n-2}$$



پاملونه : جمله په جمله مشتق نيونه کې امکان لري، چې د سلسلو بل نوع لپاره ځواب ورنکړي، مثلاً په دغه $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n!x)}{n^2}$ مثلثاتي سلسله کې، چې د x په ټولو قيمتونو کې متقاربه ده، څرنگه چې د مشتق نيولو په صورت کې دا $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n! \cos(n!x)}{n^2}$ د x په ټولو قيمتونو سره

متباعده ده او دا سلسله $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n! \cos(n!x)}{n^2}$ يوه طاقت لرونکي سلسله نه ده.

مثال: د سلسلو په مرسته د $f(x) = \sin x$ مشتق پيدا کوو:

حل: لومړی د $\sin x$ پر ځای خپله معادله سلسله ليکو او وروسته يې جمله په جمله مشتق گيري کوو (غوري، ۱۳۸۷).

$$f(x) = \sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \Rightarrow f'(x) = 1 - \frac{3x^2}{3!} + \frac{5x^4}{5!} - \frac{7x^6}{7!} + \dots$$

$$\Rightarrow f'(x) = 1 - \frac{3x^2}{3 \cdot 2!} + \frac{5x^4}{5 \cdot 4!} - \frac{7x^6}{7 \cdot 6!} + \dots = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$$

$$f'(x) = \cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$$

مثال: د سلسلو په مرسته د $f(x) = e^x$ مشتق پيدا کوو:

حل: لومړی د e^x پر ځای خپله معادله سلسله ليکو او وروسته يې جمله په جمله مشتق گيري کوو. (کيلان، ۱۹۵۹)

$$f(x) = e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \quad (۱۴)$$

$$\Rightarrow f'(x) = 1 + \frac{2x}{2!} + \frac{3x^2}{3!} + \frac{4x^3}{4!} + \dots$$

$$\Rightarrow f'(x) = 1 + \frac{2x}{2 \cdot 1} + \frac{3x^2}{3 \cdot 2!} + \frac{4x^3}{4 \cdot 3!} + \dots = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

$$f'(x) = e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$



مثال: د سلسلو په مرسته د $f(x) = \cosh x$ مشتق پيدا کړو (استوارت، ۱۳۸۶)

حل: لومړی د $\cosh x$ پر ځای خپله د هغې معادلې سلسله لیکو او وروسته یې جمله په جمله مشتق گيري کوو (کيپلان، ۱۹۵۹).

$$f(x) = \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \frac{1}{2} \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-x)^n}{n!} \right] = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{2n!} \quad (15)$$

$$f(x) = \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{2n!} = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots$$

$$f(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots \Rightarrow f'(x) = \frac{2x}{2!} + \frac{4x^3}{4!} + \frac{6x^5}{6!} + \dots$$

$$\Rightarrow f'(x) = \frac{2x}{2} + \frac{4x^3}{4 \cdot 3!} + \frac{6x^5}{6 \cdot 5!} + \dots = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$$

$$f'(x) = \sinh x = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \quad (16)$$

مثال: د $f(x) = x^5 \cdot \cos \frac{x}{2}$ تابع یوولسمه مرتبه مشتق په $x = 0$ نقطه کې محاسبه کړئ.

حل: راکړل شوي تابع د تایلور سلسلې په مرسته لیکلی شو، چې:

$$x^5 \cdot \cos \frac{x}{2} = x^5 \cdot \left[1 - \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{2!} + \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^4}{4!} - \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^6}{6!} + \dots \right]$$

$$\Rightarrow x^5 - \frac{x^7}{2^2 \cdot 2!} + \frac{x^9}{2^4 \cdot 4!} - \frac{x^{11}}{2^6 \cdot 6!} + \frac{x^{13}}{2^8 \cdot 8!} - \dots$$

$$f^{(11)}(0) = c_{11} \cdot 11!, \quad f^{(11)}(0) = -\frac{11!}{2^6 \cdot 6!} = -\frac{3465}{8} = -433.125$$



ليدل کيږي چې په مستقيمه توگه د راکړل شوي تابع يوولسمه مرتبه مشتق پيدا کول ستونزمن کار ده، خو د سلسلو په مرسته په آساني سره لاسته راځي. (شمليوف، ۱۳۶۶)

عموماً موږ کولی شو، هغه تابع گانې چې د سلسلو په مرسته تشکيلیږي په آساني سره يې د سلسلو په مرسته مشتقات هم پيدا کړو.

۵. د نامتناهي سلسلو په واسطه د تابع گانو د انتگرال تحليلي تخنيکونه

د $\int_a^b f(x)dx$ تر نظر لاندې نيسو، ځيني وخت داسي پېښېږي چې د يوې تابع اوليه تابع نه شو کولای چې پيدا يې کړو؛ نو په دې صورت کې د $f(x)$ تابع د متقاربوالي ساحه، چې په هغه $[a, b]$ انټروال موجوده وي په نظر کې نيسو. د سلسلو په مرسته د انتگرالونو د محاسبه کولو لپاره کافي ده چې د انتگرال لاندې افاده يې په معادله سلسله تبديل او بيا يې لاسته راغلی ساده شکل لرونکی انتيگرال لاسته راوړو.

۵-۱- د جمله په جمله انتگرال نيونې قضيه

فرضوو چې $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n(x-a)^n$ دا سلسله د $a-R < x < a+R$ لپاره او د $0 < R$ دا سلسله متقاربه وي؛ نو دا $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{(x-a)^{n+1}}{n+1}$ سلسله هم د $a-R < x < a+R$ متقاربه ده (عامل محرابی، ۱۳۸۸).

$$\int f(x)dx = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{(x-a)^{n+1}}{n+1} + c \quad \text{او لرو، چې:}$$

مثال: دغه $\int_a^x e^{-x^t} dx = ?$ انتيگرال محاسبه کوو:

حل: د دې تابع اوليه د هغو تابعگانو څخه ده چې ضد مشتق (antiderivative) لرونکي ده، يعنې د تابع ابتدايي حل يې د ساده يا ابتدايي تابعو په بڼه نشو پيدا کولی بلکې د دغسې انتگرالونو د محاسبه کولو لپاره تر انتگرال لاندې تابع ته د مکلوړين سلسلې په مرسته انکشاف ورکړو، وروسته يې انتگرال نيسو؛ نو لومړی د e^x سلسلې په مرسته د e^{-x^t} تابع لپاره سلسله تشکيلوو (توماس، ۲۰۱۷).

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots$$



په دغه سلسله کې د x پر ځای $-x^2$ وضع کوو، لرو چې:

$$e^{-x^2} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{n!} \quad (17)$$

څرنگه چې دغه سلسله هم د $[0, a]$ انټروال کې قرار لري (غوري، ۱۳۸۷)؛ نو لرو چې:

$$\int_0^1 e^{-x^2} dx = ? \int_0^1 \left[1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{n!} + \dots \right] dx$$

$$\Rightarrow \left[x - \frac{x^3}{1! \cdot 3} + \frac{x^5}{2! \cdot 5} - \frac{x^7}{3! \cdot 7} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{n! \cdot (2n+1)} + \dots \right]$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1^3}{1! \cdot 3} + \frac{1^5}{2! \cdot 5} - \frac{1^7}{3! \cdot 7} + \dots \approx 0.7475$$

پورتنۍ مقدار کولای شو، چې بڼه په دقت سره محاسبه کړو.

مثال: دغه $\int_0^1 \frac{\ln(1+x)}{x} dx = ?$ تابع انتگرال محاسبه کوو:

لومړۍ د خپلې تابع پر ځای د هغه معادله سلسله لیکو او وروسته یې انتگرال پیدا کوو (خاکسار، ۱۳۹۳).

$$\int_0^1 \frac{\ln(1+x)}{x} dx = \int_0^1 \frac{x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots}{x} dx = \int_0^1 \frac{x \left(1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \dots \right)}{x} dx$$

$$\Rightarrow \int_0^1 \left(1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \frac{x^3}{4} + \dots \right) dx = \left(x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{9} - \frac{x^4}{16} + \dots \right) \Big|_0^1$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1^2}{2} + \frac{1^3}{9} - \frac{1^4}{16} + \dots - \left(0 - \frac{0^2}{2} + \frac{0^3}{9} - \frac{0^4}{16} + \dots \right) = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{9} - \frac{1}{16} + \dots$$

$$\Rightarrow \int_0^1 \frac{\ln(1+x)}{x} dx = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{9} - \frac{1}{16} + \dots$$

مثال: دغه $\int_0^2 \frac{\cos x}{e^x} dx = ?$ سوال انتگرال محاسبه کوو:

لومړۍ د $\cos x$ او د e^x پر ځای د هغه معادله سلسلې لیکو او وروسته یې انتگرال پیدا کوو (ایریس، ۱۹۶۴).

$$\int_0^2 \frac{\cos x}{e^x} dx = \int_0^2 \cos x \cdot e^{-x} dx$$

$$e^{-x} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \quad (18)$$



$$\int_0^x \cos x \cdot e^{-x} dx = \int_0^x \left(1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \right) \left(1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \right) dx$$

$$\Rightarrow \int_0^x \left(1 - x + \frac{x^2}{2!} \right) + \left(-\frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{2!} - \frac{x^4}{2!2!} + \dots \right) dx = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3 \cdot 2!} - \frac{x^4}{4 \cdot 2!} + \dots$$

$$\Rightarrow \int_0^x \frac{\cos x}{e^x} dx = x + \frac{1}{3 \cdot 2!} - \frac{1}{4 \cdot 3!} + \dots$$

يادونه: د سلسلو د مشتق او انتگرال په مرسته هم کولای شو، چې د يوې تابع لپاره طاقت سلسله تشکیل کړو.

مثال: $f(x) = \arctan x$ تابع لپاره طاقت سلسله تشکیل کړئ.

پوهيږو چې $\int \frac{1}{1+x^2} dx = \arctan x$ تابع انتگرال دی (کپلان، ۱۹۵۲)؛ نو پوهيږو چې:

$$\frac{1}{1+x^2} = \frac{1}{1-(-x^2)} = (-x^2)^0 + (-x^2)^1 + (-x^2)^2 + (-x^2)^3 + \dots$$

$$\frac{1}{1+x^2} = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + \dots$$

د پورته مساوات انتگرال اخلو، او د انتگرال د خطي توب خاصيت په کارولو سره، انتگرال جمله په جمله محاسبه کوو (همتا، ۱۳۹۴).

$$\int \frac{1}{1+x^2} dx = \int (1 - x^2 + x^4 - x^6 + \dots) dx$$

$$\Rightarrow \arctan x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$$

$$\arctan x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$$

۶. مناقشه

په دې څېړنه کې څرگنده شوه چې د نامتناهي سلسلو په مرسته د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال د محاسبې لپاره يو اغېزمن او دقيق تحليلي چوکاټ رامنځته کېدای شي. د ليمېټ په برخه کې معلومه شوه چې د سلسلو کارونه د هغو تابع گانو لپاره گټوره تماميږي چې په مستقيمه توگه يې د ليمېټ موندل ستونزمن وي. د مثال په توگه، د بېلابېلو متناوبو يا پېچلو تابع گانو ليمېټونه د سلسلو د پراختيا له لارې په ساده ډول ترلاسه کېدای شي. په مشتق اخيستنې کې ووموندل شوه چې د سلسلو تخنيک د دوديزو ميتودونو په پرتله يو څه زيات محاسبوي وضاحت او انعطاف لري، ځکه چې د تيلور او مکلوړين سلسلو په کارولو سره کولای شو هره تابع د يوې نامتناهي سلسلې په بڼه وړاندې کړو او د



هغې مشتق په تدريجي ډول ترلاسه کړو. دغه طريقه نه يوازې د مفهومي وضاحت لپاره مهمه ده، بلکې په عملي توگه هم د دقيقو نتيجو د ترلاسه کولو لامل کېږي. په انتگرال نيونه کې بيا څرگنده شوه چې د سلسلو کارونه د هغو تابع گانو لپاره خورا ارزښت لري کوم چې انتگرال نيونه يې په پخوانيو دوديزو طريقو ستونزمن يا ناممکن وي. د سلسلو په کارولو سره انتگرال د يوې مجموعې په بڼه بدلېږي او د عددي محاسبې لپاره مناسب چوکاټ برابروي. سره له دې، د څېړنې پايلې وښودله چې په دې تړاو د نامتناهي سلسلو کارونه مطلقاً بې نقصه نه دي. په ځينو مواردو کې د سلسلو تقارب يوه جدي ستونزه ده او د هغې د ناسم ټاکلو په صورت کې پايلې يې اعتباره کېدای شي. همدارنگه، د سلسلو کارونه ډېر وخت اوږدې محاسبې ته اړتيا لري چې ښايي په عمل کې ستونزه رامنځته کړي. په ټوله کې، د څېړنې لاسته راوړنې دا څرگندوي چې د نامتناهي سلسلو پر بنسټ د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې تخنيکونه د رياضي په تدريس، زده کړه او څېړنه کې خورا مهم ارزښت لري، خو د دقيقو پايلو لپاره د تقارب شرايطو او محاسبوي امکاناتو په پام کې نيول اړين دي.

۷. موندنې:

هغه تابع گانې چې کولی شو د همدغو تابع گانو لپاره د تاييلور يا مکلوړين سلسلو په واسطه سلسله تشکيل کړو په آساني سره يې ليمېټ دقيق قيمت په لاس راوړلی شو. همدارنگه د يوې تابع لپاره چې سلسله يې تشکيلېږي، د همدغه تابع د تعريف ناحيې په نظر کې نيولو سره کولی شو، چې جمله په جمله يې مشتق او انتگرال ونيسو، يعني، مشتق او انتگرال يې په همدغه انتروال کې په کوم انتروال کې چې تابع تعريف شوې وي، ونيسو.

۸. پايله

په دې څېړنه کې څرگنده شوه چې نامتناهي سلسلې د رياضي په تحليلي برخه کې خورا مهمه ونډه لري او د تابع گانو د ليمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې لپاره يو اغېزمن بديل چوکاټ وړاندې کوي. د سلسلو په مرسته کولای شو هغه مسايل حل کړو چې په دوديزو محاسبوي لارو کې يې حل ستونزمن يا غيرممکن وي. د ليمېټ په برخه کې، سلسلو د پېچلو تابع گانو د ليمېټ په موندلو کې د لا وضاحت او اسانتيا زمينه برابره کړه. د مشتق محاسبې برخه کې وښودل شوه چې د ټيلر او مکلوړين سلسلې نه يوازې د نظري وضاحت لپاره مهمې دي، بلکې په عملي توگه د دقيقو نتيجو د ترلاسه کولو وسيله هم گرځي. په انتگرال نيونه کې بيا ثابته شوه چې د سلسلو تخنيک د هغو تابع گانو لپاره گټور دی چې په دوديزو طريقو يې حل کېدل ممکن نه وي. البته، څېړنه دا هم څرگندوي چې په پورتنيو مواردو کې د نامتناهي سلسلو په کارونه کې بايد تل احتياط وشي، ځکه چې د سلسلو



د تقارب ستونزه کولای شي پایلې یې اعتباره کړي. له همدې امله، د دې میتود د کارولو پر مهال د تقارب شرایطو ته ځانگړې پاملرنه اړینه ده. په ټوله کې، دا څېړنه دې پایلې ته رسېږي چې د نامتناهي سلسلو پر بنسټ د لیمېټ، مشتق او انتگرال محاسبې تحلیلي تخنیکونه د ریاضي د تدریس، زده کړې او څېړنې لپاره د اعتبار وړ، عملي او ګټورې لارې چارې دي. دغه میتود نه یوازې د محصولاتو د پوهې د ژورتیا سبب کېږي، بلکې د نورو علمي څېړنو لپاره هم بنسټیز ارزښت لري او په راتلونکي کې به له څېړونکو دا غوښتنه ده، چې د نامتناهي سلسلو د تحلیلي تخنیکونو عملي تطبیق د فزیک، انجنیري، اقتصاد او عددي تحلیل په واقعي ستونزو کې وڅېړل شي، ترڅو د دې میتودونو علمي او عملي ارزښت روښانه شي.

۹. ماخذونه

- اپوسټل، تام.م. (۱۳۷۸). انالیز ریاضی. ترجمه عالمزاده، علی اکبر، تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- استوارات، جیمیز. (۱۳۸۶). حسابان - دیفرانسیل و انتگرال (دوهم جلد) ترجمه: علامت ساز، محمد حسین. محمدی، علی اکبر. ناهید، حسین. اصفهان: دانشگاه اصفهان.
- آشیگل، موراى آر. (۱۳۸۵). نظریه و مسایل انالیز ریاضی. ترجمه: عالمزاده، علی اکبر. تهران: انتشارات جنگل.
- پور کاظمی، محمد حسین. (۱۳۷۹). ریاضیات عمومی و کاربرد آن (دوهم جلد)، تهران: نشر نی.
- جورج ب، توماس. (۱۳۸۸). حسابان - دیفرانسیل و انتگرال (توماس) ترجمه: ابراهیم عامل محرابی. ناشر: دانش نگار.
- خاکسار، واحدالله. (۱۳۹۳). څلورم آنالیز غیر معیني سلسلې. کابل. عنایت خپرونډویه ټولنه
- دمیدویچ، ب. (۱۳۸۵). تمرین ها و مسایل آنالیز ریاضی. ترجمه: شهریارى، پرویز. تهران: انتشارات امیر کبیر.
- دوست، عبدالرزاق. (۱۳۹۷). انالیز ریاضی (سلسله ها). کابل: مطبعه تمدن.
- شمی洛夫، ب. آر. (۱۳۶۶). تئوری های سری در مسایل و تمرینات. ترجمه: دارابی، ابراهیم تهران: چاپخانه حیدری.
- غوری، محمد انور. (۱۳۸۷). ریاضیات عالی. کابل: انتشارات نعمانی.



- مصاحب ، علام حسین. (۱۳۸۵). آنالیز ریاضی اول جلد تیوری اعداد حقیقی، تهران: موسسه انتشارات امیر کبیر.
- نظر محمد. (۱۳۹۴). عالی کلکولس ۲. کابل. مطبعه شهر.
- همتا، نورمحمد. (۱۳۹۴). ریاضیات عالی. کابل: پولیتخنیک.
- Kaplan, Wilfred. M.D. Advanced Calculus. Addison-Wesley, ۱۹۵۲.
- lang, Serge. M.D. Calculus of Several Veribles. Second ed, Springer-verlag, ۱۹۸۷.
- Stewart, J., Clegg, D. K., & Watson, S. (۲۰۲۰). Calculus (۹th ed.). Cengage Learning.
- Thomas, G.B., Weir, M.D., & Hass, J. (۲۰۱۷). Thomas' Calculus (۱۴ th ed.). Pearson.



Analytical Techniques for Computing Limits, Derivatives, and Integrals of Functions Using Infinite Series

Bilal Ahmad Ahmadi¹, Mohammad Amin Hakimi¹, Hayatullah Saeed³

Teaching Assistant, Bilal Ahmad Ahmadi¹, Natural Sciences Department, Electro-Mechanical Faculty, Ghazni Technical University

Teaching Assistant, Mohammad Amin Hakimi¹, Natural Sciences Department, Electro-Mechanical Faculty, Ghazni Technical University

Teaching Assistant, Hayatullah Saeed³, Mathematics Department, Education Faculty, Paktika University

Email: ahmadibila09@gmail.com

Abstract:

In this article, methods for calculating limits, derivatives, and integrals of functions based on infinite series are examined analytically. Classical calculus techniques, like L'Hôpital's Rule and other standard formulas, are useful in many situations, but they can occasionally be inadequate when handling complex functions. A function can be expressed in polynomial form using infinite series, especially power series, which enables the computation of limits, derivatives, and integrals in an organized and straightforward way.

This approach offers a logical and accurate analytical framework for mathematics in addition to making otherwise challenging computations easier. Series-based methods are useful analytical tools in both pure and applied mathematics, as demonstrated by the study's use of theoretical and analytical approaches to show the technique's practical efficacy.

One of the main conclusions of the study is that determining the interval of convergence correctly is crucial to the accuracy of results obtained through infinite series; if a function is used outside of its convergence domain, the results become invalid. Furthermore, the study's overall conclusion is that analytical methods based on infinite series are an efficient, accurate, and trustworthy approach to mathematics education, learning, and research.

Key Words: *integral, analytical techniques, limit, derivative, and infinite series*

مطالعه مشخصات جیولوجیکی و شرایط تشکیل ظهور معدنی پولی متالی (آهن،

مس و طلا) ولسوالی جبل السراج ولایت پروان

عبدالله زاهدی^{۱*}، پوهنیار محمد رضا حسینی^۳

^۱محصل برنامه ماستری دیپارتمنت انجیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنتون پولی تخنیک کابل، کابل، افغانستان.

^۲ماستر ترینر جیولوجی و اکتشاف معادن، ریاست انستیتوت معادن، وزارت معادن و پترولیم، کابل، افغانستان.

^۳استاد دیپارتمنت انجیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنځی جیولوجی و معادن پوهنتون پولی تخنیک کابل، کابل - افغانستان.

ایمیل آدرس: temorabdullah۷۰@gmail.com

خلاصه

در نخست سپاس خدای را که سخنوران در حمد و ستایش آن عاجزند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند. ظهور معدنی ولسوالی جبل السراج ولایت پروان، در ۷۴ کیلومتری شمال کابل در مسیر شکست عمیق هریرود- پنجشیر به جناح جنوبی باتولیت سالنگ در زون تکتونیکی پاراپامیز مرکزی (هندوکش غربی) قرار دارد. هدف کلی این تحقیق مطالعه شرایط تشکیل و ترکیب کیمیاوی ظهور معدنی متذکره می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در خصوص احجار جا دهنده و احجار مجاور منرالیزیشن مواد مفیده معدنی بیانگر وجود احجار شیل‌های سیاه رنگ میلانیتی شده، کاربنات‌های اکسایدی شده، دولومیت‌ها، کتله‌های کوچک گرانیت، سرپنتینیت‌ها، احجار مافیکی تغییر یافته (آمفیبولیت‌ها) و دایک‌های گبروی که طی ادوار مختلف جیولوجیکی از پروتروزوئیک شروع شامل اردوئین، کاربن تحتانی و تریاسیک تحتانی بوده، تشکیل گردیده است. منرالیزیشن معدنی در ساحه قول بهلول، به صورت رگه‌های در طول صفحه‌های شکست در بین شیل‌های سیاه رنگ میلانیتی شده، کاربنات‌ها و سرپنتینیت‌ها تشکیل شده که شکستگی‌های خورد و ریز محلی به جهات مختلف حاصل از شکست عمیق هریرود- پنجشیر در احجار منطقه، محل مناسبی را برای نفوذ محلول‌های هایدروترمالی ایجاد کرده اند. در حقیقت این شکستگی‌های محلی و شکست عمیق پنجشیر- هریرود کنترل کننده اصلی منرالیزیشن معدنی محسوب می‌شود. بر علاوه منرالیزیشن آهن و مس سایر عناصر مانند نقره، بیسموت، آنتیمون، طلا، کدیم، تلوریم، سیزیم و ارسنیک نیز در ساحه انومالی بلند دارند. در نتیجه گفته می‌توانیم که ظهور معدنی ساحه متذکره به



شکل پولی متالی بوده و می توان آنرا از جمله ذخایر پولی متالی آهن، مس، طلا و بیسموت نوع رگه ای هایدروترمالی در نظر گرفت.

کلمات کلیدی: پولی متال، زون هریرود-پنجشیر، قول بهلول، هایدروترمال.

۱. مقدمه

الحمد لله رب العالمین والصلاة والسلام علی اشرف الانبیا والمرسلین سیدنا محمد و علی اله و اصحابه اجمعین.

بصورت عمده ذخایر آهن و مس در جهان به شکل ذخایر مگماتیکی، هایدروترمالی-مگماتیکی، میتامورفوجنی (آهن) و رسوبی قرار دارند، اما اکثریت آنها در کمرندهای کوهزایی جوان تر از پالیوزوئیک (آند، حاشیه اقیانوس آرام و آلپ) واقع اند، که خود حکایت از ارتباط تنگاتنگ این ذخایر با جزایر قوسی مگماتیکی و کمرندهای کوهزایی دارد (حیدری و همکاران، ۱۴۰۱).

افغانستان نیز از جمله کشورهای بحساب می آید که دارای معادن و ظواهر معدنی آهن و مس با تیپ های مختلف جنتیکی می باشد، که یک تعداد آنها بصورت دقیق مطالعه گردیده است، از جمله معدن بی نظیر مس عینک در جنوب شرق ولایت کابل و همچنان معادن بسیار بزرگ آهن حاجیگ در ولایت بامیان را می توان نام برد. اما تعداد زیادی از ظواهر معدنی تیپ آهن و مس یعنی پولی متالی تا هنوز در محدوده افغانستان بصورت مستقل تحت مطالعه قرار نگرفته است.

گسترش معادن و ظواهر معدنی آهن در افغانستان بصورت عموم به فارمیشن سنگ های معدنی تحول یافته آهن زون هریرود-پنجشیر تعلق دارد (Chmyriov et al., ۱۹۷۷; Akhmedzyanov et al., ۱۹۷۰).

معادن مس و ظواهر معدنی آن در افغانستان در مناطق مختلف وجود داشته و به احجار ترکیب مختلف ارتباط دارند (سهاک، ۱۳۹۱). سنگ های معدنی کلچیدانی مس که در افغانستان تثبیت گردیده به فارمیشن سب ولکانیکی هایدروترمالی-میتاسوماتیکی تعلق دارد. با وجود آنکه یکی از خصوصیات مشخص کمرنده میتالوجنی مدیترانه که افغانستان نیز به آن تعلق دارد عبارت از گسترش وسیع معادن بزرگ سنگ های معدنی مس-پارگیری می باشد (Chmyriov et al., ۱۹۷۲). ظواهر سنگ های معدنی مس-پارگیری در کشور ما نیز در سال های اخیر تثبیت گردیده است (سهاک، ۱۳۹۱). نتایج اجرای تحقیقات جیولوجیکی و جیوفزیک در غرب کشور امکان آنرا میسر ساخت



تا زون شیندند-کشمیران را به مثابه یک ساحه درونمائی برای تفحص معادن مس-پارگیری جدا کرد. اسوسیشن ولکانو- پلوتونی ایوسن-الیگوسن در حدود این سترکچر توسعه وسیع داشته که عبارت از اختتام شرقی کمربند ولکانیکی ارومیه دختر بوده که در آن معادن مس-پارگیری مناطق خراسان، ایناریکا و کرمان جاگزین گردیده است و می توان در افغانستان از ظواهر معدنی آهنکشان در ولایت غور و سیکو در بلاک قلعه نو را یاد آوری نمود (Perfilev et al., ۱۹۷۳). با فارمیشن سنگ های معدنی ستراتیفورمی بورنیت- چالکوپیریتی تعداد زیادی ظواهر معدنی مس در منطقه مس دار کابل (عینک، دربند وغیره) تعلق دارند که در زون کابل شامل می باشند (سهاک، ۱۳۹۱).

آهن و مس از جمله فلزات پایه و اساسی برای صنعت میتالورژی می باشد. آهن، بیشترین استفاده را در میان فلزات دارد و بیش از ۹۰ فیصد تولیدات فلزی جهان را شامل می شود. قیمت کم و مقاومت بالای آن از عوامل رونق آن بوده است. این فلز در ساخت سامان آلات، خطوط راه آهن، ماشین آلات و بسیاری ساختمان های زیربنایی کاربرد دارد. از آنجایی که آهن خالص همانند طلا نرم است، معمولاً آن را به صورت الیازی با عناصر مختلف بکار می برند (بحرکاظمی، ۱۴۰۳). بنابراین لازم است تا ساحه مورد مطالعه را نظر به مشخصات احجار جادهنده و موقعیت تکنیکی آن و ساحات که احتمال موجودیت ظواهر منرالیزیشنی پولی متالی مس، آهن $\pm$ طلا در آن وجود دارد، به بررسی گرفت. ساحه قول بهلول و دشت گوهر خان ولسوالی جبل السراج ولایت پروان به نظر ما یکی از ساحات مثمر به منظور جستجوی معادن پولی متالی (آهن، مس و به احتمال زیاد طلا) می باشد. هدف کلی این تحقیق مطالعه ساختار های جیولوجیکی، ترکیب کیمیاوی و مشخصات پتروگرافیکی احجار ساحه و رابطه آن با منرالیزیشن مس-آهن $\pm$ طلا در ساحه قول بهلول و دشت گوهر خان ولسوالی جبل السراج با ساختار متذکره می باشد. در این تحقیق به جواب سوالاتی کدام نوع احجار در ساحه ی مورد مطالعه گسترش وسیع دارند و زون منرالیزیشنی مس و آهن با احجار جادهنده آنها در ساحه ی مورد مطالعه چگونه ارتباط دارند؟ پرداخته شده است.

۲. پیشینه تحقیق

انسان ها بنابر داشتن اهمیت زیاد صنعتی آهن از سالیان دور با آن سر و کار داشته و در موارد معین از آن استفاده نموده است. آهن در ماشین آلات، وسایل کار و سامان آلات صنعتی، وسایل ترانسپورتی و وسایل ضرورت خانه کاربرد وسیع دارند.



بهره برداری و استخراج جهانی آهن روز به روز افزایش می یابد. منابع سنگ‌های معدنی آهن در قشر زمین گسترش وسیع داشته و کلارک آن ۴٫۶۵٪ می‌باشد. همچنان مس با داشتن خصوصیات قابلیت بلند هدایت برقی، پایداری کیمیاوی، نرم بودن و قابلیت ساختن آلیاژها در جهت های مختلف صنعت از جمله الکترو تخنیک و وسایل ارتباط، ماشین سازی، امور ساختمانی، مواد خوراکی و کیمیاوی مورد استفاده قرار می‌گیرند (سهاک، ۱۳۹۱). ضرورت و نیاز انسانها روز به روز به منابع منرالی مس افزایش می‌یابد. افغانستان نیز از جمله مناطق دارای معادن و ظواهر معدنی آهن و مس با تیپ های مختلف جنتیکی می‌باشد که یک تعداد آن‌ها بصورت دقیق مطالعه گردیده است از جمله معدن بی نظیر مس عینک در جنوب شرق ولایت کابل و همچنان معادن بسیار بزرگ آهن حاجیگگ در ولایت بامیان را می‌توان نام برد. اما تعداد زیادی از ظواهر معدنی تیپ آهن و مس (پولی متالی) تا هنوز در محدوده افغانستان بصورت مستقل تحت مطالعه قرار نگرفته است. با توجه به این که عنصر مس و آهن از ضروری ترین فلزات مورد نیاز برای جامعه بشری است.

در افغانستان معادن و ظواهر منرالیزیشنی مختلف از جمله آهن، مس، سرب، جست، قلعی، ولفرام و غیره با احجار سکارنی ارتباط دارند، و تقریباً تمام شان در بین احجار کاربناتی در زون خارجی کتله های انتروزیفی مختلف العمر موقعیت دارند. مقدار بلند کانسرتیشن مس و آهن با ذخایر سکارنی با فارمیشن گابرو- پلاجیوگرانیت عمر کاربونيفرس پائینی ارتباط داشته و همچنان با کتله های دیوریت پرفیریت ها و سیانیت پرفیری عمر میوسن ظواهر منرالیزیشنی طلا، مس و آهن ارتباط دارند (Bortsova et al., ۱۹۶۵).

ساحه متذکره اولین بار توسط ج. پی. هانگر (۱۹۵۹) مورد مطالعه قرار گرفته و موجودیت عدسیه ها و لنز های آهن نوع هماتی و سیدیریتی را در بین کاربنات های کرستالی تثبیت نموده و مقدار ذخیره آهن متذکره را ۷٫۲۸ میلیون تن تخمین نموده است.

همچنان ساحه مورد مطالعه بصورت اساسی و جامع مطالعه و بررسی نگردیده اما تنها به راپور و نقشه جیولوجیکی ۱:۲۵۰۰۰ افغانستان که توسط متخصصین اتحاد جماهیر شوروی سابق ترتیب شده بود و توسط عالم امریکای بنام لندسی (Lindsay) در سال ۲۰۰۵ با همکاری سروی جیولوجی امریکا و افغانستان دوباره ترتیب و تالیف گردیده است، خلاصه می‌شود. که عموماً ساحه را سنگ



های میتامورفیکي گنايس ها، سلاتس ها، میگماتیت، کوارتزیت، مرمر و آمفیبولیت که دارای عمر پالئوپروتروزوئیک می باشد، تشکیل داده است.

فریاد و همکاران (۲۰۱۳)، شکست پنجشیر را جز هندوکش غربی میداند که هندوکش غربی به بخش ۲۲۰ کیلومتری از کوه های مرتفع تقریباً شرقی- غربی اطلاق می گردد، و از روش های تحلیلی پتروگرافی (میکروسکوپ الکترونی روبشی) و جیوکیماوی برای دریافت ترکیب کیمیاوی منرالی احجار استفاده نمودند.

مالستانی (۲۰۲۰)، در نتیجه تحقیقات خویش در مورد احجار معدنی آهن و ذخایر آن در افغانستان به این نتیجه رسیده است که ذخایر بزرگ آهن افغانستان به امتداد شکست هریرود-پنجشیر در نزدیکی تماس بین احجار رسوبی- ولکانیکی نیوپروتروزوئیک و احجار رسوبی- ولکانیکی پالئوزوئیک پایینی در افغانستان مرکزی قرار دارند.

۳. مواد و روش تحقیق

این تحقیق در سه روش کتابخانه ای، ساحوی و لابراتواری انجام یافته که معلومات عمومی راجع به ساحه مورد مطالعه از کتاب ها، راپورهای جیولوجیکی و مقالات معتبر اخذ گردیده است. جهت تعیین مشخصات جیولوجیکی و ترکیب مادی احجار ساحه مورد مطالعه، بعد از نمونه برداری از ساحه، نمونه ها به منظور انجام تجزیه های پتروگرافیکی، XRF، سپکترومتر و جذب اتمی به لابراتوار ارسال شده است.

۴. یافته ها و نتایج تحقیق

قرار بررسی های اولیه ساحوی، محیط جیولوجیکی، اخذ (۹) عدد نمونه و تحلیل نتایج آنالیز لابراتواری نمونه ها ظهور معدنی مذکور به سیستم شکستگی های عمیق و باتولیت گرانیتوئیدی سالنگ که باعث نفوذ محلول های حاوی مواد مفیده در بین شکستگی های موجود شده، ارتباط می گیرند. نقش عمده که به کتله نفوذی مربوط می شود ارتباط به باتولیت سالنگ می تواند داشته باشد. زیرا شواهد از حضور توده های گرانیتی که اکثراً آلتزه شده، سنگهای مگماتیکی به شمول واحدهای بزالتی تغییر یافته در بخش های ساحه تحت مطالعه بخصوص نواحی شمال شرقی و دامنه های غربی قابل توجه می باشد. نفوذی های مذکور باعث شده که مایعات داغ و غنی از فلزات



و محلولات درگیر طی پروسه فرسایش به شکل اکسیدیشنی و سلفایدی در سیستم هایدروترمال در مسیر شکستگی هریرود-پنجشیر باعث تشکیل زون منرالیزیشنی فوق گردیده باشد. ذخایر که در شرایط هایدروترمالی بوجود می آید از لحاظ تاریخ و شرایط جیولوجیکی به عنوان منبع مهم مس، آهن و دیگر فلزات همراه اهمیت بسزایی دارند. امروزه، ذخایر هایدروترمالی همچنان به عنوان منبعی مهم برای فلزات شناخته می شوند و معمولاً با عملیات معدن کاری در مقیاس بزرگ همراه هستند (ادواردز و همکاران، ۱۹۹۵).

در پروسه های شکل گیری ظهور معدنی مذکور، محلول های غنی از مواد معدنی وارد سنگ میزبان شده و با آن واکنش نشان داده که سنگ متاثر شده ساحه عبارت از ترکیبات کاربناتی و شیل های سیاه رنگ میلانیت شده می باشد.

بر اساس تحقیقات اولیه جیولوجیکی که در منطقه مورد نظر در جریان ماه حمل سال ۱۴۰۴ صورت گرفته در ساحه متذکره یک زون بسیار دلچسپ و غنی از ظهور منرالیزیشنی آهن، مس، بیسموت، طلا و آنتیمون که در ساحه انکشاف نموده است، کشف گردید. منرالیزیشن که بصورت عینی در ساحه قابل تفکیک بوده و در درجه اول منرال های مس شامل (چالکوپریت، ملخیت، آزوریت و بورنیت)، منرالیزیشن آهن در ترکیب کاربنات ها مانند هایدروهما تیت، لیمونیت، جیوتیت در زون تماسی سرپنتینیت در منطقه سلفایدی همراه با شواهد از منرالیزیشن بیسموت و آنتیمون در بین شیل های سیاه رنگ میلانیت شده قابل یاد آوری می باشند. قسمت جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق ساحه، منطقه نسبتاً هموار و مسیر شکستگی عمیق هریرود-پنجشیر می باشد که بعضاً توسط ترسبات نیوجن - چهارمی پوشانیده شده است.

تشکیلات کاربناتی ساحه غالباً حاوی منرالیزیشن آهن می باشد. که با رنگ های نصواری و گاهی قهوه ای مایل به زرد به ملاحظه می رسند و تغییرات رنگی آن خود به میزان فیصدی آهن بستگی دارند. شدت آلتریشن در ساحه نیز با توجه به نوعیت سنگ متغیر بوده که این حالت در ترکیبات کاربناتی بیشتر به نظر می رسد. در قسمت خارجی زون مورد مطالعه با ظهور منرالیزیشن مس در تشکیلات کاربناتی شروع شده که بصورت مدغم با رگه های کوارتزیت، سرپنتینیت همراه با شیل های سیاه و سفید به مشاهده می رسند. این حالت به سمت داخل زون که بطرف شمال ساحه امتداد می یابد شامل ظهور سلاتس های تالکی، شیل های دارای رنگ سیاه و سفید، تالکیت ها،



آمفیبولیت‌ها، کاربنات‌های ضعیف مرمر شده با رنگ فولادی مایل به سفید، کاربنات‌های لیمونیتی و ظهور رگه‌های هماتیت در لابلایی ترکیبات کاربناتی منطقه می‌باشند. تغییرات مرتبط با تحول ناحیه‌ای، اثر پروسه‌های متاسوماتیکی محلول‌های با منشامگماتیکی کتله گرانیتی سالنگ، اثرات زون بخیه مانند شکستگی هریرود-پنجشیر به وضاحت قابل تفکیک است. نفوذ کتله‌های مگماتیکی باتولیت سالنگ در بین کاربناتهای این منطقه باعث جریان و انتشار محلول‌های داغ مملو و غنی از فلزات آهن، مس و سایر عناصر ضمنی گردیده است. تغییرات لیتولوجیکی و منرالوجیکی در سنگ کاربنات جادهنده طی یک پروسه متامورفیکی شناخته شده به عنوان متاسوماتیسم ترکیبات (Paleoproterozoic) این منطقه را شامل می‌گردد.



شکل ۱. الف: شیل‌های سیاه رنگ میلانیت شده زون منرالی سلفایدی. ب: زون منرالیزیشنی کاربناتی در مسیرهای مطالعاتی در دره جویک.

۴-۱- تثبیت زون‌های آلتریشنی در ساحه

از آنجاییکه به اساس مطالعات ساحوی گسترش وسیع را احجار متاسوماتیکی (میتامورفیکی) در ساحه دارند، بناءً راجع به انواع پروسه‌های هایدروترمالی به اساس درجه حرارت، محلولهای هایدروترمالی سه نوع میتامورفیزم ذیل را در کل بوجود می‌آورند:

➤ میتامورفیزم هایدروترمالی بلند حرارت یا هایپوترمالی: درجه حرارت محلول‌ها در حدود ۳۵۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد می‌باشد.

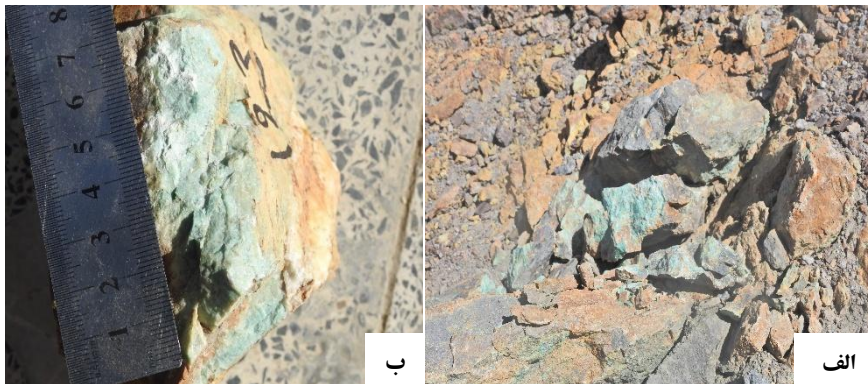
- میتامورفیزم هایدرותרمالی متوسط حرارت یا میزوترمالی: درجه حرارت محلول ها در حدود ۲۰۰-۳۵۰ درجه سانتی گراد می باشد.
 - میتامورفیزم هایدرותרمالی پائین حرارت یا اپی ترمالی: درجه حرارت محلول ها در حدود ۲۰۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد می باشد.
- محلول های هایدرותרمالی، احجار مگماتیکی مختلف را تحت تاثیر خود قرار داده و احجار میتامورفیکی مختلف از آنها به وجود می آیند (موسی زی و همکاران، ۱۴۰۲).
- هرگاه احجار ماورای قلی تحت تاثیر محلول های هایدرותרمالی پائین حرارت قرار گیرند و ترکیب محلول ها مشابه به احجار مگماتیکی مذکور باشد، در آن صورت سرپنتینیت ها به وجود می آیند. هر گاه محلول های مذکور دارای ترکیب تیزابی باشد، احجار مگماتیکی متذکره به سلاتس های تالکی (تالکیت ها) تبدیل می شوند. هرگاه محلول های مذکور غنی از SiO_2 و CO_2 باشد، در آن صورت احجار تالکی کاربناتی به وجود می آیند. منرال های کاربناتی در این صورت از مگنیزیم و آهن به وجود آمده و اکثراً از نوع برینیریت می باشد (موسی زی و همکاران، ۱۴۰۲). در منطقه مورد مطالعه احجار میتامورفیکی سرپنتینیت ها و تالکیت ها گسترش داشته، که تالکیت ها به اشکال عدسیه ای و لایه ای در سرحد بین آمفیبولیت ها و کاربنات های سرخ رنگ اخذ موقعیت نموده است. بنابراین در ساحه متذکره زون های آلتریشن ذیل وجود دارند.

۴-۱-۱- زون آلتریشنی سلیکاتی

سلیکاتی شدن یکی از متداولترین انواع آلتریشن هایدرותרمالی محسوب می‌شود که با افزایش درصد کوارس و اکساید های کوارس در سنگ همراه است (نصف زاده و همکاران، ۱۳۹۰). قابل ذکر است که سلیکاتی شدن از دو طریقه صورت می‌گیرد (۱): اضافه شدن SiO_2 به حجر، توسط محلول‌های مگمایی و یا هایدرותרمالی. (۲): افزایش میزان کوارس در سنگ به دلیل انحلال یا تجزیه منرال‌های سلیکاتی موجود در سنگ. قابلیت انحلال کوارس با افزایش درجه حرارت و فشار افزایش، و در نواحی با حرارت و فشار پائین ته نشست می‌یابد. این آلتریشن در محدوده وسیعی از حرارت رخ می‌دهد (Lagast, ۲۰۰۹). این آلتریشن به طور گسترده، با نزدیک شدن رگه‌ها و یا فضا‌های خالی مانند درزه‌ها، شکاف‌ها و شکستگی‌ها افزایش می‌یابد. بدون شک وجود فضا‌های خالی و شکستگی‌ها در محط، پیروسه سلیکاتی شدن را آسان می‌کنند. این آلتریشن در



منطقه به صورت رگه و رگچه‌ای، سلیکاتی شدن زمینه حجر و پرکننده حفره‌ها و فضا‌های خالی در پهلوی منرال‌های مس دار ظاهر می‌گردد. قابل ذکر است که سلیکاتی شدن معمولاً به تنهایی مشاهده نمی‌شود و همواره در پهلوی آن آلتریشن کاربناتی نیز قابل مشاهده است. همان طور که می‌دانیم، سلیکاتی شدن و کاربناتی شدن از متداولترین پروسه‌های هستند که در منطقه آلتریشن رخ می‌دهند.



شکل ۲ الف: موجودیت زون کوارسی بصورت رگه‌ای که حاوی منرالیزیشن ثانویه مس نیز می‌باشد، در کانتکت با زون احجار کاربناتی. ب: نمونه دستی حجر کوارسی که از زون کوارسی اخذ گردیده است.

۴-۱-۲- آلتریشن کاربناتی

با ادامه پروسه آلتریشن، کاربناتی شدن یک آلتریشن متداول برای تشکیل انواع منرال‌های کاربنات، به خصوص حضور کلسیت در ترکیب هایدروترم‌ها می‌باشد (Simmons et al., ۲۰۰۰). همان طور که در بخش‌های قبلی ذکر گردید، عملکرد شدید نیروهای تکتونیکی و فرسایش، سبب تشکیل درزها و شکاف‌های در احجار جا دهنده ساحه شده‌اند که در نتیجه هجوم محلول‌های غنی از کلسیم و آهن، به وسیله کلسیم و اکساید‌های آهن پر شده‌اند. به نظر می‌رسد که همراهی این زون با درزها و شکستگی‌ها نشان دهنده نزدیک بودن این پروسه به زون‌های شکستگی‌ها باشد که در ساحه متذکره به وفور قابل مشاهده است. این آلتریشن معمولاً زمانی رخ می‌دهد که محلول با شوری کم و غنی از CO_3^{2-} با حجر جا دهنده شان وارد تعامل گردد (Robb, ۲۰۰۴). غلظت بالای CO_3^{2-} سبب افزایش قلمرو پایداری کلسیت و کاهش نسبت $\text{aH}^+/\text{aCa}^{2+}$ می‌شود (حسین زاده و همکاران، ۱۳۸۸). از نظر منشا، کلسیت می‌تواند هم از محلول‌ها و هم از تجزیه پلاژیوکلاز و منرال‌های فرو



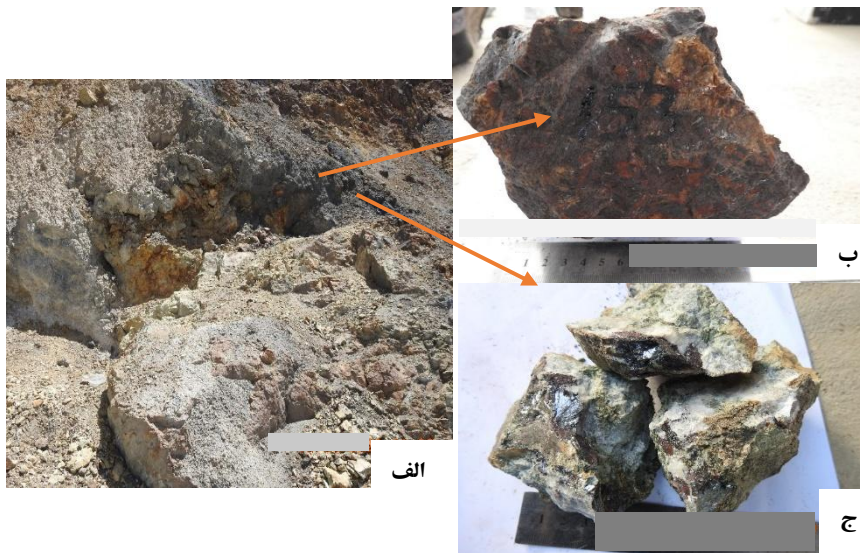
مگنیزیم (پروکسین و اوکسی هورنبلند) تشکیل شود (Simmons et al., ۲۰۰۰). همان طور که میدانیم، پلاجیوکلاز ها حاوی مقدار زیادی کلسیم هستند که در اثر بر خورد محلول های هایدروترمالی متلاشی شده و کلسیم حاصل از آنها ابتدا به صورت بای کاربنات و سپس به صورت کلسیت در حفرات و شکاف ها ته نشست می شود. (Szeliga and Michalik, ۲۰۰۳). معتقدند که کاربناتی شدن پلاجیوکلاز، به خصوص در بخش مرکزی آن معمولاً در محدوده حرارت پائین صورت می گیرد. قابل ذکر است که این منرال در حرارت های متفاوت کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد و در شرایط pH خنثی تا قلوی پایدار است (White and Hedenquist, ۱۹۹۵). هم چنین کلسیت به سبب مخلوطات با اکساید های آهن (هماتیت و لیمونیت)، به رنگ زرد متمایل به نارنجی یا قهوه ای روشن ظاهر می گردد. همچنان دولومیتی شدن نیز آلتریشن رایج در حرارت پائین تا متوسط در سنگ های چونه است. منرال های مهم این زون را دولومیت، سرسیت و کوارس تشکیل می دهند. این آلتریشن در اثر اضافه شدن مگنیزیم به سنگ هایی چونه و یا اضافه شدن CO_2 به سنگ های سلیکاتی تشکیل می شود. این آلتریشن در ساحه با وجود دولومیت و کلسیت قابل مشاهده است.

۳-۱-۴- اکساید های آهن (هماتیتی شدن و لیمونیتی شدن)

اغلب واحد های لیتولوژیکی منطقه، از جمله احجار جا دهنده دارای رنگ های زرد خشتی متمایل به نارنجی و سرخ متمایل به قهوه ای می باشد، که دلیل آن حضور اکساید ها و هایدرواکساید آهن از جمله: ههماتیت، جیوتیت و لیمونیت است. محلول های هایدروترمالی بر روی منرال های فرو مگنیزیم و همچنان سلفور های آهن دار مثل پیریت و چالکوپریت تاثیر گذاشته و آهن موجود در آنها آزاد و در یک محیط اکسیدیشنی بصورت آهن فریک و اکساید و هایدرواکساید آهن، در داخل درز و شکاف ها و شکستگی ها و فضا های بین دانه ای در کاربنات ها ته نشست شده است.



شکل ۳. الف: موجودیت زون های آلتريشنی کاربناتی به رنگ سرخ قهوه ای نما. ب: نمونه دستی از حجر کاربناتی منطقه مورد مطالعه.



شکل ۴. الف: موجودیت اکساید آهن (هماتیت) و هایدرواکساید آهن (جیوتیت) در ساحه تحت مطالعه. ب: نمونه دستی جیوتیت و هماتیت به شکل کرسثلی در حفره ها. ج: موجودیت اسپیکولاریت در کانتکت احجار آمفیبول ها با کاربنات های آهنی.



جدول ۱. نتایج لابرتواری نمونه ها با اساس تجزیه (XRF)

N ^۲	کمیت اکسایدی عناصر به فیصد								
	Fe _۲ O _۳	SiO _۲	Al _۲ O _۳	CaO	K _۲ O	MgO	TiO _۲	CuO	NiO
	۳۲,۵۳	۴۲,۶ ۷	۲۶,۶۶	۲,۲	۱,۳	۸,۹	۰,۲	۲۷,۵۱ ۶	۰,۲۵۵
	کمیت عناصر به PPm								
	V	Ni	Cu	As	Ag	Sb	Bi	Cd	
	۱۱۲	۲۰۱۰	۲۲۰۱۳ ۱	۱۳۷۶ ۳	۱۵۰۳	۷۶۵۵	۱۰۶۴	۷۳	
N ^۵	کمیت اکسایدی عناصر به فیصد								
	Fe _۲ O _۳	SiO _۲	Al _۲ O _۳	CaO	K _۲ O	MgO	TiO _۲	CuO	NiO
	۶۳,۹	۷,۱۱	۳,۷	۷,۳۵۷	۰,۳۰۹ ۳	۴,۳	۰	۰,۰۷۲ ۳	۰,۰۷۶ ۱
	کمیت عناصر به PPm								
	V	Ni	Cu	As	Ag	Sb	Bi	Cd	
	۲۱۶	۵۹۹	۵۷۸	۳۸۴	۰	۰	۰	۰	
N ^۷	کمیت اکسایدی عناصر به فیصد								
	Fe _۲ O _۳	SiO _۲	Al _۲ O _۳	CaO	K _۲ O	MgO	TiO _۲	CuO	NiO
	۱۷,۶۴	۳۷,۶ ۵	۱۱,۸۱	۰,۷۸۹	۳,۱۳۴	۴,۹۳ ۸	۰,۸۶ ۷	۲,۴۷	۰,۲۴
	کمیت عناصر به PPm								
	V	Ni	Cu	As	Ag	Sb	Bi	Cd	
	۱۸۰	۱۹۳۰	۱۹۷۶۱	۵۳۷۹	۰	۱۰۸۵	۳۱۲	۰	

XRF-XL ۳۱-۸۳۹۴۹

نمبر ساجوی نمونه



جدول ۲. نتایج لابراتواری نمونه ها به اساس تجزیه سپکترومتري

نمبر نمونه	کمیت عناصر به %							
	Fe	Mn	Cd	Sb	Ni	Cu	As	Au
N۴	۳۷,۴۱	۰,۹	۰,۰۲۲۶	۷,۱۳	۰,۲۵۷	۲۲,۲۱	۲,۰۱	۰,۰۱۱۱
	Ag	W	Bi	Se	Rb	Cs	Te	
	۰,۲۲۸	۰,۰۳۵	۱۲,۴۶	۰,۰۲۷۳	۰,۰۲۶	۰,۰۲۱۹	۰,۰۲۶	
کمیت اکسایدی عناصر به فیصد								
N۹	Na۲O	MgO	Al۲O۳	SiO۲	SO۳	CaO	MnO	
	۴,۶۸	۲,۳۲	۱,۲	۵,۷۶	۲۰,۸۳	۲,۶۲	۱,۱۷	
	Fe۲O۳	NiO	CuO	As۲O۳	Rb۲O	Sb۲O۵	WO۳	
	۵۳,۴۹	۰,۳۲	۲۷,۸	۲,۶۵	۰,۰۲۸	۹,۴۷	۰,۰۴۵	
	کمیت عناصر به %							
	Fe	Mn	Cd	Sb	Ni	Cu	As	Au
	۵,۶۲	۰,۰۹	۰	۰,۰۴	۰,۰۲	۰,۰۹	۰,۰۳	۰
	Ag	W	Bi	Se	Rb	Cs	Te	
	۰,۰۰۶۸	۰	۰,۰۶۳	۰	۰,۰۰۳	۰	۰,۰۱۷	
کمیت اکسایدی عناصر به فیصد								
	Na۲O	MgO	Al۲O۳	SiO۲	SO۳	CaO	MnO	
	۰	۰,۲۳	۳,۱۸	۵۹,۶۷	۰,۵۹	۰,۱۶	۰,۱۲	
	Fe۲O۳	NiO	CuO	As۲O۳	Rb۲O	Sb۲O۵	WO۳	
	۸,۰۴۲	۰,۰۳۱۴	۰,۱۱۹	۰,۰۴۹	۰,۰۰۳۵	۰,۰۵۶	۰	

تجزیه سپکترومتري



۵. بحث و مناقشه

با در نظر داشت نمونه های اخذ شده، و تجزیه ای آنها ساحه متذکره از نظر ترکیب لیتولوژیکی بسیار متنوع و مغلق می باشد. همچنان تشکیل و تحول زون منرالیزیشن مس را در ساحه در دو مرحله هایپوجنی (اندوجنی) و اکزوجنی در نظر گرفت، منطقه بندی یا زونال بندی منرالیزیشنی از عمق به سطح در یک ذخیره معدنی، از خصوصیات مهمی است که تا اندازه ای می تواند به تفسیر و تحلیل تکامل محلول یا محلول های معدن دار در هنگام صعود کمک نماید. در خصوص ظهور معدنی ساحه دشت گوهر خان و قول بهلول می توان به آن اشاره نمود، نقش سترکچرها و شکستگی ها به عنوان عامل اصلی کنترل کننده در نقل و انتقال محلول های معدنی می باشد. مطالعات و اندازه گیری های ساحوی صورت گرفته در ساحه، نشان می دهد که بخش اعظم افق های منرالیزیشنی در اثر شستشوی عناصر از سنگ های جادهنده و نفوذ محلول های هایدروترمالی در فضا های خالی مانند شکستگی ها، درز و شکاف ها و همچنان فضا های خالی بین دانه ای به صورت رگه و رگچه ای و پر کننده حفره ها و فضا های خالی رخ داده است. منرال های سلفایدی پیریت به عنوان مهمترین فازهای منرالیزیشنی منرال های اولیه موجود در مقاطع مورد مطالعه در ساحه به شمار می روند که تحت تاثیر محلول های معدنی اکسیدیشنی غنی از مس به کالکوزین، کوولیت، ملخیت و کریزوکولا تبدیل شده اند. در همین مرحله اکساید و هایدرواکساید های آهن و مس (هماتیت، جیویت، کوپریت و لیمونیت) نیز شکل گرفته اند. منرالیزیشن در ساحه به دلیل فرسایش سطحی سلفاید های مس که در سطح ظاهر گردیده، بیشتر به صورت منرال های ملخیت و کریزوکولا به شکل شبکه های نامنظم رگه- رگچه ای و پرکننده فضا های خالی گسترش یافته است. کلسیت و کوارتز مهمترین منرال های باطله در منطقه محسوب می شوند و به طور گسترده و همزمان با منرال های سلفایدی مس به صورت اولیه و هم در داخل شکستگی ها به صورت ثانویه تشکیل شده اند. مقدار سیلیکان Si در زون معدنی پولی متالی ۲،۶۹٪، و در زون آلتریشنی سیلیکاتی ۲۷،۸۹٪ تثبیت گردیده است. مقدار آهن Fe در زون سلفایدی پولی متالی ۳۷،۱٪ و در زون آلتریشنی سیلیکاتی ۵،۶۲٪ می باشد. مقدار مس در زون منرالیزیشنی سلفایدی ۲۲،۲۱٪ و در نمونه زون آلتریشنی سیلیکاتی مقدار آن ۰،۰۹۵٪ می باشد. مقدار عنصر بیسموت Bi در نمونه



زون سلفاییدی پولی متالی ۱۲,۴۶٪، و در نمونه که از زون آلتریشنی سلیکاتی اخذ گردیده ۰,۰۶۳٪ را نشان داده است. مقدار عنصر آنتیمون Sb در نمونه که از زون سلفاییدی پولی متالی اخذ گردیده ۷,۱۳٪ و در نمونه که از زون آلتریشنی سلیکاتی اخذ گردیده ۰,۰۴۲٪ را نشان داده است. مقدار طلا و نقره در نمونه که از زون پولی متالی اخذ گردیده به ترتیب ۰,۰۱۱۱٪ و ۰,۲۲۸٪ تثبیت گردیده است. مقدار سایر عناصر در نمونه زون سلفاییدی شامل (Cd, As, Se, Ni, W, Cs, Rb, Te, Mn) به ترتیب (۰,۰۲۲۶, ۲,۱, ۰,۰۲۷۳, ۰,۲۵۷, ۰,۰۳۵, ۰,۰۲۱۹) دارای فیصدی‌های بلند از کلارک خود در زون منرالیزیشنی تثبیت گردیده است. بنا گفته می‌توانیم ساحه متذکره یک ساحه غنی از زون منرالیزیشنی پولی متالی بوده که در آن بر علاوه عناصر آهن و مس فیصدی‌های قابل ملاحظه‌ای از عناصر فوق الذکر نیز می‌باشد.

۶. نتیجه گیری

در نتیجه تحقیق و مطالعات جیولوجیکی صورت گرفته در این ساحه، به این نتیجه می‌رسیم که سنگ‌های معدنی آهن به شکل اکساید آهن و هایدرواکساید آهن گسترش دارد. سنگ‌های معدنی مس به شکل منرال‌های ثانویه (کولیت، ملخیت، آزوریت و کریزوکولا) در سطح ظاهری زمین گسترش بیشتر دارند. اما منرال‌های سلفاییدی مس شامل چالکوپریت و بورنیت نیز در ساحه به همراهی سایر فلزات که در ترکیب خود دارد، نیز وجود دارند. احجار مجاور و جاده‌نده سنگ‌های معدنی در کل شیل‌های سیاه رنگ میلانیت شده، احجار کاربناتی، سرپنتینیت‌ها و آمفیبولیت‌ها می‌باشد. این ساحه در مسیر شکست عمیق هریرود-پنجشیر قرار گرفته است، از این رو توسط حرکات تکتونیکی شدیداً متأثر گردیده است، که دارای ساختار مغلق جیولوجیکی می‌باشد.

ساحه متذکره یک زون غنی از منرالیزیشن پولی متالی بوده که بر علاوه آهن که به شکل اکسایدی تا ۶۳ فیصد و مس تا به ۲۲ فیصد بوده، سایر فلزات شامل (Bi, Sb, Ag, Au, Cd, As, Cs, Rb, Te, Se...) نیز به فیصدی‌های بلند وجود دارند. از جمله بیسموت با فیصدی بیشتر از ۱۲٪ و آنتیمونی بیش از ۷٪ و از نظر داشتن عناصر ضمنی فوق یک ساحه دارای دورنمای خوب به شمار می‌رود.



منرالیزیشن معدنی به شکل رګه‌ای در بین احجار جاده‌نده خود در بین شکستگی‌ها در اثر نفوذ محلول‌های معدن دار، تشکیل گردیده است. پس گفته می‌توانیم که منرالیزیشن ساحه متذکره به شکل هایدروترمالی تشکیل گردیده است.

تجزیه‌های لابراتواری صورت گرفته توسط دستگاه XRF و سپکترومتر قناعت بخش نبوده برای دریافت دقیق کمیت عناصر در سنگ معدنی تجزیه‌های توسط دستگاه‌های ICP-MS، ICP-OES و Fire Assay بهترین نتیجه را خواهند داشت، پیشنهاد می‌گردد.

برای مطالعه زون‌های آلتریشنی تجزیه‌های منرالوجیکی توسط دستگاه XRD و ساختن ان شلایف برای مطالعه متالوگرافی موثریت بیشتر خواهند داشت.

۷. منابع

- ادواردز، ر. و آتکینسون، ک. (۱۹۹۵). زمین‌شناسی کانسارها، مترجمین مر، ف. نکووقت تک، م. ع. (۱۳۷۷). انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز، ایران.
- بحر کاظمی، سهیل (۱۴۰۳). عنصر آهن، مس و کاربرد های آن، مجله فرادرس، تهران.
- حسین زاده، ق. کلاگری، غ. ا. موید، م. حاج علیلو، ب. و موذن، م. (۱۳۸۸). بررسی دگرسانی و کانی‌سازی مس پورفیری در منطقه سوناجیل، فصل‌نامه علوم زمین، دوره ۱۹، شماره ۷۴.
- ستاروستین، و. ای. و ایگناتوف، الف. (۱۹۹۷). جیولوجی مواد مفیده، مترجم: سهاک، ن. (۱۳۹۱). پوهنتون پولی تخنیک کابل، مطبعه همدرد جلال آباد.
- سهاک، ن. (۱۳۹۱). علم‌المعادن فلزی، پوهنتون پولیتخنیک کابل، انتشارات نوی مستقبل.
- موسی زی، ا. م. و همکاران (۱۴۰۲). اساسات پتروگرافی، پوهنتون پولی تخنیک کابل، انتشارات مستقبل.
- نجف زاده، ع. ر. مبرهن، ش. خ. و احمدیان، ج. (۱۳۹۰). زمین‌شناسی اقتصادی، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- Akhmedzyanov F.U., Barash B.I., Didura V.I. (۱۹۷۰), *An explanatory note to the sketch geologo-structural map of the Sangcharak area*. Mazare-Sharif. DOG.
- Chmyriov V.M., Azimi N. (۱۹۷۷), *The genetic types and ore formations of copper deposits of Afghanistan*. These reports. In: Bulletin of the V-th Scientific Conference held in KU and KPI. Kabul.
- Chmyriov V.M., Azimi N. (۱۹۷۷), *The geology and genesis of copper deposits of the Kabul District*. These reports. - In: Bulletin of the V-th Scientific Conference held in KU and KPI. Kabul.



- Chmyriov V.M., Stazhilo-Alekseev K.F., Mirzad S.H., Dronov V.I., Kazikhani A.R., Salah A.S and et al. (۱۹۷۲), Mineral Resources of Afghanistan: An explanatory note to the Map of Mineral Deposits and occurrences of Afghanistan, scale ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰. Kabul, DGMS.
- Faryad, Sh.W. et al., (۲۰۱۳), Magmatism and metamorphism linked to the accretion of continental blocks south of the Hindu Kush, Afghanistan. *Lithos* ۲۹۷۳.
- doi: ۱۰.۱۰۱۶/j.lithos.۲۰۱۳.۰۴.۰۱۶.
- Malistani, H. A. (۲۰۲۰). Iron and Iron ore deposits of Afghanistan.
- www. Ijrar.org, International Journal of Research and Analytical Review ۷(۴), ۱۳۲-۱۴۵.
- Momji, G.S. & Cgaikin, S.I. (۱۹۶۰). *Iron Ore of Afghanistan*, Technoexport U.S.S.R., Moscow, report No ۳۲۸.
- Perfilov Yu.S., Bortsova A.V., Veselov V.Y., Yelyanov A.A., Moraliyov V.M., Leven E.Ya et al., (۱۹۷۳), *The geology and mineral deposits* of the Middle East. M., Nedra.
- Robb L. (۲۰۰۴) "Introduction to ore forming processes" Blackwell, Oxford.
- Szeliga W. and Michalik, M. (۲۰۰۳) "Contact metamorphism and hydrothermal alterations around andesite intrusion of the Jarmuta hill, Pieniny (Poland)" *Mineralia Slovaca*, ۳۵, pp ۲۱-۳۵.



Study of the Geological Characteristics and Formation Conditions of the Polymetallic (Fe–Cu–Au) Mineral Occurrence in Jabal-u-Saraj District, Parwan Province, Afghanistan.

Abdullah Zahidi^{1,2}, Teaching Assistant Mohammad Reaz Hussaini[†]

¹ M.Sc. Student, Department of Geological Engineering and Mines Exploration, Kabul Polytechnic University, Kabul, Afghanistan.

² Master Trainer of Geology and Mines Exploration, Institute of Mines, Ministry of Mines and Petroleum, Kabul, Afghanistan.

[†] Department of Geological Engineering and Exploration of Mines, Kabul Polytechnic University, Kabul, Afghanistan.

Email: temorabdullah@yahoo.com

Abstract

First and foremost, praise is due to God, whose supreme eminence surpasses human expression, and “whose blessings defy enumeration.”

This study examines the geological setting, structural controls, and geochemical characteristics of the mineral occurrence in the Jabal-ul-Siraj District of Parwan Province, situated 45 km north of Kabul. The occurrence lies along the Harirod–Panjshir deep fault on the southern flank of the Salang batholith within the Central Parapamis tectonic zone (western Hindu Kush). The primary objective is to determine the relationship between the lithological units, their structural deformation, and the Cu–Fe ± Au mineralization observed in the area.

The lithological assemblage includes mylonitized black shales, oxidized carbonates, dolomites, small granitic intrusions, serpentinites, altered mafic units such as amphibolite, and gabbroic dikes. These rock units were formed across several major geological periods, ranging from the Proterozoic to the Ordovician, Lower Carboniferous, and Lower Triassic. Mineralization is manifested as hydrothermal veins hosted mainly within fractured shales, carbonates, and serpentinites. Local fracture networks, generated by the regional Harirod–Panjshir deep fault system, provided effective conduits for the migration of hydrothermal fluids and played a critical role in controlling ore deposition.

Geochemical data indicate that, in addition to copper and iron, several trace elements, including Ag, Bi, Sb, Au, Cd, Te, Cs, and As, display strong positive correlations with copper. These associations align with typical signatures of sulfide-zone mineralization and suggest the involvement of hydrothermal processes with polymetallic enrichment. Overall, the mineral occurrence in the study area is best classified as a polymetallic hydrothermal vein-type deposit, enriched primarily in Fe, Cu, Au, and Bi, and structurally controlled by the Harirod–Panjshir fault system.

Keywords: Polymetallic, Sulfide Zone, Harirod–Panjshir fault, Qol-e-Bahlol, Hydrothermal.

مطالعه و بررسی تشکیلات رسوبی جناح غربی ساحه بند امیر ولایت بامیان به

اساس فوسیل‌های دوکفه‌ای

پوهنمل محمدحسین بهزاد^۱، پوهنیار محمدحنیف رحیمی^۲، پوهنمل سیدعدنان موسوی^۳
۲۰۱. دیپارتمنت انجینیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون تخنیکي غزني.
۳. دیپارتمنت علوم طبیعی، پوهنتون تخنیکي غزني.
ایمیل آدرس مسئول: hbehzad@teug.edu.af

خلاصه

این تحقیق تحت عنوان مطالعه و بررسی تشکیلات رسوبی جناح غربی ساحه بند امیر ولایت بامیان بر اساس فسیل‌های دوکفه‌ای انجام شده است. منطقه مورد مطالعه در مربوطات ولسوالی یکاولنگ و در فاصله ۷۵ کیلومتری غرب مرکز بامیان قرار دارد. هدف اصلی تحقیق تعیین عمر نسبی طبقات رسوبی، شناخت شرایط جغرافیایی-فیزیکی محیط گذشته و چگونگی تشکیل رسوبات در این ساحه است. انجام این تحقیق از روش تلفیقی (کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری) استفاده شده، در ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و گزارش‌های پیشین مرور شده، سپس نمونه‌برداری فوسیل‌ها و بررسی موقعیت لایه‌های رسوبی در ساحه انجام و در نهایت، نمونه‌ها در لابراتوار شناسایی گردیده که در آن فوسیل‌های مختلف از دوکفه‌ای‌ها شامل جنس‌های گریفا، نیدیا، اویکولوپکتین، پکتین و ایناسیراموس تشخیص شده است. حضور فوسیل‌های شاخص از گروه دوکفه‌ای‌ها نظیر بیانگر زون لیترال تا نیریتی در شرایط گرم تا معتدل می‌باشد. بر اساس فوسیل‌ها، عمر طبقات احجار جاده‌نده به دوره‌های کمپنین-ماستریختین نسبت داده شده است. نویسندگان تاکید بر ضرورت مطالعات دقیق‌تر در حوزه پالیواکولوژی، بیوستراتیگرافی منطقه‌ای و مقایسه تطبیقی فوسیل‌ها با نمونه‌های بین‌المللی دارد. شناخت شرایط تشکیل رسوبات این منطقه می‌تواند در اکتشاف ذخایر معدنی فلزی و غیر فلزی مخصوصاً کاربنات‌ها و تراورتن مؤثر واقع گردد. در نتیجه فوسیل‌های دوکفه‌ای، به‌عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده عمر طبقات، نقش برجسته‌ای در مطالعات زمین‌شناسی و جیولوجی تاریخی حوزه مرکزی افغانستان دارند و این تحقیق اساس برای مطالعات گسترده‌تر در ساحات مجاور را فراهم ساخته است.

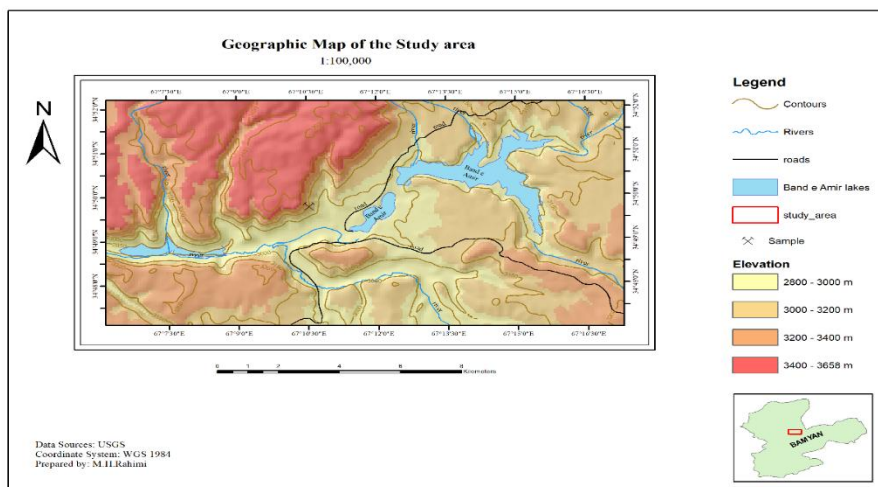
کلمات کلیدی: بیوستراتیگرافی، دوکفه‌یی‌ها، شرایط جغرافیایی، فوسیل و کامپانین.

۱. مقدمه

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَيَّ أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ
سَيِّدِنَا مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِهِ وَاصْحَابِهِ أَجْمَعِينَ و اما بعد:

این مقاله علمی- تحقیقی تحت عنوان مطالعه و بررسی تشکیلات رسوبی جناح غربی ساحه بند امیر ولایت بامیان به اساس فوسیل‌های دوکفه‌ای به رشته تحریر آمده است که از اهمیت علمی و عملی برخوردار می‌باشد (شکل ۱). این ساحه مربوط ولسوالی یکاولنگ ولایت بامیان بوده که به فاصله (۷۵) کیلومتر در غرب مرکز بامیان قرار گرفته است.

در ساحه بند امیر ولایت بامیان شش بند طبیعی وجود دارد که از ساحه‌ی به نام کپروک سرچشمه می‌گیرد و منابع اصلی آب بندها برف است. آب بندها توسط ترسبات کاربناتی (تراوریتین) متوقف می‌شوند (Arian, ۲۰۲۰).



شکل ۱. نقشه جغرافیایی ساحه بند امیر ولایت بامیان

ساحه رسوبی بند امیر ولایت بامیان که در خود تعداد مختلف از فوسیل‌ها را جاداده که این فوسیل‌ها جهت تعیین عمر، پالئوایکولوجی و تفحص و اکتشاف معادن اهمیت داشته و تعیین عمر نسبی طبقات و شرایط جغرافیایی- فزیکي محیط در گذشته هدف این تحقیق را تشکیل می‌دهد.

افغانستان مانند سایر کشورها بسیاری از رویدادهای جیولوجیکی را در تاریخ زمین در تمام جنبه‌های آن تجربه کرده است. این حوادث شامل مگماتیزم، تکتونیک، پروسه‌های طبیعی، تغییرات اقلیم، انقراض و ظهور موجودات زنده (از آن جمله حیوانات بحری که در بحیره تیتس جدید زندگی می‌کردند) می‌باشد. چون اکثر ساحات افغانستان فاقد پوشش نباتی می‌باشند از این رو نشانه‌ها و



شواهدی که از رویدادهای جیولوجیکي به جا مانده به وضاحت قابل تشخیص می باشد. این موضوع باعث شده تا افغانستان برای تحقیقات جیولوجیکي (به خصوص مسایل مربوط تاریخ زمین) مورد توجه جیولوجستان داخلی و خارجی قرار گیرد.

بسیاری از تحقیقات انجام شده در بخش های مختلف جیولوجی افغانستان توسط متخصصین کشورهای بیرونی صورت گرفته اما در دسترس دانشجویان رشته های جیولوجی کشور قرار نگرفته و حتی بسیاری از این گزارش ها محرم باقی مانده است. از طرف دیگر در بسیاری از بخش های جیولوجی، تحقیقات یا اصلاً انجام نشده یا بسیار اندک بوده که در بخش های متذکره مدارک مفصل وجود ندارد. محقی (۱۳۹۸) راجع به بیوستراتیگرافی شمال شرق امتداد جهیل های ساحه بند امیر ولایت بامیان موسوم به کپروک بر اساس فوسیل های اکتینودرماتا تحقیق انجام نموده است. آراین (۲۰۲۰) راجع به تعیین عمر طبقات رسوبی ساحه بند امیر ولایت بامیان کارهای تحقیقی انجام داده است.

در مجموع راجع به بیوستراتیگرافی در ساحات مرکزی افغانستان مطالعات اندک بوده و لازم است تا مطالعات دقیق تر صورت گیرد. شرایط تشکیل احجار انعکاس دهنده جیولوجی و اقلیم ساحه در گذشته بوده که ما می توانیم به کمک مطالعه انواع فوسیل های که از ساحه جمع آوری کرده ایم و به اساس چگونگی زیست و سایر مشخصات آن ها قادر به درک مسایل از قبیل شرایط تشکیل احجار، شرایط تکتونیکي و اقلیمی ساحه، تشخیص و چگونگی بوجود آمدن وقفه ها و ناموافقت ها، ستراتیگرافی و زمان تشکیل ترسبات ساحه بند امیر ولایت بامیان و ساحات هم جوار آن دست یابیم.

۲. پیشینه تحقیق

مطالعه فوسیل ها از بخش های اساسی علوم جیولوجیکي - پالیونتالوجیکي به شمار می رود که متأسفانه تا هنوز مطالعات در این زمینه کم تر صورت گرفته است. هر گونه پروژه ها و امورات جیولوجیکي بدون مطالعه بیوستراتیگرافی، شرایط تشکیل و عمر طبقات ناتکمیل جلوه می کند و بخش از علوم جیولوجیکي که این موضوعات را مطالعه می کند شامل جیوکرونولوجی، ستراتیگرافی و پالیونتالوجی می باشد. فنکوره های که در تعیین شرایط تشکیل و عمر طبقات رول عمده را دارد موجودیت مواد رادیواکتیف، موجودیت فوسیل ها در بین طبقات و علایم پروسه های مختلف در سطح طبقات، ترکیب لیتولوجیکي و دانه داریت، سورت بندی رسوبات، ریپل مارک، تاکیرها، ساختارهای موجی، ساختمان های صحن و سقف طبقات و غیره می باشد. فوسیل ها معمولاً در احجار راسبه یافت شده و عبارت از اسکلیت حیوانات، چاپ برگ نباتات، قشر حیوانات، چاپ قشر حیوانات و نباتات، آثار فعالیت های موجودات زنده و غیره می باشد، که به کمک فوسیل های



حیوانات و نباتات عمر طبقات، شرایط اقلیمی، محیط، شرایط ترسب، مورفولوجی قدیمه و غیره موارد تعیین شده می‌تواند (بهراد، ۱۴۴۵).

جورج کیوری دانشمند فرانسوی می‌گوید: طبقات که فوسیل‌های مختلف دارند، عمرشان نیز از هم فرق دارد. یعنی اگر در یک طبقه یک نوع فوسیل و در طبقه دومی نوع فوسیل دیگر یافت شود، طبقات مذکور دارای عمر متفاوت اند. اکثریت فوسیل‌های که امروزه یافت می‌شوند مربوط محیط بحری می‌باشند. فوسیل‌ها بقایا یا آثار فعالیت‌های موجودات زنده اند که به کمک پروسه‌های طبیعی در قشر زمین حفظ شده‌اند. فوسیل‌ها به شکل باقی‌مانده اجسام موجودات زنده (مانند استخوان حیوانات، پکه‌های محافظتی آن‌ها و غیره) یافت می‌شوند. آثار فعالیت‌های موجودات زنده مانند مسیرهای حرکت، چاپ پاها و غیره نیز منحنیث فوسیل محسوب شده و به نام اثر فوسیل یاد می‌شوند. اکثراً قسمت‌های سخت اجسام زنده که بدون تغییر حفظ می‌شوند منحنیث فوسیل شناخته شده‌اند. بعضاً قسمت‌های نرم آن‌ها نیز به کمک پروسه‌ها و فکتورهای گوناگون (یخ‌زدن، خشک شدن، قرار گرفتن در بین گند درخت، قیر، زغال‌سنگ و غیره) حفظ شده و منحنیث فوسیل شناخته می‌شوند (امینی و همکاران، ۱۳۹۹).

احجار راسبه بر علاوه این که مکان خوبی جهت حفظ اسکلیت موجودات حیه به عنوان فوسیل بوده، بلکه از جمله ساحات خوب برای تجمع مواد مفیده‌ی معدنی به شمار می‌رود. مواد مفیده که در حال حاضر از احجار راسبه استخراج می‌گردند دارای مقدار بسیار زیاد بوده ۷۵-۸۰٪ مجموع ارزش را تشکیل می‌دهند که از فروش تمام محصولات استخراج شده از عمق زمین به دست می‌آید. تقریباً تمام مواد محروقاتی (نفت، گاز، زغال‌سنگ، احجار ورقه‌ای محروقاتی) در بین احجار راسبه قرار داشته، بر علاوه از آنها فلزات سیاه مانند آهن، منگان به مقدار زیاد استحصال می‌شود (موسی‌زی و همکاران، ۱۳۹۶).

فلاسفه قدیم یونان و روم اولین افرادی بودند که در مورد فوسیل و فوسیل‌شناسی اظهار نظر کرده و سعی نمودند تیوری‌های ارایه نمایند. آنکسیماندر شش قرن قبل از میلاد عقیده داشت که زمین در اثر تغییراتی به حالت کنونی در آمده، البته عقاید او متکی به اطلاعات فوسیل‌شناسی و زمین‌شناسی بوده است (محقق، ۱۳۹۹).

مطالعه فوسیل‌ها نیاز به روش مخصوص جهت نمونه برداری و جمع‌آوری آن‌ها داشته و نسبت فراوانی آن‌ها در نمونه سنگ و هم‌چنین چگونگی انتشار آن‌ها، نوعیت محیط بیولوژیکی آن‌ها را مشخص می‌سازد. جستجو و مطالعه در باره فوسیل‌ها لازمه علم پالیونتالوجی می‌باشد. از عناصر



پالیونتالوجیکي مانند اسپورها^۱، پولن^۲، آکریتارش^۳، کتینوزوا^۴ و داینوفلاژله^۵ به عنوان میکروفوسیل‌های شاخص در جیوکرئونولوجی نسبی رسوبات و مقایسه و انطباق لایه‌ها حتی در مقیاس بین قاره استفاده می‌شود (محقق، ۱۳۹۹).

مهم‌ترین مطالعات جیولوجیکي در افغانستان از سال ۱۹۷۰ به بعد شروع می‌گردد. مثلاً ترتیب دادن نقشه جیولوجیکي سرتاسر افغانستان به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ و نقشه تکتونیکي آن به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نشان دهنده آن است که افغانستان در سال‌های اخیر از لحاظ جیولوجیکي کم‌وبیش مورد مطالعه قرار گرفته است. از سال ۱۹۷۶ تا اوایل دهه ۸۰ گزارش‌ها و مطالعات قبلی به صورت کتاب‌ها و مقالات متعدد منتشر و به چاپ رسید که می‌توان از اثر چاپ شده سال ۱۹۷۶ و ۱۰ سلاوین تحت عنوان تکتونیک افغانستان، اثر منتشر شده سال ۱۹۸۰ ولفارد^۶ و ویتیکند^۷ تحت نام جیولوجی افغانستان و اثر منتشره سال ۱۹۸۰ تیم مشترک روس و افغان تحت عنوان جیولوجی و مواد معدنی افغانستان نام برد (محمدي، ۱۳۹۹).

مطالعات زغال‌سنگ در افغانستان بعد از ایجاد سروی جیولوجی در چوکات وزارت معادن و پترولیم شروع گردید و با همکاری هیئت از کشور آلمان برای بار اول در طول سال‌های ۱۹۵۹ الی ۱۹۶۳ میلادی امور تحقیقات نقشه‌برداری جیولوجیکي و برمه‌کاری در نواحی پلخمري انجام شده و نقشه جیولوجیکي نواحی پلخمري به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه گردید (محقق، ۱۳۹۹).

راجع به احجار رسوبي مخصوصاً فوسیل‌شناسی در افغانستان کار بسیار اندک و ناچیز صورت گرفته است. نخستین مطالعات که در ساحات مرکزی افغانستان (منطقه سرخ بوم: منطقه بین ولسوالی یکاولنگ ولایت بامیان و ولسوالی لعل و سرچنگل ولایت غور قرار دارد) انجام شده می‌توان به تحقیقات ولفارد در سال ۱۹۷۴ میلادی اشاره نمود، بر علاوه تریلوبیت‌ها و براخیوپودهای این منطقه توسط عبدالله و کمپروف در سال ۲۰۰۸ گزارش شده است (محقق، ۱۳۹۹).

طوری‌که می‌دانیم بند امیر یک منطقه رسوبي است که عمر احجار آن با دوره تباشیر مطابقت می‌کند. نظر به مطالعات جیولوجیکي، این ساحه زمانی توسط بحیره تیتس پوشانیده شده بود و نظر به موجودیت آن انواع فوسیل‌های موجودات زنده بحری مانند براخیوپودها، گستروپودها، کورال‌ها، امونوئیدیا، دوکفه‌یی‌ها و کرینوتیدها در لابلائی طبقات آن وجود دارد. لایه‌های بالایی این ساحه کاملاً فرسایش یافته است و فوسیل قابل توجه در آن یافت نشده است. اما لایه دوم

^۱ - Spore

^۲ - Pollen

^۳ - Acritarchs

^۴ - Chitinozoa

^۵ - Dinoflagellate

^۶ - Wallfard

^۷ - Withikend



فوسیل های بیشتر را در خود جا داده است که کار بیشتری را لازم دارد. لایه سوم جانوران مختلفی را در خود جا داده است و بیشتر فوسیل های موجود در این لایه را می توان به عنوان فوسیل های شاخص استفاده کرد. به عنوان مثال ایناسیراموس^۸ از جمله دوکفه بی های است که در این لایه به مشاهده می رسد. ایناسیراموس این پتانسیل را دارد که به عنوان فوسیل شاخص مورد استفاده قرار گیرد. فوسیل های کنیداریا در لایه سوم دلالت بر این دارند که این لایه در شرایط محیط بحری لیترالی- استوایی و نیمه استوایی تشکیل شده است (Arian, ۲۰۲۰).

۳. میتود و مواد تحقیق

برای تکمیل این اثر تحقیقی از روش مختلط یا تلفیقی که این روش شامل روش تحقیقات کتابخانه ای، ساحوی و لابراتواری می شود و به گونه اعظمی استفاده صورت گرفته است.

۳-۱- روش تحقیقات کتابخانه ای

در این میتود روی اطلاعات، گزارشات، کتاب ها و راپورهای که در رابطه به موضوع بحث شده تاکید صورت گرفته و به کمک آن ها در رابطه به عمر طبقات، شرایط تشکیل ترسبات ساحه بند امیر، اقلیم در گذشته، چگونگی به وجود آمدن آن، ساختمان جیولوجیکی منطقه، انواع فوسیل های بدست آمده، تکنیک ساحه مورد مطالعه و دیگر خصوصیات آن ها پرداخته می شود.

۳-۲- روش تحقیقات ساحوی

به منظور پیشبرد امور ساحوی اخذ و جمع آوری نمونه های فوسیلی، مطالعات ساحوی و چگونگی تشکیل و اخذ موقعیت طبقات احجار بند امیر ولایت بامیان، ساحه از نزدیک مورد مطالعه قرار گرفته و فوسیل های مختلف از دوکفه بی ها، براخیوپوداها، امونوئیدیا، اکینودرماتا، کورال ها و گستروپوداها جمع آوری که در آن (۵) عدد فوسیل دوکفه نیز شامل بوده که در نتیجه مورد مطالعه و بررسی قرار داده شده است.

^۸ -Inoceramus



۳-۳- روش تحقیقات لابراتواری

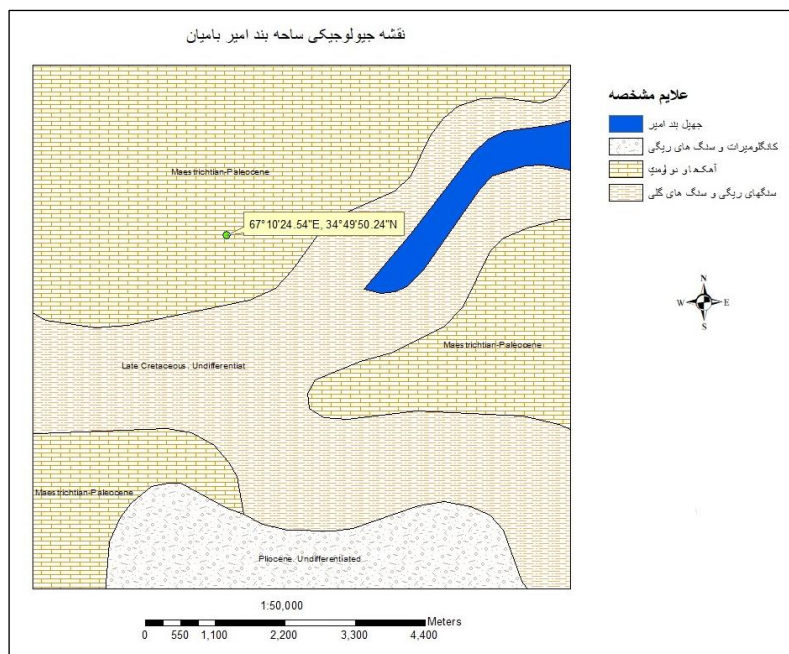
به کمک این میتود نمونه‌های گرفته شده از ساحه جهت شناسایی به لابراتوار انتقال داده شده تشخیص و نام‌گذاری آن‌ها در مطابقت با نمونه‌های فوسیل ستندرد صورت گرفته است.

۴. یافته‌های تحقیق

فوسیل‌ها برای مطالعات بیوستراتیگرافی، محیط و اقلیم گذشته، عمر طبقات و سایر مشخصات احجار که ذریعه فوسیل و یا اثر فوسیل (آثار فعالیت شان که در بین لایه‌های رسوبی باقی مانده) تعیین می‌گردند، دارای اهمیت می‌باشند. همچنان جهت مطالعه حوادث که در گذشته رخ داده است، نیز نقش ارزنده را دارا می‌باشد. میتود بیوستراتیگرافی بار اول توسط دانشمند انگلیسی و سمیت پیش‌کش گردید که نامبرده اساس‌گذار ستراتیگرافی و جیولوجی تاریخی بود و بعداً توسط طبیعت‌شناس فرانسوی ژ. کیوری بالای آن کار صورت گرفت. مبنای این مطالعات را موجودیت بقایای نباتی و حیوانی در احجار رسوبی تشکیل می‌داد (سهاک، ۱۳۹۵). هر گونه فوسیل جهت مطالعه مناسب نبوده بلکه یک تعداد موجودات زنده که دارای عمر کوتاه بوده و در عین زمان گسترش بیشتر داشته باشد و اسکلیت یا قسمت از اعضای تشکیل دهنده اسکلیت‌شان در بین طبقات خوبتر حفظ شده باشد، برای ما اهمیت بیشتر دارد.



لذا در این قسمت فوسیل‌های دوکفه‌ای جمع آوری شده را از جناح غربی ساحه بند امیر ولایت بامیان طبق نقشه جیولوجیکی (شکل ۲) مورد مطالعه قرار می‌دهیم.



شکل ۲. نقشه جیولوجیکی ساحه بند امیر ولایت بامیان

۴-۱- صنف دوکفه‌یی‌ها

گروه از ملوسکا (نرم‌تنان) بوده که به واسطه داشتن محفظه آهکی دوکفه‌یی از سایر ملوسکاها مشخص می‌گردد. رده دوکفه‌یی‌ها چندین نام مشهور دارند که هر یک از این اسامی مبین صفات کلی ساختمان آن‌ها می‌باشد. لینه^۹ برای اولین بار نمونه‌های این رده را دوکفه‌یی^{۱۰} نامید، زیرا اسکلت آن‌ها از دو کفه که در قسمت پشتی به هم مفصل گردیده، تشکیل شده است. کوویه^{۱۱} این جانوران را بی‌سران^{۱۲} نامید. گلدفوس^{۱۳} نام تبرپایان^{۱۴} را برای آن‌ها انتخاب کرد، زیرا ساختمان

^۹ - Linne

^{۱۰} - Bivalvia

^{۱۱} - Cuvie

^{۱۲} - Accephata

^{۱۳} - Goldfoss

^{۱۴} - Pelecypoda



پا در نرم تنان دوکفیهی بسیار گوناگون است. به این ترتیب نام اول یعنی دوکفیهی ها صحیح ترین و جامع ترین نام است که انتخاب شده است (محقق، ۱۳۹۶).

صنف دوکفیهی ها (دوپلهیی ها) شامل کوکلس ها، دوکفیهی های خوراکی و اویسترها^{۱۵} اند، این صنف حیوانات دارای محفظه های دوکفیهی قفل دار^{۱۶} می باشند. آن ها از نظر ظاهری زیاد با براخیوپوداها مشابهت دارند، مگر از نظر خصوصیات مورفولوجیکی و سیستماتیکی از براخیوپوداها فرق دارند. در اکثریت محفظه های دوکفیهی ها در نمای پیشروی و نمای عقبی ساختار هر دو کفه متناظر به نظر می رسد، مگر در بعضی گروپ های دیگر مانند اویسترها و رودیستاها^{۱۷} چنین نبوده بلکه یک کفه نسبت به دیگر کفه بزرگ تر است (ستار، ۱۳۹۷).

حیوانات دوکفیهی دارای یک تاریخ طولانی جیولوجیکی بوده و بار اول در کمبرین قبلی ظهور نموده، مگر به مثابه اعضای پایدار اورگانیزم عصر- پالیوزوئیک باقی ماندند. به تعقیب نابودی دسته جمعی اخیر پرمن که براخیوپودا جای را به دوکفیهی ها در آب های کم عمق تنگ ساختند دوکفیهی ها رو به انقراض گرایدند. متعاقباً از اوایل عصر- میوزوئیک براخیوپوداها را از پیشروی برداشته و مقام خویش را دوباره احراز کردند. دوکفیهی ها یکی از عناصر انگشت شمار اعصار پالیوزوئیک و میوزوئیک است که در بین ترسبات بحری گسترش وسیع یافته اند. بررسی و پژوهشات پیرامون شکل و مورفولوجی فوسیل های دوکفیهی ها و مقایسه شان با دوکفیهی های معاصر و محیط زیست آن ها اهمیت ویژه گروپ متذکره را بر ملا می سازد. تعداد کثیرشان در بین ترسبات زیست نموده، بعضی از آن ها در سطح ترسبات بحری زندگی نموده و عده دیگرشان شناوران فعال اند. آن عده دوکفیهی ها که غذای خود را از بین ترسبات بدست می آورند، به منظور این که از خطر شکارچیان در امان بمانند برای به چنگ آوردن غذا از داخل ترسبات از یک تیوب طولانی شکل یا سیفون استفاده می کنند. از طریق همین سیفون آب و مواد غذای داخل جسم حیوان گردیده و از همان طریق دوباره مواد غذای خارج می گردد. دوکفیهی های برمه کننده در ترسبات دارای انرژی زیاداند، زیرا برای برمه کردن در مواد سخت مانند سنگ ها و چوب نیاز به مصرف بلند انرژی اند. دوکفیهی های اپی فاونی (سطح ترسبات) به شمول پینا^{۱۸} که از عهد مسیسیپین تا کنون زیست دارند و همچنان دوکفیهی های خوراکی معاصر مثل مایتیلوس^{۱۹} خود را توسط یک تعداد رشته ها یا بایسوس^{۲۰} به طبقات می چسبانند.

^{۱۵} - Oysters

^{۱۶} - Hinged Valves

^{۱۷} - Rudists

^{۱۸} - Pinna

^{۱۹} - Mytilus

^{۲۰} - Byssus



جنس دیگر دوکفهی‌ها که بنام سکل‌وپ‌ها^{۱۱} مسمی‌اند به صورت آزاد شنا نموده و مشخصه آن‌ها داشتن دوکفه هموار با یک خط طولانی که از منقار به دو جناح گوش‌ها ادامه یافته می‌باشند، آن‌ها در آب طوری شنا می‌نمایند که با یکجا کردن دوکفه محفظه خویش آب را از طریق گوش‌ها خارج نموده و جسم خود را به پیش می‌رانند. بعضی انواع پکتین‌ها^{۱۲} آب‌باز نبوده ولی از جمله اپی‌فان‌ها به شمار می‌روند. پله‌های محفظه این نوع دوکفهی‌ها یک زاویه کم‌تر از ۱۰۵ درجه را می‌سازند که بنام زاویه راس^{۱۳} یاد می‌گردد، در حالی که دوکفهی‌های شناور دارای زاویه راس بزرگ‌تر از ۱۰۵ درجه می‌باشند. رودیستاها یکی از دوکفهی‌های غیر معمولی‌اند که در جریان عصر- میوزوئیک زیست داشته و اندازه پله‌های شان از همدیگر تفاوت زیاد داشتند. یک نوع مخصوص رودیستا بنام هیپوریتیل^{۱۴} که شکل مخروطی داشته دارای دوکفه‌های از هم دیگر متفاوت بوده، یعنی پله راست شکل مخروطی داشته در حالی که پله چپ شکل سرپوش را دارد. برخلاف دیگر گروپ‌های معاصرشان، رودیستاها از جمله سازندگان مهم ریف در تباشیر وسطی بوده، مگر با تفاوت از بسیاری گروپ‌ها آن‌ها در اثر حادثه انقراض که در اخیر تباشیر بوقوع پیوست به کلی نابود شدند (ستار، ۱۳۹۷).

اختلاف در ترکیب منرالی محفظه‌ها ممکن است به علت تاثیر عوامل محیطی باشد، برای مثال در انواع زنده فامیل میتیل‌اسیا^{۲۵}، گونه‌های حاره‌ای دارای محفظه‌های اراگونیتی هستند، در حالی که در آب‌های سرد، محفظه‌های کلسیتی افزایش می‌یابند. اگرچه ساختمان محفظه و ترکیب منرالی آن در رده‌بندی اهمیت زیادی دارند، ولی این خصوصیات در فوسیل‌ها به ندرت حفظ شده‌اند. فوسیل‌های سینوزوئیک ممکن است اراگونیت اولیه خود را حفظ نموده باشند، ولی نرم‌تنان اراگونیتی با قدامت بشر از دوره کاربنفرس شناخته نشده‌اند (Moore, ۱۹۷۲).

۴-۱-۱- ارتباط شکل دوکفه‌یی‌ها با نحوه‌ی زندگی آن‌ها:

دوکفه‌یی‌ها که در سطح ترسبات زندگی می‌کنند و یا روی ترسبات می‌خزند و حتی اندکی در آن فرو می‌روند، اکثراً فاقد مجرا بوده، کفه‌ها در آن‌ها برابر، ولی هر کفه دارای تقارن دو طرفی نیست. این گروه معمولاً دی‌میارین و ایزومیارین هستند. دوکفه‌یی‌های که در سواحل بحری دارای ترسبات ریگی همراه با تخته سنگ‌ها ساکن هستند، دارای محفظه بسیار محکم و ضخیم می‌باشند.

21 - Scallops

22 - Pictinids

 γ - Umbonal angle

²⁴ - Hippuritella

20 - Mytilacea



انواعی که در درون ترسبات نرم حفاری می‌کند، محفظه فشرده شده و نازک دارند و دی‌میارین و ایزومیارین بوده و دارای حفره پالیا می‌باشند. دوکفیه‌ی‌های که در درون سنگ‌ها حفاری می‌کند محفظه استوانه‌ی شکل دارند. تعدادی نیز ترسبات را حفر می‌کنند و دارای مجراهای لوله‌ی شکل هستند که فقط برای تغذیه از محفظه خارج می‌شود.

بسیاری از دوکفیه‌ی‌های که در سواحل به وسیله بیسوس (رشته‌های باریکی که توسط غده‌ی در پا ترشح می‌شوند) به سنگ‌ها، صخره‌ها و سایر مواد می‌چسبند، دارای محفظه بسیار کشیده بوده و هر کفه شدیداً نامتقارن است. این دسته‌ی دی‌میارین و هتریمیارین می‌باشد. دوکفیه‌ی‌های که توسط یکی از کفه‌های خود به کف بستر متصل می‌شوند، کفه‌های نابرابری دارند. کفه‌ی متصل شده، بزرگ‌تر و برجسته‌تر بوده و کفه‌ی دیگر همانند سرپوش عمل می‌نمایند. انواعی از دوکفیه‌ی که در میان سنگ‌ها ساکن هستند محفظه محکمی دارند که روی آن خطوط شعاعی با دندانه‌هایی تیز وجود دارد (محقق، ۱۳۹۸).

۲-۱-۴- تکسانومی دوکفیه‌ی‌ها:

قدیمی‌ترین دوکفیه‌ی‌ها از سنگ‌های اوردویشن تحتانی گزارش شده‌اند. در اواخر این دوره بیشتر جنس‌ها و گونه‌ها ظاهر شده و یکی از مهم‌ترین جانوران بنتونیک در ابحار را تشکیل می‌دهند. دوکفیه‌ی‌های دارای جسامت بزرگ در دوره‌های سیلورین و دیونین ظاهر شده‌اند. گونه‌های دوره‌ی دیونین در آب‌های شیرین زندگی می‌کرده ولی انواع بحری در اواخر دوران اول به منتهی درجه فراوانی خود رسیده‌اند. در اواخر دوران اول و دوره‌ی تریاسیک عده‌ی زیادی از جنس‌های قدیمی از بین رفته و در عوض انواع جدیدی ظاهر شده‌اند که تعداد از آنها اغلب تا به امروز باقی مانده‌اند. دوکفیه‌ی‌ها در ادوار گذشته نقش بسزایی در تشکیل سنگ‌های آهکی داشته‌اند. بیشتر در آب‌ها حل شده و از بین رفته‌اند. سنگ‌های دوران دوم (میزوزوئیک) اغلب دارای جنس‌های فراوان از دوکفیه‌ی‌ها هستند. جنس‌های گریف^{۲۶} اکسوگیرا^{۲۷} و ایناسیراموس در طبقات جوراسیک و کرتاشیوز دیده شده و جنس اوستریا فوسیل بسیار مهمی از کرتاشیوز تا عهد حاضر می‌باشد (محقق، ۱۳۹۸).

در اثر مطالعات که بالای گونه‌ی ایناسیراموس صورت گرفته نشان می‌دهد که چنین جنس از دوکفیه‌ی‌ها در اعماق نسبتاً زیاد و متوسط، حرارت ۵-۱۶ درجه سانتی‌گراد که محیط نسبتاً تبخیری را تشکیل می‌دهد، زیست می‌نمودند (Saltzman et al, ۱۹۸۲).

^{۲۶} - Gryphae

^{۲۷} - Exogyra



۳-۱-۴- فوسیل‌های جمع آوری شده از جناح غربی ساحه بند امیر



شکل ۳. جنس گریفا (Gryphae)

فوسیل نمبر (۱۹)

فایلم: ملوسکا (Mollusca)

صنف: دوکفه‌یی (Bivalves)

دسته: اوستریدا (Ostreida)

فامیل: گریفایدیا (Gryphaeidea)

جنس: گریفا (Gryphae)



شکل ۴. جنس گریفا (Gryphae).

Fossilera, (۲۰۱۳).



شکل ۵. نوع نیدثیا ریگولر (Neitheia Regularis).

فوسیل نمبر ۱)

فایلم: ملوسکا (Mollusca)

صنف: بیوالوا (Bivalves)

ترتیب: پکتینوئیدا (Pectinoida)

فامیل: پکتینیدا (Pectinidae)

جنس: نیدثیا (Neitheia)

نوع: نیدثیا ریگولر (Neitheia Regularis)

دوره حیات: ماستریختین - کریتاشیوز بعدی Maastrichtian- Late Cretaceous



شکل ۶. نوع نیدثیا ریگولر (Neitheia Regularis).

فوسیل نمبر (۲۴)

فایلم: ملوسکا (Mollusca)

صنف: بیوالوا (Bivalves)

ترتیب: پکتینوئیدا (Pectinoida)

فامیل: پکتینیدا (Pectinidae)

جنس: نیدثیا (Neitheia)

نوع: نیدثیا ریگولر (Neitheia Regularis)



شکل ۷. نوع نیدتیا ریګولر (Neithea Regularis).

Mindat, (n.d).



فوسیل نمبر (۲۷)

فایلم: ملوسکا (Mollusca)

صنف: بیوالوا (Bivalves)

دسته: پکتینیدا (Pectinida)

فامیل: اویکولوپکتینیدی (Aviculopectinidea) شکل ۸. جنس اویکولوپکتین (Aviculopecten)

جنس: اویکولوپکتین (Aviculopecten)



فوسیل نمبر (۱۸M)

فایلم: ملوسکا (Mollusca)

صنف: بیوالوا (Bivalves)

دسته: پکتینویدا (Pectinoida)

فامیل: پکتینیدا (Pectinidae)

جنس: پکتین (Pecten)

شکل ۹. جنس اویکولوپکتین (Aviculopecten).

Pennsylvanianatlas, (n.d).



نوع: پکتین وریبل (Pecten Variabilis)

دوره حیات: ماستریختین - کرتاشیوز بعدی

(Maastrichtian- late Cretaceous)

شکل ۱۰. نوع پکتین وریبل (Pecten Variabilis).



شکل ۱۱. نوع پکتین وریبل (*Pecten Variabilis*).

Mindat, (n.d).

فوسیل نمبر (۱)

فایلم: ملوسکا (*Mollusca*)

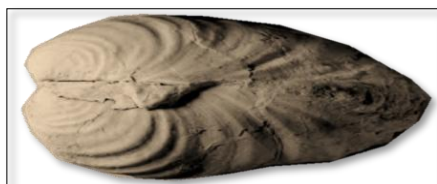
صنف: بیوالوا (*Bivalves*)

دسته: پراکاردیودا (*Praecardioida*)

فامیل: ایناسیرامیدا (*Inoceramidae*)



شکل ۱۲. جنس ایناسیراموس (*Inoceramus*).



شکل ۱۳. جنس ایناسیراموس (*Inoceramus*).

(Walaszczyk et al, ۲۰۰۹)

جنس: ایناسیراموس (*Inoceramus*)

نوع: کتاسیراموس (*Cataceramus- Balticus*)

دوره حیات: کمپانین - کریتاشیوز فوقانی

(Campanian- Upper Cretaceous)

۵. بحث و مناقشه

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ساحه بند امیر ولایت بامیان از نظر لیتولوژی، ساختارهای رسوبی و فوسیل‌شناسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و می‌تواند در بازسازی تاریخ زمین‌شناسی و شرایط محیطی گذشته ساحات مرکزی افغانستان نقش برجسته‌ای ایفا کند. براساس نمونه فوسیل‌های جمع‌آوری شده، به‌ویژه دوکفه‌ای‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که تشکیلات رسوبی در ساحات بحری کم عمق بوده است. حضور فوسیل‌های دوکفه‌ای‌ها از جمله ایناسیراموس نشانگر محیط‌های لیترال تا نیریتی است که در شرایط اقلیمی گرم و نیمه گرم تشکیل گردیده‌اند. این نتایج



با یافته‌های محققان پیشین هم‌خوانی دارد که عمر طبقات بند امیر را به دوره تباشیر فوقانی^{۲۸} نسبت داده‌اند.

از لحاظ بیوستراتیگرافی، وجود این فوسیل‌ها اهمیت شاخص در تعیین عمر نسبی طبقات و انطباق لایه‌های رسوبی ساحات مجاور دارد. فوسیل‌های دوکفه‌ای به دلیل پراکندگی وسیع جغرافیایی، پایداری اسکلیت و قدرت حفظ‌شدن در احجار رسوبی، یکی از بهترین شاخص‌های تعیین زمان نسبی در تشکیلات رسوبی دوره تباشیر به شمار می‌روند.

بررسی فوسیل‌های دوکفه‌ای‌ها نشان می‌دهد که این گروه‌ها پس از انقراض گسترده پرمین، در دوران میوزوئیک تنوع قابل توجهی بوجود آمده، به‌ویژه در محیط‌های کم‌عمق بحری گسترش پیدا کرده‌اند. بنابراین، یافته‌های تحقیق حاضر شواهد تازه‌ای از حضور و پراکندگی آن‌ها در مرکز افغانستان ارایه می‌نماید.

در مقایسه با تحقیقات مشابه در مناطق سرخ‌بوم و یکاولنگ، نتایج این تحقیق گستردگی بیشتر فوسیل‌های دوکفه‌ای و تراکم آن‌ها را در طبقات تباشیر فوقانی بند امیر نشان می‌دهد که احتمالاً ناشی از شرایط محیطی خاص و آرامش نسبی حوضه ترسباتی در آن زمان بوده است. این یافته می‌تواند به عنوان یک پایه بیوستراتیگرافیکی جدید برای مطالعات بعدی در ساحات هم‌جوار مورد استفاده قرار گیرد.

از نظر کاربردی، شناخت دقیق بیوستراتیگرافی و شرایط تشکیل احجار در ساحه بند امیر، می‌تواند در مطالعات اکتشافی مواد معدنی به‌ویژه منابع کربنات‌دار، تراورتن و ذخایر معدنی ثانوی مؤثر واقع شود. زیرا همان‌گونه که در اثر علمی موسی‌زی و همکاران (۱۳۹۶) اشاره گردیده، حدود ۸۰٪ ارزش اقتصادی مواد معدنی از احجار رسوبی حاصل می‌گردد.

در نهایت، یافته‌های تحقیق حاضر ضمن تأیید مطالعات پیشین، بر ضرورت انجام تحقیقات دقیق‌تر در زمینه پالیواکولوژی، بیوستراتیگرافی منطقه‌ای و مقایسه تطبیقی فوسیل‌ها با نمونه‌های بین‌المللی تأکید می‌ورزد. چنین مطالعاتی می‌تواند در تهیه نقشه‌های بیوزونال و تعیین عمر دقیق‌تر تشکیلات دوره تباشیر در افغانستان سهم بسزایی داشته باشد.

^{۲۸} - Upper Cretaceous



۶. نتیجه‌گیری

بعد از مطالعه و بررسی فوسیل‌های یافت شده و احجار مجاورشان در این ساحه فوسیل‌های از صنف دوکفه‌یی شامل جنس‌های گریفای، نیدئیا^{۲۹}، اویکولوپکتین^{۳۰}، پکتین و ایناسیراموس تشخیص گردیده است. نظر به طبقات تشکیل شده، اکثراً طبقات تحتانی از مواد میدانه کاربناتی تشکیل شده و به طرف طبقات فوقانی دانه‌داریت آن بزرگ‌دانه شده و موجودیت فوسیل‌های دوکفه‌یی‌ها در طبقه بالایی گسترش بیشتر داشته که این موضوع بیان‌گر زون عمق کم و ساحل بحری توام با موجودیت آب‌های شور می‌باشد. بناً این ساحه و ساحات مجاور آن نشان‌دهنده عقب رفت بحر بوده و عمر طبقات دربرگیرنده فوسیل‌ها به کمپانین-ماستریختین^{۳۱} ارتباط می‌گیرد. در مجموع این تحقیق تأکید می‌کند که فوسیل‌ها به عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده عمر طبقات، نقش محوری در مطالعات جیولوجی تاریخی و تحلیل شرایط محیطی گذشته در ساحه بند امیر و ساحات مجاورشان دارند و پایه‌ای برای مطالعات جامع‌تر در مناطق مرکزی افغانستان را فراهم می‌سازند.

^{۲۹} - Neithea

^{۳۰} - Aviculopecten

^{۳۱} - Campanian- Maastrichtian



۷. منابع

- امینی، محمد عزیز، نیرو، محمد عارف، عبیدی، سید شفیع الله، (۱۳۹۹). تعیین عمر طبقات احجار کاربناتی ساحه قول خیش ولایت بامیان به اساس فوسیل ها، تخار: مجله علمی پوهنتون تخار.
- بهزاد، محمد حسین، (۱۴۴۵). بررسی شرایط تشکیل طبقات احجار رسوبی ساحه بند امیر ولایت بامیان با اساس فوسیل ها، غزنی، پوهنتون تخنیکي غزنی.
- پاتریک، جکسن، (۲۰۱۰). معرفی پالیونتالوجی، ترجمه: ستار، جان آقا، (۱۳۹۷). کابل، انتشارات پوهنتون پولی تخنیک کابل.
- محقی، محمدانور، (۱۳۹۶). تعیین سن ترسبات منطقه خاکدو ولسوالی یکاولنگ بر مبنای دوکفه‌یی ها. بامیان: مجله علمی- تحقیقی پوهنتون بامیان.
- محقی، محمدانور، (۱۳۹۹). بیوستراتیگرافی فورمیشن حاجیگک بر مبنای فوسیل های براخیوپودا. بامیان: مجله علمی- تحقیقی پوهنتون بامیان.
- محقی، محمدانور، (۱۳۹۹). معرفی فوسیل های تریلوبیت منطقه سرخ بوم. بامیان: مجله علمی- تحقیقی پوهنتون بامیان.
- محقی، محمدانور، (۱۳۹۹). جیوکرینولوجی معدن زغال سنگ تخه گرد ولایت سرپل. بامیان: مجله علمی- تحقیقی پوهنتون بامیان.
- محقی، محمدانور، (۱۳۹۸). بیوستراتیگرافی منطقه کپروک ولایت بامیان بر اساس فوسیل های اکیئودرماتا. بامیان: مجله علمی- تحقیقی پوهنتون بامیان.
- محمدی، محمدنبی، (۱۳۹۹)، مشخصات فزیکي- میخانیکي و ترکیب مادی مرمر ساحه شترمرده ولسوالی ورس ولایت بامیان (تیزس ماستری)، کابل، پوهنتون پولی تخنیک.
- موسی زی، امیرمحمد، کیولا، عبدالسلام، یوسفی، اتل، (۱۳۹۶). اساسات پتروگرافی، کابل، مطبعه عازم.



- Arian, Hamidullah, (۲۰۲۰), Determination of the Geologic Age of Sedimentary Layers in Band – e –Amir of Bamiyan Province using Fossils (master's thesis), Kabul, Kabul Polytechnic University.
- E. S. Saltzman and E. J. Barron (۱۹۸۲), Deep Circulation in the Late Cretaceous: Oxygen Isotope Paleotemperatures From Inoceramus Remains In D.S.D.P. Cores.
- Fossilera,(۲۰۱۳).(https://www.fossilera.com/products/large-fossil-oyster-gryphaea-devil-s-toenail).
- Mindat.org“n.d”(https://www.mindat.org/photo۹۰۱۵۲۰.html).
- Mindat.org”n.d”(https://www.mindat.org/photo۱۰۴۶۲۱۶.html).
- Moore. R.C., ۱۹۷۲. Treatise on Invertebrate, Paleontological, Part E, Archaeocyatha, Vol. ۱, Second Edition, Geological Society Of America and University of Kansas Press, ۱۵۸p.
- Pennsylvanianatlas.org”n.d”(https://pennsylvanianatlas.org/wpcontent/uploads/KUMIP۱۰۴۷۹_Aviculopecten_sp-TN-۲۵۰px.png).



Investigation of the Sedimentary Formations on the Western Side of the Band-e-Amir Area of Bamyan Province, Based on Bivalve Fossils

Mohammad Hussain Behzad^{*۱}, Mohammad Hanif Rahimi^۲, Sayed Adnan Mosavi^۳

۱. ۲. Scientific staff members of the Geological and Mining Engineering Department, Faculty of Geology and Mining, Ghazni Technical University.

۳. Natural science Department, Ghazni Technical University

Email address: hbehzad@teug.edu.af Cell Phone: +۹۳۷۷۸۹۷۸۳۳۵

Abstract

This investigation, titled “Study and Analysis of the Sedimentary Formations of the Western Side of the Band-e Amir Area, Bamiyan Province, Based on Bivalve Fossils,” focuses on the sedimentary units of the Yakawlang district, located approximately ۷۵ km west of the Bamyan center. The primary objectives of the research are to determine the relative age of the sedimentary strata, to characterize the past physical-geographical environmental conditions, and to reconstruct the depositional history of this region. The research methodology is a mixed-method approach encompassing library-based research, field studies, and laboratory analyses. Initially, previous studies, reports, and relevant literature were reviewed; subsequently, fossil sampling, particularly of bivalves and stratigraphic surveying of sedimentary layers in the field, was conducted; finally, the collected samples underwent laboratory identification and taxonomic classification. Following the examination and analysis of the retrieved bivalve fossils, representatives of the genera Gryphae, Neithea, Aviculopecten, Pecten, and Inoceramus were identified. The presence of the index fossil Inoceramus indicates littoral to neritic depositional settings under warm to semi-warm climatic conditions. Based on these fossil assemblages, the sedimentary succession of the study area is assigned to the Campanian–Maastrichtian interval of the Upper Cretaceous. In the recommendations section, the researcher emphasizes the need for more detailed investigations in paleoecology, regional biostratigraphy, and comparative analysis of the fossils with international reference material. In conclusion, the study asserts that bivalve fossils serve as reliable time-markers in historical geological investigations of central Afghanistan and that this work establishes a foundation for broader investigations in adjacent areas.

Keywords: fossil, biostratigraphy, bivalves, geographical conditions, and Campanian.

ارزیابی مشخصات پتروگرافیکی، جیوکیمیای و فیزیکی - میخانیکی مرمر ساحه

میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی

محمد نعیم سروری^(۱)، محمد لطیف رحیمی^(۲) روح الله علی زاده^(۳)

۱- دیپارتمنت انجیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنهی جیولوجی و معادن،

پوهنتون تخنیکي غزنی

۲- محصل ماستری

ایمیل آدرس: sarwarinaeem@gmail.com

خلاصه

این مقاله تحقیقی به بررسی ویژگی های جیولوجیکی و فیزیکی مرمر در این منطقه می پردازد. در این مطالعه، مشخصات پتروگرافیکی و جیوکیمیای سنگ های مرمر تحلیل شده و ویژگی های فیزیکی و میخانیکی آن ها ارزیابی شده است. هدف اصلی این تحقیق، شناخت بهتر از خصوصیات جیولوجیکی و مقاومتی مرمر برای بهره برداری و مدیریت منابع معدنی در منطقه است. نتایج نشان می دهد که مرمر در این منطقه دارای خصوصیات خاصی است که می تواند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد. برای تکمیل نمودن این تحقیق آزمایش های مختلف کتابخانه ساحوی و لابراتواری استفاده گردیده است. در میتود کتابخانه ای، در باره مرمرهای مورد مطالعه تحقیق معلومات همه جانبه از کتاب ها، مجلات و منابع آنلاین جمع آوری و تحریر گردیده است؛ در میتود ساحوی، نمونه های لازم و ضروری را از مرمر متذکره و احجار مجاور آن جمع آوری نموده و پارامترهای لازم و ضروری مانند تهیه شیشه ها و عکس های سازه تحت تحقیق، عناصر موقعیت، کوردینات جغرافیایی، طول و عرض اجسام معدنی اندازه گیری گردیده است؛ به تعداد ۲۰ نمونه از ساحه غرض تحقیقات و تجزیه های لابراتواری مانند تحقیقات میکروسکوپ پتروگرافیکی، XRF و خصوصیات فیزیکی - میخانیکی را در لابراتوارهای معینیت سروی جیولوجی، وزارت معادن و پترولیم، دیپارتمنت انجیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنهی جیولوجی و معادن، پوهنتون پولی تخنیک کابل و شرکت افغانایت اجرا شده است. درمطابقت با نتایج تحقیقات خصوصیات فیزیکی - میخانیکی؛ مرمر ساحه میان کوه مالستان دارای مقاومت فشاری بلند (۴۸،۰۹ Mpa)، جذب آب % ۱۷، کم می باشد، مقاومت سائیده گی بسیار مقاوم % ۲۵،۷۷، مقاومت شاخص بار نقطوی (۳،۱۳ Mpa)، اندکس دوام خیلی مقاوم (% ۹۸،۵۳)، وزن مخصوص حقیقی (۲،۶۵)، وزن مخصوص ظاهری آنها (۲،۶۶)، مقاومت اگریگات در مقابل ضربه (۱۲،۷۱) از جمله اگریگات های مقاوم می باشد. بر اساس نتایج تحقیقات



پتروګرافیکي و انالیز XRF؛ از نگاه ترکیب این مرمرها دارای کمیت بلند کلسیم بوده که به طور اوسط فیصدی عنصر کلسیم در آنها به ۹۸ میرسد، سلیکان الی ۱ فیصد، بقایایی بسیار نادر مواد عضوی با فیصدی کمتر از دهم حصه فیصد وجود داشته و مگنیزیم نیز در این نمونه ها دارای فیصدی کم می باشد. در نتیجه این مرمر ها دارای ترکیب کلسیتی بوده که از جمله مرمر های کلسیتی نام گذاری شده است.

کلمات کلیدی: ترکیب مادی، تحلیل تجزیه توسط XRF، خصوصیات فزیک- میخانیک، مشخصات فزیکي کیمیاوی و مطالعه پتروګرافي.

۱. مقدمه

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي اخْتَارَ لَنَا مَحَاسِنَ الْخَلْقِ وَ اجْرَى عَلَيْنَا طَيِّبَاتِ الرِّزْقِ ۝

ارزیابی مشخصات پتروګرافیکي، جیوکیماوی و فزیکي - میخانیکي مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی به اهمیت و نقش مرمر در صنایع ساختمانی، تزئینی و فرآوری معدنی اشاره دارد. در حال حاضر، منابع معدنی، به ویژه سنگ های مرمر، نقش مهمی در توسعه اقتصادی و صنعتی مناطق مختلف ایفا می کنند. منطقه میان کوه در ولسوالی مالستان یکی از مناطق که در آن معادن مرمر است که تاکنون به صورت جامع و علمی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل و شناخت دقیق تر خصوصیات پتروګرافیکي، جیوکیماوی و فزیکي - میخانیکي مرمر در این منطقه است تا بتوان بهره برداری بهینه و پایدار از این منبع طبیعی را تضمین کرد. این ارزیابی ها می تواند نقش مهمی در تعیین کاربردهای صنعتی، تعیین مقاومت سنگ ها در برابر نیروهای فشاری و برشی، و همچنین در برنامه ریزی های محیط زیستی و معدنی منطقه ایفا کند. در ادامه، با معرفی روش های تحقیق و اهمیت موضوع، به تحلیل جامع ویژگی های مرمر در این منطقه پرداخته خواهد شد. بصورت کل مرمرها احجار سخت و میتامورفیکي است که معمولاً از منرالهای کلسیت و دولومیت تشکیل گردیده است. بطور مقداری باید مقدار کربناتها بیشتر از ۵۰٪ حجم عمومی حجر باشد. مرمر دولومیتی دارای مقدار بیشتر از ۵۰٪ دولومیت و مرمر کلسیتی دارای مقدار بیشتر از ۵۰٪ کلسیت



میباشد. بنا برپوجود آمدن آن ازمرالهای متذکره میتوان از مرمر های دولومیتی وکلستی نام برد. درسنگ فروشی ها تمام احجارکاربنتاتی قابل پالش وسنگهای چونهء رسوبی بنام مرمریاد میشود. درپتروگرافی نام حجرمرمرصرف به کاربنتهای میتامورفیکی شده اطلاق میگردد. احجار مرمرها همیشه احجارکاربنتاتی رسوبی اند که اکثرا حاوی مقداری ازکوارس ویامرالهای سلیکاتی میباشند. این حجر در نتیجه کرستالیزیشن احجار کربنتاتی تحت فشار وحرارت شدید در نتیجه پروسه های میتامورفیکی تشکیل میشود.

۲. پیشنهادی تحقیق

با توجه به این که مرمرهای منطقه مورد مطالعه به تازگی تثبیت و شناسایی گردیده و معدن مذکور در ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی موقعیت دارد، مطالعات جامع و همه جانبه علمی در این زمینه تاکنون به صورت محدود انجام شده است. با این حال، تلاش های مکرری در سال های اخیر به منظور شناسایی و بررسی مرمرهای ولسوالی مالستان صورت گرفته که حاصل آن، گردآوری معلومات اولیه اکتشافی، نقشه ها و راپورهای جیولوجیکی از بخش های محدودی از این ساحه می باشد. این اسناد توسط تیم های سروی و نقشه برداری وزارت معادن و پترولیم در سال های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸ تهیه گردیده و در آرشیف آن وزارت موجود است (تیم نقشه برداری نمبر ۴، ۱۳۹۸).. هرچند این مطالعات محدود بوده اند، اما به صورت نسبی نقش مؤثری در فراهم سازی معلومات پایه برای تهیه و پیشبرد این تحقیق ایفا می نمایند.

علاوه بر این، ساحه مورد مطالعه از آغاز مطالعات جیولوجیکی در افغانستان، توسط محققین و نهادهای مختلف در چارچوب پروژه ها و عنوان های متفاوت علمی، در مراحل گوناگون نقشه برداری و بررسی های جیولوجیکی مورد توجه قرار گرفته است. هرچند تمرکز اصلی این مطالعات بر منابع مرمر مالستان نبوده، اما اطلاعات عمومی حاصل از آن ها در شناخت واحدهای احجار، ساختارهای زمین شناسی و شرایط تکتونیکی منطقه مؤثر واقع شده است.



به طور کلی، پیشینه تحقیق و مطالعات جیولوجیکی در افغانستان را می توان به سه مرحله اساسی تقسیم نمود. مرحله نخست از اواسط قرن نوزدهم میلادی آغاز شده و تا اواسط قرن بیستم ادامه یافته است که بیشتر شامل بررسی های ابتدایی، مشاهدات صحرایی و شناسایی عمومی ساختارهای جیولوجیکی کشور توسط زمین شناسان خارجی بوده است (Griesbach, ۱۸۸۱, Hayden, ۱۹۱۱).

مرحله دوم از سال ۱۹۵۹ میلادی شروع شده و تا سال ۱۹۶۷ میلادی ادامه یافته است. در این دوره، مطالعات سیستماتیک تر جیولوجیکی، تهیه نقشه های جیولوجیکی در مقیاس های مختلف و بررسی های اکتشافی با همکاری نهادهای بین المللی، به ویژه اتحاد جماهیر شوروی سابق، انجام شده است (Shcherbakov, ۱۹۶۸, Abdullah & Chmyriov, ۱۹۷۷).

مرحله سوم از سال ۱۹۷۶ میلادی آغاز گردیده و تا سال ۱۹۸۸ میلادی ادامه یافته است که در آن مطالعات تفصیلی تر در بخش های مختلف جیولوجی اقتصادی، به ویژه منابع معدنی، سنگ های ساختمانی و مواد خام صنعتی، صورت گرفته است (Abdullah et al., ۱۹۸۰, USGS, ۱۹۸۸).

۳. مواد و روش تحقیق

مواد که بالای آن تحقیق صورت گرفته عبارت از احجار کاربناتی نوع مرمر میباشد که به خاطر تعیین کیفیت و خصوصیات اجزای ترکیبی آن این تحقیق انجام گردیده است. که شامل مراحل و میتود های مختلف میباشد که در ذیل بیان گردیده است. جهت تهیه و ترتیب تدوین و تکمیل این مقاله از میتود های تحقیق (کتابخانه ای، ساحوی و لابراتواری) استفاده شده است که ذیلاً یاد آوری میشود.

۳-۱- میتود تحقیق کتابخانه ای

در تحقیقات کتابخانه ای راجع به ساختار جیولوجیکی معدن مورد نظر در کتاب ها، راپورها، مجلات، وبسایت ها و آرشیف وزارت معادن جستجو صورت گرفته است. هکذا از اطلاعات، گزارشات و راپورهای متعدد در مورد ساختمان جیولوجیکی ساحه، ستراتیگرافی و همچنان راجع به جیولوجی زون هلمند در آرشیف ریاست سروی جیولوجی افغانستان و کتاب خانه پوهنتون تخنیک غزنی موجود بوده مورد مطالعه قرار داده شده است. اما راجع به خصوصیات فزیک- میخانیک اطلاعات (کتاب های مخصوص معلومات استندرد های ASTM) که در کتابخانه های شخصی، دولتی و سایت ها وجود داشت مطالعه صورت گرفته است.



با در نظر داشت خصوصیات نمونه ها را به سه کتگوری؛ نمونه های احجار مجاور جهت مطالعه احجار جا دهنده، نمونه های با اندازه های خورد جهت مطالعه ترکیب کیمیاوی و نمونه های با اندازه های کلان جهت مطالعات مشخصات فزیکي - میخانیکي مرمهرای متذکره جمع آوری نموده و سپس نمونه ها بصورت اساسی نمبرگزاری وبسته بندی شده بعداً به منظور انالیز آنها را به کابل انتقال داده که لازم است بالای نمونه ها انجام شود. که بعداً به تعداد ۱۰ نمونه خورد را غرض تهیه سلاید و آزمایشات XRF و سپکترومتري (Spectrometry) به وزارت معادن انتقال داده و متباقی نمونه های کلان را جهت آزمایش خصوصیات فزیکي - میخانیکي به شرکت خصوصی افغانایت منتقل شد.

۲-۲- وسایل و سامان آلات ساحوی

وسایل جیولوجیکي مانند GPS، کمپاس، لوپ، چکش جیولوجیکي، کمره عکاسی، قلم خودکار، قلم توش، قلم پنسیل، کتابچه وخریظه های نمونه، نقاله وخط کش فلزی، دستکش وهمچنان جهت حفاری ازبیل وکلنگ استفاده بعمل آمده است. از GPS جهت اخذ موقعیت جغرافیایی، تعیین فاصله حقیقی، ارتفاع اراضی ازسطح بحر، تثبیت نقاط مشاهداتی درساحه و مشخص نمودن محل اخذ نمونه ها استفاده شده است.

۳-۳- فعالیت های اجرا شده جیولوجیکي

امور اجرا شده با احجام آن طی یک جدول که دربرگیرنده تمام فعالیت های پلان پیشینی شده و امور انجام شده میباشد.

جدول (۱) پلان کار در ساحه

شماره	نوعیت کار	پلان پیش بینی شده	کارانجام شده
۱	خط السیر های تفحصا	۱۵۰۰ متر	۱۳۰۰ متر
۲	نقشه برداری ۱:۱۰۰۰۰	۳ کیلومترمربع	۲٫۸ کیلومترمربع
۳	نمونه گیری	۳۰ نمونه	۲۰ نمونه
۴	نقاط مشاهداتی	۱۰۰	۹۰
۵	حمل و نقل پرسونل	موتور ۱۰/ وقت	موتور ۷/ وقت

۴-۳- روش تحقیق لابراتوری مواد.

دراین میتود درلابراتوار، نمونه ها یگبار دیگرشماره گذاری ودرلایسنس ها(دیتابیس) ثبت گردیده وبعدا از هر نمونه (از تعداد ۵ نمونه سنگي مرمهرای ساحه میان کوه مالستان ولایت غزني) یک



یک سلايد (Thin Section) به منظور مطالعه پتروگرافيکي آنها در شعبه رياست لابراتوارهای معينيت سروی جيولوجی وزارت معادن و پتروليم ساخته شده، که بعداً مطالعه و تحقيق بالای سلايد های ساخته شده را توسط میکروسکوپ پوليريزيشنی مودل DM^{۷۵۰}P LEICA ساخت جرمنی در شعبه لابراتوار پوهنتون پولی تخنيک کابل انجام شده است.

جهت مطالعه ترکيب مادی (ترکيب کيمياوی و ترکيب منرالی) اين مرمرها از ميتود سپکترومتري و XRF استفاده ميشود. اين دستگاه برای تجزيه و تحليل نمونه های جيولوجيکي مورد استفاده قرار ميگيرد. دستگاه نامبرده تقريباً ۷۲ عنصر فلزی و غير فلزی و راديو اکتيف را تجزيه و تحليل نموده ميتواند. اين دستگاه توسط شعاع اکسری کار ميکند و برای تحليل و تجزيه از گاز هليوم استفاده ميشود، اين دستگاه قادر به اناليز همزمان ۱۲ نمونه ميباشد. گرچه دستگاه سپکترومتري و XRF تقريباً عين نتيجه را نشان ميدهد مگر با تفاوت اندکی، دقت دستگاه سپکترومتر نسبت به XRF بيشتر است اينجا صرف تجزيه XRF انجام شده است که به تعداد نمونه های مورد ضرورت (۵ نمونه) تجزيه گرديده و ترکيب کيمياوی آنها معلوم شده که اين مطالعات نيز در رياست لابراتوار معينيت سروی جيولوجی وزارت معادن و پتروليم صورت گرفته است.

آزمایش های معمول مانند مقاومت فشاری، وزن حجمی، وزن مخصوص، جذب آب و اندکس دوام مرمرها بوده و برای بررسی کيفيت اين مرمرها آزمایش های ديگری مانند تعيين مقدار سائیده گی اگريگات های مرمر در دستگاه لاس آنجلس و تعيين مقاومت اگريگات های مرمر در مقابل ضربه و مقاومت بار نقطوی انجام شده است.

۵-۳- روش مطالعات لابراتواری سنگ مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالاستان ولایت غزنی

در اين روش مطالعات پتروگرافيکي به منظور شناخت ترکيب منرالی و ترکيب کيمياوی احجار صورت ميگيرد. در مطالعه پتروگرافيکي از نمونه های مورد نظر، در قدم نخست سلايد (مقاطع نازک) ساخته ميشود که تحت میکروسکوپ مخصوص پوليريزيشنی مطالعه می شود. هنگام مطالعه پتروگرافيکي کوشش به عمل می آيد تا تمامی منرال های اصلی و اجزای فرعی، که حجر مورد نظر از آنها تشکيل گرديده اند با توجه به رنگ، برجستگی، شکل منرالها، خواص نوری، تشخيص سيستم کرسطالی و ساير ويژه گی های که منرالها در حین مطالعه در زیر میکروسکوپ از خود تبارز ميدهند تشخيص، تجزيه و تحليل گردد. همچنان سترکچر، تکسچر، منفذ داری و ساير خصوصيات احجار در مطالعه پتروگرافيکي تعيين ميگردد (موسی زی، ۱۳۹۶).



۳-۵-۱- مطالعه پتروگرافیکي مرمر ساحه میان کوه، مالستان ولایت غزنی

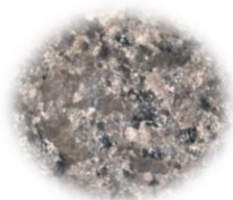
مرمر میان کوه مالستان به دو روشی که فوقاً ذکر شد ترتیب سلاید از سنگ معدنی (Thin Section) و XRF مطالعه گردیده و نتایج آنها باهم مقایسه شده است. اینک هر روش مطالعه این مرمر را بصورت مفصل مورد مطالعه قرار میدهم.

۳-۵-۲- مشخصات پتروگرافیکي مرمر ساحه میان کوه مالستان

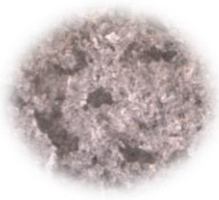
برای مطالعه لابر اتواری احجار تحت مطالعه نمونه های متعددی که نظر به پروفیل های از میتوهای تجزیه کیمیاوی معین حیولوژیکی اخذ شده و برای تعیین ترکیب کیمیاوی آنها معمولاً استفاده شده، نمونه ها به پودر تبدیل گردیده، کمیت عناصر مختلف در احجار به فیصد تعیین میشود. به منظور تعیین ترکیب منرالی احجار مورد مطالعه به تعداد ۵ سلاید از نمونه های اخذ شده تهیه گردیده و تحت میکروسکوپ پولیریزیشنی مطالعه میشوند، میتود کرسنال اوپتیک یکی از میتوهای عمده مطالعه مشخصات پتروگرافیکي احجار بوده که در جریان آن ترکیب منرالی احجار (منرال های اساسی، فرعی، اکسیسوری، معدنی و ثانوی) تعیین شده، تکسچر و سترکچر آنها بر ملا میگردد.

۳-۵-۳- تشریح سلاید نمبر ۱ (H).

نمونه سلاید متذکره از قسمت جنوب- غربی معدن تحت تحقیق که دارای کوردینات $33^{\circ}18'40.78''N$ ، $67^{\circ}25'11.21''E$ می باشد اخذ گردیده است. مطالعات میکروسکوپی ای که بالای این نمونه انجام شده است نشان میدهد که به صورت عموم این سلاید از کرسنال های کلسیت تشکیل گردیده است درجه کرستالینشن واضح نیست چون در مراحل ابتدائی میتامورفیزم تشکیل شده است. که در شکل (۱) ذیلاً تشریح گردیده است.



تحت دو نیکول (XPL)



تحت یک نیکول (PPL)

شکل ۱ عکس های میکروسکوپی سلاید نمونه نمبر (H)



ابجکتیف (بزرگنمایی): 4×10^4

قطر ساحه دید: ۲mm

منرال اصلی: کلسیت ۹۸٪

منرال فرعی: کوارس ۱،۵٪

سترکچر: گرانوبلستی

تکسچر: کتلوی

نام حجر مرمر کلسیتی سفید.

جدول (۲) مشخصات ماکروسکوپی نمونه سلايد نمبر (H)

نام حجر	مرمر
منرال اصلی	کلسیت
اجزای فرعی	کوارس
تکسچر	کتلوی
سترکچر	گرانوبلستی

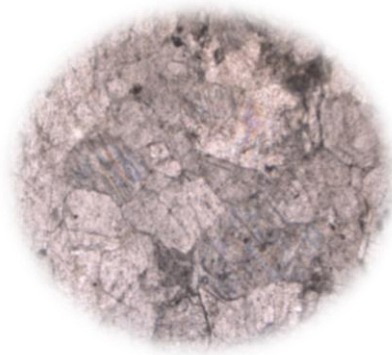
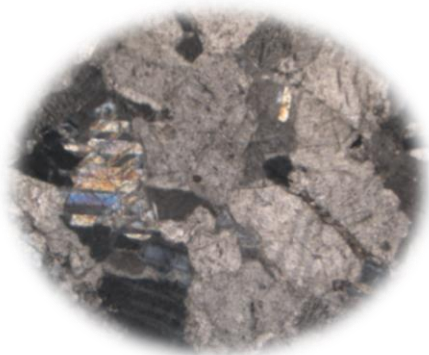
در جدول ذیل تمام مشخصات میکروسکوپی نمونه سلايد نمبر (H) که شامل اسم نمونه، صنف پتروگرافیکی، فارمیشن جیولوجیکی میباشد تشریح گردیده است.

جدول (۳) مشخصات میکروسکوپی نمونه سلايد نمبر (H)

مشخصات جیولوجیکی	
اسم نمونه	مرمر
صنف پتروگرافیکی	مینامورفیکی
فارمیشن جیولوجیکی	متحوله

۳-۵-۴- تشریح سلايد نمبر ۲ (H).

نمونه سلايد متذکره از قسمت مرکزی معدن تحت تحقیق که دارای کوردینات $33^{\circ}18'36''N$ ، $67^{\circ}25'24''E$ می باشد اخذ گردیده است که خصوصیات در شکل (۲) تشریح گردیده است.



تحت دو نیکول (XPL)

تحت یک نیکول (PPL)

شکل (۲) عکس های میکروسکوپی سلايد نمونه نمبر (H)

ابجکتيف (بزرگنمایی): 4×10

قطر ساحه دید: ۲mm

منرال اصلي: کلسیت ۹۰٪

منرال فرعی: کوارس ۲٪

سترکچر: گرانوبلستی

تکسچر: کتلوی

نام حجر مرمر کلسیتی سفید

جدول ۴. مشخصات ماکروسکوپی نمونه سلايد نمبر ۲ (H)

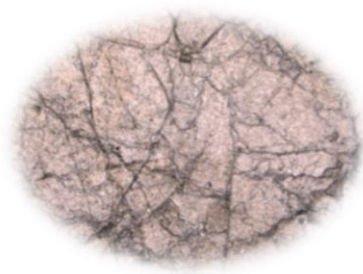
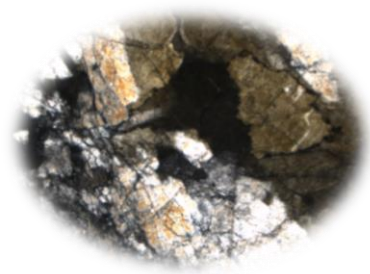
درجه فرسایش	کمیت
تخلخل	بسیار کم
رنگ	سفید شیری
عکس العمل در مقابل	جوشش شدید دارد
تیزاب HCL	
جدول ۵. مشخصات جیولوجیکی نمونه سلايد نمبر ۲ (H)	
اسم نمونه	مشخصات جیولوجیکی
صنف پتروگرافیکی	مرمر کلسیتی
	حجر میتامورفیکی



فارمیشن جیولوجیکی	متحوله
-------------------	--------

۵-۵-۳- تشریح سلاید نمبر ۳ (۱).

نمونه سلاید متذکره از قسمت جنوب - غربی معدن تحت تحقیق که دارای کوردینات (E- ۶۷° ۲۵' ۲۰", N- ۳۳° ۱۸' ۳۳,۳۰") می باشد اخذ گردیده است.



تحت دو نیکول (XPL)

تحت یک نیکول (PPL)

شکل (۳). عکس های میکروسکوپی سلاید نمونه نمبر ۳ (۱)

ابجکتیف (بزرگنمایی): 4×10

قطر ساحه دید: ۲ mm

سترکچر: لپیدو - نیماتو - گرانولستی

تکسچر: سلاتسی (توجیه شده) یعنی تمام منرالهای رنگه در یک جهت توجیه شده است.

نام حجر: حجر میتاسوماتیت هایدروترمالی یا سلاتس میتاسوماتیت هایدروترمالی.

جدول (۶) مشخصات ماکروسکوپی نمونه سلاید نمبر ۳ (۱)

درجه فرسایش	کمیت
تخلخل	بسیار کم
رنگ	تاریک
عکس العمل در مقابل تیزاب HCL	جوشش ندارد.

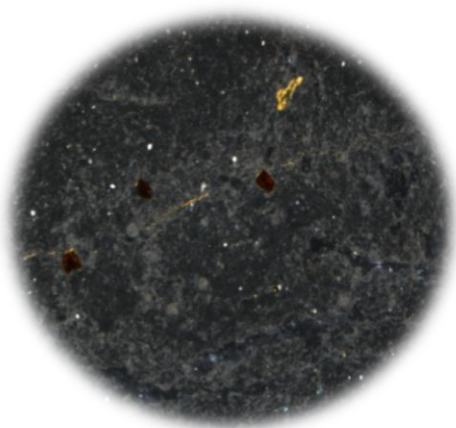
جدول (۷) مشخصات جیولوجیکی نمونه سلاید نمبر ۳ (۱)

مشخصات جیولوجیکی	اسم نمونه
میتاسوماتیت هایدروترمالی	صنف پتروگرافیکی
حجر میتامورفیکی	فارمیشن جیولوجیکی
متحوله	

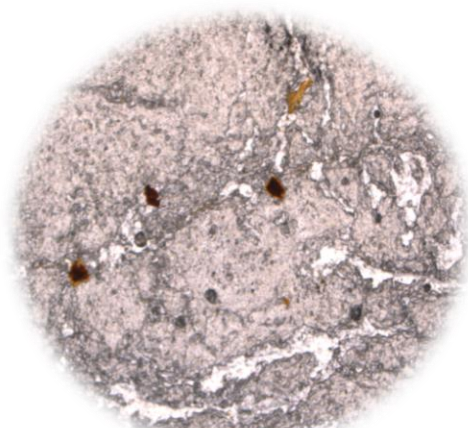


۳-۵-۶- تشریح سلايد نمبر ۴ (۲).

نمونه سلايد متذکره از قسمت جنوبی معدن تحت تحقیق که دارای کوردینات "۱۴, ۲۷, ۲۵, ۶۷°E- (۳۸, ۹۸, ۱۸°N- می باشد اخذ گردیده است. مطالعات میکروسکوپی ای که بالای این نمونه انجام شده است نشان میدهد که حجر سلاتسی بوده که در ترکیب آن اکساید آهن بصورت روشن، هماتیت و کوارس بصورت قابل توجه دیده میشود همچنان لکه های زرد که احتمال موجودیت طلا را بیشتر میسازد نیز به مشاهده میرسد.



تحت دو نیکول (XPL)



تحت یک نیکول (PPL)

شکل (۴) عکس های میکروسکوپی سلايد نمونه نمبر ۴ (۲)

ابعاد (بزرگنمایی): 4×10

قطر ساحه دید: ۲mm

سترکچر: لپیدو - نیماتو - گرانوبلستی

تکسچر: سلاتسی (توجیه شده) یعنی تمام منرالهای رنگه در یک جهت توجیه شده است.

نام حجر: سلاتس

جدول (۸) مشخصات ماکروسکوپی نمونه سلايد نمبر ۴ (۲)

درجه فرسایش	کم
تخلخل	بسیار کم
رنگ	تاریک
عکس العمل در مقابل تیزاب HCL	جوشش ندارد



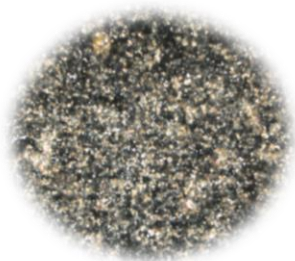
جدول (۹) مشخصات جیولوجیکي نمونه سلايد نمبر ۴ (۲)

مشخصات جیولوجیکي

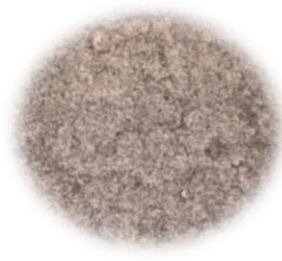
اسم نمونه	میتاسوماتیت هایدروترمالی
صنف پتروگرافیکي	حجر میتامورفیکي
فارمیشن جیولوجیکي	متحوله

۳-۵-۷- تشریح سلايد نمبر ۵ (۳).

نمونه سلايد متذکره ازقسمت جنوب غربی معدن تحت تحقیق اخذ گردیده است. مطالعات میکروسکوپی ای که بالای این نمونه انجام شده است نشان میدهد که حجر سلاتسی بوده که در ترکیب آن کوارس، سرسیت، ابرک ها (فلاگوپیت)، کاربنات ها بصورت توجه شده دیده میشود. همچنان موجودیت طلا بصورت خال ها امکان دارد وجود داشته باشد که در شکل (۵) نمایش داده شده است.



تحت دو نیکول (XPL)



تحت یک نیکول (PPL)

شکل (۵) عکس های میکروسکوپی سلايد نمونه نمبر (۵)

ابعادکتیف (بزرگنمایی): 4×10

قطر ساحه دید: ۲ mm

سترکچر: لپیدو - نیماتو - گرانوبلستی

تکسچر: سلاتسی (توجه شده) یعنی تمام منرالهای رنگه دریک جهت توجه شده است.

نام حجر: سلاتس.

جدول (۱۰) مشخصات ماکروسکوپی نمونه سلايد نمبر ۵ (۳)

درجه فرسایش	کم
تخلخل	بسیار کم
رنگ	تاریک



جدول (۱۱) مشخصات جیولوجیکی نمونه سلاید نمبر ۵ (۳)

مشخصات جیولوجیکی

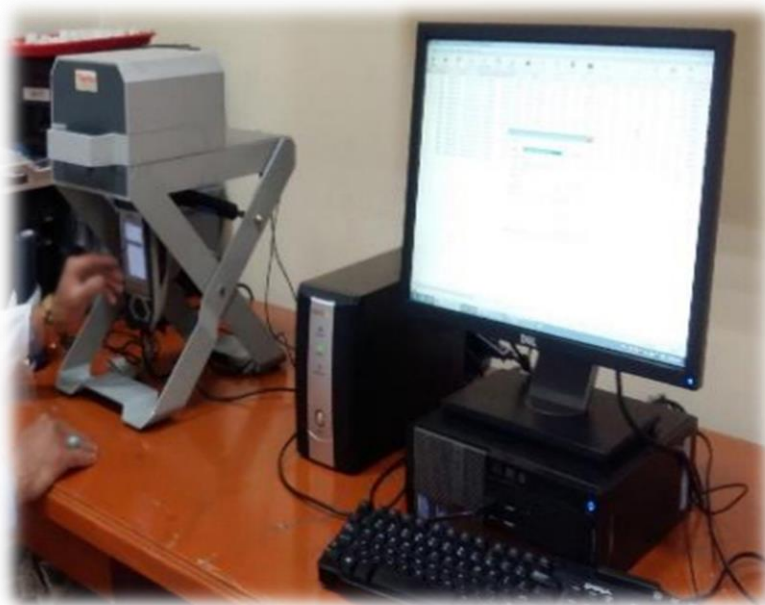
اسم نمونه	میتاسوماتیت هایدرותרمالی
صنف پتروگرافیکی	حجر میتامورفیکی
فارمیشن جیولوجیکی	متحوله

۴. تجزیه کیمیاوی سنگ مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی به

روش XRF

دستگاه XRF دستگاه است که برای اندازه گیری موج و شدت امواج فلورسانس ساخته شده و برای تشخیص عناصر مختلف در نمونه های سنگ معدنی بکار میرود، نتیجه آن شناسایی و تعیین کمیت موجودیت عناصر در نمونه میباشد. دستگاه XRF کاربرد وسیع در بسیاری از علوم دارد و امروزه به علت پیشرفت های بسیار زیاد در این زمینه به صورت یکی از دستگاه های ضروری در لابراتوارهای تحقیقاتی تبدیل شده است. سرعت بالا، روش اندازه گیری کیفی و کمی، تجزیه عناصر نمونه از عنصر Na تا U و قابلیت آنالیز عناصر در مقدار کم در سطح PPM از جمله مزایای این روش میباشد. این آنالیز به سبب سرعت بالا، وعدم مصرف مواد کیمیاوی، روش ارزان نسبت به سایر روش های آنالیز بوده و همچنان آلوده کننده محیط نیز نمیشد.

بنابراین به تعداد ۵ نمونه از سنگ های مرمر ساحه میان کوه مالستان ولایت غزنی و احجار مجاور آن برای مطالعات پتروگرافیکی توسط میتود XRF تجزیه و مطالعه گردیده است شکل (۶) نشان دهنده جریان مطالعات توسط میتود متذکره را نشان میدهد.



شکل (۶) جریان انالیز نمونه در دستگاه XRF.

بطور کل مطالعات پتروگرافیکی توسط میتود XRF در دومرحله انجام میشود.

۴-۱- نتایج آزمایش XRF نمونه ها

از نتایج حاصله آزمایشهای XRF از نمونه های مرمر واحجار مجاور آن طوری نتیجه بدست می آید که ابتدا معلومات اخذ شده توسط دستگاه در کمپیوتر داندلود گردیده بعد در برنامه اکسیل محاسبه میگردد. از نتایج آن کتیونهای با فیصدی شان در جداول (۱۲-۲۱) ترتیب شده.



جدول (۱۲) کتيون های نمونه سلايد نمبر ۱(H) در نتايج تجزيه XRF

شماره	شماره	نقطه	نام	PPM	غلطی ±	فيصدي	فيصدي	موقعيت
	لابراتواري	مشاهداتي	عناصر		PPM	عناصر	غلطی ±	
۱	۵۰	N-H	Bal	۵۷۲۱۷۹,۶۲۵	۱۶۲۹,۲۳۳	۰,۷۳۸۲۲۲۴	۵,۶۲۵۵۹۱۹	ساحه ميان کوه-ولسوالۍ هالستان، ولايت غزني
			Al	۸۱۱۴,۴۵۱	۱۷۸۹,۶۵۵	۰,۰۱۰۴۶۹۲	۶,۱۷۹۵۱۴۳	
			Mg	۳۷۲۵۴۲,۳۶۷	۲۲۶۱۰,۸۸	۰,۴۸۰۶۵۱۷	۷۸,۰۷۳۲۹۱	
			Si	۲۶۱۵۹,۳۰۵	۱۰۹۷,۱۸۹	۰,۰۳۳۷۵۰۶	۳,۷۸۸۴۹۲۸	
			Cl	۲۱۳,۰۹۱	۵۹,۵۹۱	۰,۰۰۰۲۷۴۹	۰,۲۰۵۷۶۲۲	
			K	۲۲۰,۴۸۳	۹۶,۹۹۸	۰,۰۰۰۲۸۴۵	۰,۳۳۴۹۲۵۲	
			Pb	۱۱,۱۸۷	۲,۷۴۸	۱,۴۴۳E-۰۵	۰,۰۰۹۴۸۸۶	
			Ca	۷۶۰۱۵۷۰۶,۱۶	۱۴۲۱,۸۶۲	۹۸,۰۷۴۹۷۲	۴,۹۰۹۵۵۸۸	
			Ti	۱۴۱,۵۹۴	۳۹,۸۸۷	۰,۰۰۰۱۸۲۷	۰,۱۳۷۷۲۶۱	
			V	۴۷,۱۹۷	۱۶,۹۰۷	۶,۰۸۹E-۰۵	۰,۰۵۸۳۷۸۳	
			Cr	۶۳,۳۵۵	۹,۱۶۲	۸,۱۷۴E-۰۵	۰,۰۳۱۶۳۵۵	
			Mn	۲۰۹,۳۶۷	۳۱,۹۲۴	۰,۰۰۰۲۷۰۱	۰,۱۱۰۲۳۰۶	
			Fe	۵۱۱۴۲۳,۲۴۱	۷۸,۵۵۴	۰,۶۵۹۸۳۵	۰,۲۷۱۲۳۹۷	
			Co	۶۷,۶۶۱	۳۳,۴۴۹	۸,۷۳E-۰۵	۰,۱۱۵۴۹۶۳	
			Ni	۶۲,۳۱۷	۱۶,۰۷۹	۸,۰۴E-۰۵	۰,۰۵۵۵۱۹۳	
			Cu	۲۱۹,۱۷۴	۱۲,۳۸۳	۰,۰۰۰۲۸۲۸	۰,۰۴۲۷۵۷۴	
			Zn	۴۴,۰۴۹	۵,۴۵۹	۵,۶۸۳E-۰۵	۰,۰۱۸۸۴۹۴	
			As	۵,۸۶۱	۲,۶۳۲	۷,۵۶۲E-۰۶	۰,۰۰۹۰۸۸۱	
			Sr	۱۲۸,۹۷۵	۲,۹۲۶	۰,۰۰۰۱۶۶۴	۰,۰۱۰۱۰۳۲	
			Ba	۱۹۲,۹۵۹	۳,۵۷۷	۰,۰۰۰۲۴۹	۰,۰۱۲۳۵۱۱	



جدول (۱۳) کتيون های نمونه سلايد نمبر ۲(H) در نتايج تجزيه XRF

شماره	نقطه	نام	PPM	غلطي ± PPM	فيصدي عناصر	فيصدي غلطي ±	موقعيت
لابراتواري	مشاهداتي	عناصر					
۲	۵۰	N - H	Bal	۶۱۸۶۷,۸۷۵	۱۴۳۸,۱۸۱	۵,۴۶۹۶۵	۸,۹۷۶۰۵۶
			Al	۸۶۷۳,۰۸۲	۱۶۴۵,۴۰۹	۰,۷۶۶۷۷۵	۱۰,۲۹۹۴۲
			Mg	۴۴۰,۶۳,۵۷۰	۹۸۹۳,۸۷۶	۳,۸۹۵۵۹۷	۶۱,۷۵۰۲۱
			Si	۳۰۲۵۰,۱۶۰	۱۱۱۷,۵۵۱	۲,۶۷۴۳۷۳	۶,۹۷۴۹۲۲
			Cl	۱۸۵,۲۵۲	۵۸,۰۷۰	۰,۰۱۶۳۷۸	۰,۳۶۲۴۳
			K	۳۴۳,۴۴۹	۹۴,۴۴۳	۰,۰۳۰۳۶۴	۰,۵۸۹۴۴۳
			Pb	۱۱,۶۸۶	۲,۷۶۳	۰,۰۰۱۰۳۳	۰,۰۱۷۲۴۵
			Ca	۹۷۸۸۵۵,۵۹۴	۱۳۴۹,۱۸۳	۸۶,۵۳۹۲۱	۸,۴۲۰۵۹۶
			Ti	۱۳۶,۷۱۳	۳۸,۹۹۶	۰,۰۱۲۰۸۷	۰,۲۴۳۳۸۴
			V	۳۵,۵۷۹	۱۵,۷۰۷	۰,۰۰۳۱۴۵	۰,۰۹۸۰۳۱
			Cr	۶۷,۶۵۰	۹,۲۴۰	۰,۰۰۵۹۸۱	۰,۰۵۷۶۶۹
			Mn	۲۰۳,۱۹۸	۳۲,۰۵۶	۰,۰۱۷۹۶۴	۰,۲۰۰۰۷
			Fe	۴۹۸۰,۲۷۸	۷۷,۵۶۹	۰,۴۴۰۲۹۹	۰,۴۸۴۱۲۸
			S	۸۶۶,۴۵۴	۱۵۹,۰۲۲	۰,۰۷۶۶۰۲	۰,۹۹۲۴۹۷
			Ni	۵۵,۱۳۸	۱۵,۷۶۱	۰,۰۰۴۸۷۵	۰,۰۹۸۳۶۸
			Cu	۲۰۸,۲۶۲	۱۲,۱۱۶	۰,۰۱۸۴۱۲	۰,۰۷۵۶۱۹
			Zn	۳۹,۷۰۶	۵,۲۷۰	۰,۰۰۳۵۱	۰,۰۳۲۸۹۱
			As	۴,۹۳۲	۲,۵۹۲	۰,۰۰۰۴۳۶	۰,۰۱۶۱۷۷
			Sr	۹۷,۹۳۸	۲,۵۸۷	۰,۰۰۸۶۵۹	۰,۰۱۶۱۴۶
			Zr	۴,۱۸۹	۱,۸۹۲	۰,۰۰۰۰۳۷	۰,۰۱۱۸۰۸
			Ba	۱۶۱,۴۸۹	۵۰,۱۳۲	۰,۰۱۴۲۷۷	۰,۳۱۲۸۸۷

ساحه ميان کوهدوسوالی مالستان ، ولایت غزني



جدول (۱۴) کټیون های نمونه سلاید نمبر ۳ (۱) در نتایج تجزیه XRF

شماره	شماره لابراتواری	نقطه مشاهداتی	نام عناصر	PPM	غلطی ± PPM	فیصدی عناصر	فیصدی غلطی ±	موقعیت
۳	۵۰	N-۱	Bal	۴۳۰۶۶۱,۹۴۰	۲۳۲۳,۵۴۸	۴۳,۰۳۷۶۹۳۰۲	۲۳,۳۹۲۴۳	ساحه میان کوه و سواحل مالستان، ولایت غزنی
			Ca	۲۴۰۷۱۵,۲۱۹	۱۶۷,۷۰۵	۲۴,۰۵۵۵۹۱۴۹	۱,۶۸۱۳۷۸	
			Si	۱۶۹۶۳۰,۸۷۵	۲۳۱۷,۳۹۲	۱۶,۹۵۱۸۶۱۴۲	۲۳,۳۳۰۴۶	
			Fe	۱۰۹۶۳۶,۳۹۱	۷۳۵,۱۶۳	۱۰,۹۵۶۳۸۳۴۲	۷,۴۰۱۲۸۹	
			Al	۳۵۵۵۹,۲۲۳	۳۲۱۶,۰۰۲	۳,۵۵۳۵۶۹۰۰۹	۳۲,۳۷۷۲۶	
			Cu	۵۰۶۵,۶۶۰	۷۴,۲۰۸	۰,۵۰۶۲۳۰۷۵۷	۰,۷۴۷۰۹۳	
			Mn	۲۳۵۱,۳۳۲	۱۰۶,۰۸۹	۰,۲۳۴۹۷۷۵۹	۱,۰۶۸۰۵۶	
			Ti	۱۵۹۰,۶۲۷	۱۰۴,۹۴۸	۰,۱۵۸۹۵۷۴۳۳	۱,۰۵۶۵۶۹	
			Zn	۱۳۶۱,۴۷۶	۳۲,۲۵۰	۰,۱۳۶۰۵۷۴۹۸	۰,۳۲۴۶۷۸	
			K	۸۱۶,۴۶۱	۱۴۱,۸۹۲	۰,۰۸۱۵۹۲۰۶۷	۱,۴۲۸۵۰۵	
			S	۶۶۵,۷۹۴	۱۹۵,۵۲۸	۰,۰۶۶۵۳۵۳۳۸	۱,۹۶۸۴۸۸	
			S	۶۶۵,۷۹۴	۱۹۵,۵۲۸	۰,۰۶۶۵۳۵۳۳۸	۱,۹۶۸۴۸۸	
			Cr	۴۵۷,۷۵۷	۴۳,۴۵۳	۰,۰۴۵۷۴۵۴۰۶	۰,۴۳۷۴۶۵	
			Cl	۴۵۰,۳۷۵	۸۴,۰۷۶	۰,۰۴۵۰۰۷۶۹۴	۰,۸۴۶۴۳۹	
			Ba	۳۲۹,۴۰۲	۷۷,۶۰۸	۰,۰۳۲۹۱۸۴	۰,۷۸۱۳۲۲	
			V	۲۱۶,۱۶۱	۴۲,۱۰۴	۰,۰۲۱۶۰۱۷۹۵	۰,۴۲۳۸۸۴	
			Sn	۱۹۵,۸۰۶	۲۴,۹۴۹	۰,۰۱۹۵۶۷۶۴۲	۰,۲۵۱۱۷۵	
			Ni	۹۳,۹۱۹	۳۰,۶۰۲	۰,۰۰۹۳۸۵۶۸۴	۰,۳۰۸۰۸۷	
			Zr	۷۳,۰۲۶	۳,۰۴۴	۰,۰۰۷۲۹۷۷۶۷	۰,۰۳۰۶۴۶	
			Sr	۴۳,۰۳۷	۲,۰۱۰	۰,۰۰۴۳۰۰۸۵۲	۰,۰۲۰۲۳۶	
			As	۳۹,۴۷۸	۵,۵۱۵	۰,۰۰۳۹۴۵۱۸۷	۰,۰۵۵۵۲۳	
			Pb	۲۵,۲۸۸	۵,۴۰۵	۰,۰۰۲۵۲۷۱۲۶	۰,۰۵۴۴۱۵	
			Nb	۱۳,۶۶۹	۱,۸۶۳	۰,۰۰۱۳۶۵۹۹۵	۰,۰۱۸۷۵۶	
			Mo	۳,۵۲۳	۲,۰۲۳	۰,۰۰۰۳۵۲۰۶۷	۰,۰۲۰۳۶۷	



شماره	شماره	نقطه	نام	PPM	غلطی ±	فیصدی	فیصدی	موقعیت
لاپراتواری	مشاهداتی	عناصر	عناصر	غلطی ±	غلطی ±	غلطی ±	غلطی ±	
۴	۵۰	N-۲	Bal	۳۹۵۰۱۴,۰۰۰	۲۳۸۱,۰۴۷	۳۹,۴۷۵۲۶	۲۳,۹۷۱۳۱	
			Ca	۲۴۰۳۲۱,۱۵۵	۱۶۸۸,۵۹۷	۲۴,۰۱۶۲۱	۱۷,۰۰۰۰۳	
			Si	۱۹۱۲۹۱,۶۲۵	۲۳۶۴,۸۴۵	۱۹,۱۱۶۵	۲۳,۸۰۸۱۹	
			Fe	۱۰۷۹۹۰,۹۰۶	۷۰۳,۶۲۸	۱۰,۷۹۱۹۴	۷,۰۸۳۸۰۹	
			Al	۳۷۳۸۷,۸۲۸	۳۳۴۵,۶۱۳	۳,۷۳۶۳۰۸	۳۳,۶۸۲۱۲	
			Mn	۳۲۴۴,۶۷۴	۱۱۵,۹۰۷	۰,۳۲۴۲۵۳	۱,۱۶۶۸۹۹	
			Zn	۲۳۵۲,۰۹۰	۴۱,۰۷۷	۰,۲۳۵۰۵۳	۰,۴۱۳۵۴۵	
			Cu	۱۳۰۴,۵۴۰	۳۵,۱۲۳	۰,۱۳۰۳۶۸	۰,۳۵۳۶۰۲	
			S	۱۱۲۰,۸۲۸	۲۰۴,۷۸۸	۰,۱۱۲۰۰۹	۲,۰۶۱۷۱۳	
			Ti	۱۰۷۶,۹۹۱	۱۰۲,۵۹۷	۰,۱۰۷۶۲۸	۱,۰۳۲۹	
			K	۸۷۰,۰۴۲	۱۵۱,۱۹۱	۰,۰۸۶۹۴۷	۱,۵۲۲۱۲۳	
			Cl	۴۳۸,۰۳۷	۸۲,۲۶۷	۰,۰۴۳۷۷۵	۰,۸۲۸۲۲۷	
			Cr	۴۳۴,۳۶۸	۴۸,۹۶۸	۰,۰۴۳۴۰۸	۰,۴۹۲۹۸۸	
			Sc	۳۰۷,۵۸۸	۱۲۹,۲۶۴	۰,۰۳۰۷۳۸	۱,۳۰۱۳۷۲	
			Ba	۳۰۶,۰۴۸	۷۶,۴۴۷	۰,۰۳۰۵۸۵	۰,۷۶۹۶۳۴	
			Sn	۲۳۸,۸۴۸	۲۵,۶۱۱	۰,۰۲۳۸۶۹	۰,۲۵۷۸۴	
			V	۱۵۴,۲۸۲	۴۱,۳۳۴	۰,۰۱۵۴۱۸	۰,۴۱۶۱۳۲	
			Ni	۱۲۵,۴۰۴	۲۹,۷۷۶	۰,۰۱۲۵۳۲	۰,۲۹۹۷۷۱	
			Zr	۶۲,۲۰۱	۲,۶۹۸	۰,۰۰۶۲۱۶	۰,۰۲۷۱۶۲	
			As	۲۷,۰۰۷	۵,۰۱۱	۰,۰۰۲۶۹۹	۰,۰۵۰۴۴۸	
			Pb	۲۶,۷۴۴	۵,۲۶۲	۰,۰۰۲۶۷۳	۰,۰۵۲۹۷۵	
			Sr	۱۲,۲۲۰	۱,۲۶۰	۰,۰۰۱۲۲۱	۰,۰۱۲۶۸۵	
			Nb	۱۰,۹۷۶	۱,۷۴۸	۰,۰۰۱۰۹۷	۰,۰۱۷۵۹۸	
			Mo	۳,۷۷۷	۱,۹۳۹	۰,۰۰۰۳۷۷	۰,۰۱۹۵۲۱	

ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ، ولایت غزني

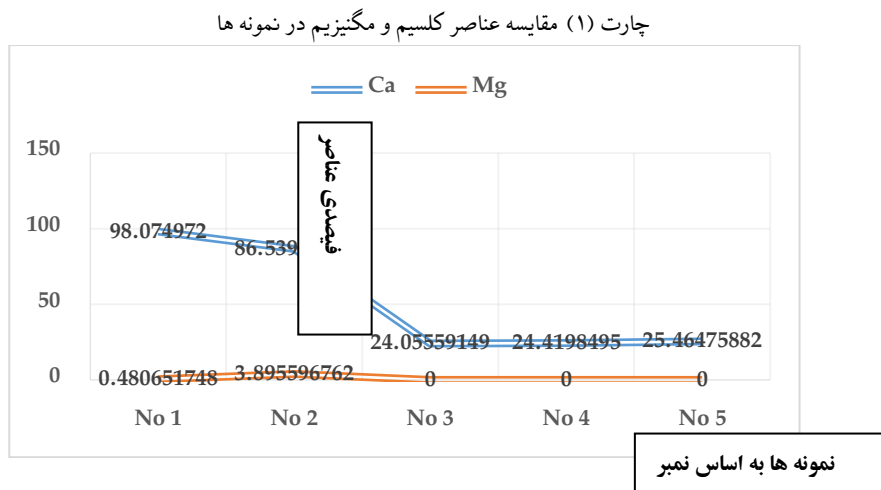
جدول (۱۵). کثیون های نمونه سلاید نمبر ۴ (۲) در نتایج تجزیه XRF



شماره	شماره	نقطه	نام	PPM	غلطی ±	فیصدی	فیصدی	موقعیت
۵	۵۰	N-۳	Bal	۳۷۸۰۰۹,۹۰۶	۲۴۹۳,۵۲۱	۳۷,۷۷۵۹۷	۲۵,۱۰۳۶۲۸۹	موقعیت
			Ca	۲۴۶۶۱۷,۱۴۱	۱۶۴۴,۷۱۴	۲۴,۶۴۵۳۹	۱۶,۵۵۸۲۳۷۴۹	
			Si	۱۸۶۳۰۰,۷۱۹	۲۳۹۱,۶۴۹	۱۸,۶۱۷۷۴	۲۴,۰۷۸۰۴۱۶۲	
			Fe	۹۸۴۰۰,۰۰۸	۶۵۱,۸۷۲	۹,۸۳۳۴۸۹	۶,۵۶۲۷۵۲۷۹	
			Al	۴۶۰۰۹,۷۸۹	۳۷۸۵,۶۰۷	۴,۵۹۷۹۳۴	۳۸,۱۱۱۷۸۰۹۹	
			Mn	۳۹۶۷,۳۴۲	۱۲۴,۶۹۷	۰,۳۹۶۴۷۲	۱,۲۵۵۳۹۳۰۶	
			Ti	۲۳۸۷,۰۸۵	۱۱۴,۳۰۰	۰,۲۳۸۵۵۱	۱,۱۵۰۷۲۰۷۶۱	
			Zn	۲۱۳۸,۴۲۶	۳۸,۴۷۴	۰,۲۱۳۷۰۱	۰,۳۸۷۳۳۸۸۵	
			Cu	۷۹۵,۸۰۷	۲۷,۹۲۷	۰,۰۷۹۵۲۸	۰,۲۸۱۱۵۶۴۱۹	
			K	۷۷۱,۵۱۰	۱۴۱,۱۹۴	۰,۰۷۷۱	۱,۴۲۱۴۷۷۴۰۳	
			S	۷۶۲,۷۸۳	۲۰۰,۸۳۳	۰,۰۷۶۲۲۸	۲,۰۲۱۸۹۵۹۱۱	
			Cl	۵۹۳,۸۷۲	۸۸,۰۶۰	۰,۰۵۹۳۴۸	۰,۸۸۶۵۴۸۲۹۶	
			Cr	۴۳۸,۵۳۱	۴۵,۱۵۴	۰,۰۴۳۸۲۴	۰,۴۵۴۵۹۰۰۷۲	
			Ba	۳۴۰,۷۵۶	۷۴,۴۳	۰,۰۳۴۰۵۳	۰,۷۴۹۳۲۷۶۱۴	
			Sc	۱۸۷,۶۶۱	۱۲۴,۷۱۶	۰,۰۱۸۷۵۴	۹۳,۳۱۴۶۷۷۸	
			V	۱۷۴,۸۱۵	۴۴,۲۲۹	۰,۰۱۷۴۷	۰,۴۴۵۲۷۷۵۹	
			Sn	۱۷۲,۳۷۱	۲۳,۳۷۵	۰,۰۱۷۲۲۶	۰,۲۳۵۳۲۸۹۴	
			Zr	۱۲۱,۷۱۸	۳,۴۵۶	۰,۰۱۲۱۶۴	۰,۰۳۴۷۹۳۴۴۷	
			Ni	۱۲۰,۲۴۵	۲۹,۰۶۲	۰,۰۱۲۰۱۷	۰,۲۹۲۵۸۳۰۸۶	
			As	۳۷,۷۲۹	۵,۲۳۰	۰,۰۰۳۷۷	۰,۰۵۲۶۵۳۲۷۷	
			Pb	۲۵,۴۱۵	۵,۱۳۶	۰,۰۰۲۵۴	۰,۰۵۱۷۰۶۹۲۸	
			Hg	۲۰,۹۵۴	۷,۱۲۰	۰,۰۰۲۰۹۴	۰,۰۷۱۶۸۰۹۴۳	
			Bi	۱۹,۴۵۲	۴,۲۲۸	۰,۰۰۱۹۴۴	۰,۰۴۲۵۶۵۵۹۴	
			Sr	۱۵,۲۱۸	۱,۳۲۴	۰,۰۰۱۵۲۱	۰,۰۱۳۳۲۹۴۳۴	
			Th	۱۴,۹۸۰	۳,۳۲۸	۰,۰۰۱۴۹۷	۰,۰۳۳۵۰۴۸	
			Nb	۱۱,۷۸۶	۱,۷۴۲	۰,۰۰۱۱۷۸	۰,۰۱۷۵۳۷۶۶۹	
			U	۵,۴۴۳	۳,۴۵۰	۰,۰۰۰۵۴۴	۰,۰۳۴۷۳۳۰۴۱	
			Mo	۳,۰۰۶	۱,۹۷۱	۰,۰۰۰۳	۰,۰۱۹۸۴۳۱۳۸	

ساحه میان کوه ولسوالی مالستان، ولایت غزنی

جدول (۱۶) کثیون های نمونه سلاید نمبر ۵ (۳) در نتایج تجزیه XRF



مقاومت فشاری مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان طبق استاندارد (ASTM C ۱۷۰)

محاسبات:

محاسبه مقاومت فشاری یک محوره سنگ از حاصل تقسیم فشار وارده بر مساحت نمونه مطابق فورمول زیر بدست آمده و نتایج آن درج جدول (۲۱،۴) گردیده است.

$$C = W/A$$

C- مقاومت فشاری نمونه (IBF/in^2 or Mpa)

W- بار وارده به نمونه در لحظه شکستن (IBF or N)

سطح مقطع نمونه (in^2 or mm^2).

جدول (۱۷) نتیجه آزمایش مقاومت فشاری مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان، غزنی.

مقاومت نهایی نمونه ها				مشخصات نمونه ها			
Mpa	PSI	Kg/cm ^۲	به	مساحت به	عرض به	طول به	ارتفاع به
				Cm ^۲	Cm	Cm	Cm
۴۴،۴۸	۶۴۵۱،۲۸	۴۵۳،۵۷	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	کیویک
۳۸،۹۵	۵۶۴۹،۲۳	۳۷۹،۱۸	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	کیویک
۴۷،۱۷	۶۸۴۱،۴۳	۴۸۱،۰۰	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	کیویک
۴۰،۲۵	۵۸۳۷،۶۹	۴۱۰،۴۳	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	کیویک
۴۸،۰۹	۶۹۷۴،۸۴	۴۹۰،۳۸	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	کیویک

طوری که در جدول فوق مشاهده میشود مقاومت نهایی نمونه در مقابل فشار به طور اوسط ۴۸،۰۹ MPa میباشد.



جدول (۱۸). طبقه بندی احجار بر اساس مقاومت فشاری آنها. (فهیمی فر و سروش، ۱۳۸۰).

شرح	معادل مقاومت فشار یک محوره (MPa)
مقاومت شدیداً بالا	> 160
مقاومت خیلی بالا	$160-60$
مقاومت بالا	$60-16$
مقاومت متوسط	$16-5$
مقاومت پایین	$5-1,6$
مقاومت خیلی پایین	$1,6-0,5$
مقاومت شدیداً پایین	$0,5 <$

از مقایسه مقاومت نهایی نمونه ها در مقابل فشار با جدول طبقه بندی احجار بر اساس مقاومت فشاری آنها که در انتروال مقاومت فشاری (MPa 16-60) قرار گرفته اند؛ لذا این مرمرها دارای مقاومت فشاری بالا می باشد.

۵. وزن مخصوص، وزن حجمی و جذب آب اگریگات های میان کوه براساس

استندرد - ASTM C

وزن حجمی سنگ تابع منفذها، درزها، شکاف ها و سایر فضاهای باز موجود در سنگ می باشد. وزن حجمی یک نمونه مشخص سنگ، با افزایش عمق بیشتر میشود، چرا که با افزایش عمق و در نتیجه فشار سنگ های فوقانی، درزهای موجود در سنگ به تدریج زیاد میشوند.

محاسبات:

وزن مخصوص نمونه های سنگ از حاصل تقسیم وزن نمونه خشک در هوا بر حاصل تفریق وزن نمونه در بین آب از وزن نمونه تر در هوا توسط فورمول ذیل حاصل میشود.

$$OD = (A/B - C)$$

OD: وزن مخصوص.

A: وزن نمونه خشک شده توسط اون در هوا به گرام.

B: وزن نمونه به حالت اشباع از آب با سطح خشک در هوا به گرام.

C: وزن نمونه در داخل آب به گرام.

وزن مخصوص در حالت اشباع آب با سطح خشک (وزن حجمی) از رابطه دیل بدست می آید.

$$SSD = B/B - C$$

SSD: وزن حجمی در حالت اشباع از آب با سطح خشک (وزن حجمی)

B: وزن نمونه تر با سطح خشک

C: وزن نمونه در داخل آب.



جذب آب سنگ از اثر حاصل تفریق وزن نمونه درحالت خشک از وزن نمونه درحالت مشبوع آب، تقسیم بر وزن نمونه درحالت خشک، ضرب در عدد ۱۰۰ و به فیصد ارائه میگردد که قرار فورمول ذیل بدست می آید.

$$W (\%) = [(B-A)/A] * 100$$

W: جذب آب به فیصد.

A: وزن نمونه مشبوع از آب.

جدول (۱۹) نتایج آزمایشات وزن مخصوص، جذب آب و وزن مخصوص مرمریان کوه.

وزن نمونه به gr	جذب آب به %	وزن مخصوص ص	وزن مخصوص ص	وزن مخصوص (حالت اشباع با سطح خشک)
وزن نمونه خشک	وزن نمونه در داخل آب	وزن نمونه مشبوع از آب با سطح خشک	وزن نمونه مشبوع از آب با سطح خشک	وزن نمونه مشبوع از آب با سطح خشک
۱۵۶۷	۹۷۸.	۰.	۲.۶۶	۲.۶
۶۰.	۴۰	۱۷	۵	۵

۶. مقاومت ساییده گی اگریگات مرمیرساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت

غزنی بوسیله سایش و ضربه در دستگاه لاس آنجلس طبق استاندارد (ASTM

C۱۳۱)

هدف از این آزمایش روش تعیین مقاومت سائیده گی اگریگات های درشت دانه کوچکتر از ۰.۳۷ میلی متر را بوسیله دستگاه لاس آنجلس شرح میدهد.

جدول (۲۰) می‌توذهای مختلف تعیین مقاومت ساییده گی اگر گاتها

مانده روی الک		دانه بندی همراه با تعداد گلوله و وزن به گرام			
(اینچ)		A/۱۲	B/۱۱	C/۸	D/۶
۱ ۱/۲"	۱"	۱۲۵۰			
۱"	3/4"	۱۲۵۰			
3/4"	1/2"	۱۲۵۰			
1/2"	3/4"	۱۲۵۰			
3/4"	1/2"		۲۵۰۰		
1/2"	3/8"		۲۵۰۰		
3/8"	1/4"			۲۵۰۰	
1/4"	#۴			۲۵۰۰	
#۴	#۸				۵۰۰۰

جدول فوق مبین متوذهای A/۱۲، B/۱۱، C/۸، D/۶ می باشد که در آزمایش لاس آنجلس بکار می رود. آزمایش لاس آنجلس که بالای نمونه های مرمر ساحه میان کوه انجام شده از میتود C استفاده شده که دارای ۸ گلوله می باشد که در جدول (۲۰) واضح گردیده است.

جدول (۲۱) مقدار گلوله های فولادی نظر به دانه بندی اگر بگاتها در دستگاه لاس آنجلس.

وزن گلوله ها	تعداد گلوله ها	دانه بندی
500 ± 10	۱۲	A
500 ± 10	۱۱	B
500 ± 10	۸	C
2500 ± 10	۶	D

وزن مواد از دست رفته (تفاوت بین وزن ابتدایی و وزن نهایی نمونه مورد آزمایش) به صورت فیصدی و نظر به وزن اولیه نمونه محاسبه می‌شود. این مقدار به عنوان فیصدی مواد از دست رفته ذکر می‌شود. فیصدی مواد از دست رفته از فورمول ذیل بدست می‌آید و نتیجه آن درج جدول (۴۰) گردیده بخاطر رده بندی مقاومت اگر گیات ها جدول (۴۱) ذیلا درج است.

$$\text{Abrasi} = [(A-B)/A]^* \cdot \cdot$$

A: وزن اوله نمونه.

B: وزن نمونه که از دستگاه لاس آنجلس خارج شده و در الک ۱۲ باقی میماند.



جدول (۲۲) نتیجه آزمایش مقاومت ساییده گی اگریگانهای مرمر مورد نظر.

روش انتخاب شده آزمایش	C میتود
دوران کامل (3 ± 30 r.p.m)	۵۰۰ دور مکمل
تعداد گلوله سربی	
وزن اولیه نمونه به گرام (A)	۵۰۰،۱
وزن نمونه خارج شده از ماشین لاس آنجلس به گرام که در الگ ۱۲ باقی مانده.	۳۷۱۲،۵
فیصدی مواد از دست رفته $100 * [(A-B)/A]$	۲۵،۷۷%
اوسط مواد سایش شده	۲۵،۷۷%

بر اساس جدول فوق اوسط فیصدی مواد سایش شده در دستگاه لاس آنجلس ۲۵،۷۷ می باشد.

جدول (۲۳) رده بندی مقاومت اگریگات سنگ نظر به مقدار افت وزنی در دستگاه لاس آنجلس.

افت وزنی به فیصد	مقاومت
کمتر از ۳۰٪	بسیار مقاوم
۳۰ - ۴۰ %	مقاوم
بیشتر از ۴۰٪	ضعیف

از مقایسه فیصدی مواد سایش شده در دستگاه لاس آنجلس با جدول رده بندی مقاومت اگریگات سنگ نظر به مقدار افت وزنی در دستگاه لاس آنجلس مشاهده می شود که در انتروال افت وزنی کمتر از ۳۰٪ می باشد لذا بسیار مقاوم می باشد.

۷. اندکس دوام مرمر ساحه میان کوه به اساس Slake (ASTM D ۴۶۴۴)

Durability Index

شاخص دوام سنگ، یک شاخص بسیار مناسب برای نشان دادن حساسیت سنگ در مقابل تر و خشک شدن متوالی و تأثیرات کیمیای آب است که روش تعیین آن توسط فرانکلین وچاندار در سال ۱۹۷۲ ارائه گردید. این آزمایش در سال ۱۹۷۹ توسط انجمن بین المللی میخانیک سنگ به صورت استاندارد درآمد و به روش های دو مرحله و یک مرحله تقسیم گردید.

محاسبات:

اندکس دوام پس از دو مرحله تر و خشک شدن به صورت فیصدی از نسبت وزن خشک نهایی باقیمانده به وزن خشک اولیه نمونه به صورت زیر محاسبه شده و نتیجه آن درج جدول (۲۴) گردیده است.

$$Id = (C-D)/(A-D*100)$$



Id: اندکس دوام به %.

A: وزن خشک اولیه استوانه و نمونه به gr.

B: وزن استوانه به gr.

C: وزن خشک نهایی استوانه و نمونه به gr.

جدول ۲۴ نتیجه آزمایش اندکس دوام مرمساحه میان کوه.

از جدول فوق چنین نتیجه میشود که اندکس دوام مرمساحه میان کوه بطور اوسط ۹۸,۵۳٪ می باشد

شماره نمونه	وزن نمونه و سلندر به gr				درجه حرارت	شاخص دوام به %
	قبل از تست A	بعد از تست اول	بعد از تست دوم	وزن سلندر D		
	$Id = \frac{(C-D)}{(A-D)} \times 100$					
۱	۳۱۵۸,۹۴	۳۱۵۸,۵۸	۳۱۵۸,۴۸	۳۱۱۲	۲۰	۹۹,۰۲
۲	۳۱۵۱,۱۴	۳۱۵۰,۸۱	۳۱۵۰,۶	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۶۲
۳	۳۱۵۳,۸	۳۱۵۳,۳۴	۳۱۵۳,۱۵	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۴۴
۴	۳۱۵۸,۳۹	۳۱۵۸,۰۳	۳۱۵۷,۹۵	۳۱۱۲	۲۰	۹۹,۰۵
۵	۳۱۵۸,۷۹	۳۱۵۸,۴۲	۳۱۵۸,۲۸	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۹۱
۶	۳۱۵۷,۹۴	۳۱۵۷,۳۷	۳۱۵۷,۲۳	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۴۵
۷	۳۱۴۴,۵۴	۳۱۴۳,۹۶	۳۱۴۳,۷۳	۳۱۱۲	۲۰	۹۷,۵۱
۸	۳۱۴۶,۲۲	۳۱۴۵,۷۴	۳۱۴۵,۶۴	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۳۱
۹	۳۱۴۶,۷۱	۳۱۴۶,۲۷	۳۱۴۶,۱۲	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۳۰
۱	۳۱۴۳,۲۱	۳۱۴۲,۹	۳۱۴۲,۸۱	۳۱۱۲	۲۰	۹۸,۷۲
	اوسط شاخص دوام					۹۸,۵۳

بر علاوه طبقه بندی احجار در جدول (۲۵) نشان داده شده است.

جدول ۲۵ طبقه بندی احجار بر اساس اندکس دوام آنها (دفتر پژوهش و تحقیقات علمی، ۲۰۰۷).

اندرکس دوام در مرحله دوم %	رده بندی
۳۰-۰	خیلی ضعیف
۶۰-۳۰	ضعیف
۸۵-۶۰	متوسط
۹۵-۸۵	کمی مقاوم
۹۸-۹۵	مقاوم
۱۰۰-۹۸	خیلی مقاوم



از مقایسه اندکس دوام مرمساحه میان کوه باجدول طبقه بندی احجار بر اساس اندکس دوام آنها این طوریکه مشاهده می شود، درانتروال %۱۰۰-۹۸ اندکس دوام، در ردیف اول قرار دارد. بنأ مرمرها از جمله سنگهای خیلی مقاوم می باشد که میتوان از آنها دربدنه وکنارهای بندها وموج شکن ها در کنار دریاها استفاده نمود.

۸. مقاومت اگریگات مرمر ساحه میان کوه در مقابل ضربه (BS-۸۱۲) Aggregate

Impact Value

هدف این آزمایش تعیین اندکس مقاومت اگریگات درمقابل ضربه (AIV) فیصدی تولید اگریگات های شکسته شده کوچکتر از ۳۶,۲ ملی متری می باشد که در اثرعمل ناگهانی بار برروی اگریگات ها که در سه لایه متراکم گردیده است حاصل میشود. جدول (۲۷) نتیجه آزمایش مقاومت اگریگاتهای مرمریان کوه مالستان درمقابل ضربه.

جدول (۲۶) مقاومت اگریگات های مرمر میان کوه

شرح	نمبر نمونه
وزن نمونه اگریگات قبل از ضربه (W_1)	۱
وزن نمونه که از نمبر ۲,۳۶ ملی متر گذشته (W_2)	۲
میزان مقاومت اگریگات در مقابل ضربه به فیصد (AIV)	۷۹
اوسط مقاومت اگریگات مرمر ساحه میان کوه در مقابل ضربه	۱۲,۹۹
	۱۲,۷۱

از جدول فوق برمی آیدکه مقاومت اگریگات های مرمساحه میان کوه مالستان درمقابل ضربه؛ بطوراوسط % ۱۲,۷۱ می باشد.

جدول جدول (۲۷) رده بندی مقاومت اگریگات در مقابل ضربه. (دفتر پژوهش وتحقیقات علمی، ۲۰۰۷).

مقاومت اگریگات در مقابل ضربه	رده بندی
کمتر از ۱۰ فیصد	مقاوم
۳۵-۱۰ فیصد	متوسط
بیشتر از ۳۵ فیصد	خیلی ضعیف

از مقایسه مقاومت اگریگات های مرمساحه میان کوه مالستان درمقابل ضربه با جدول رده بندی مقاومت اگریگاتها درمقابل ضربه بر می آید که در انتروال مقاومت کمتر از %۱۰ قرار دارد لذا این مرمر از جمله مرمهای مقاوم محسوب می شود.

مقاومت بار نقطوی مرمر ساحه میان کوه طبق استاندارد (ASTM D ۵۷۳۱).



مقاومت فشاری یک محوره یکی ازمهمترین پارامترهایی است که در اکثر پروژه های انجینیری سنگ مورد نیاز بوده وتعیین می گردد.

جدول (۲۸) نتایج آزمایش شاخص بار نقطوی مرمر ساحه میان کوه، مالستان.

شماره نمونه	مشخصات نمونه			شاخص بار نقطوی (MPA)	بار نقطوی
	طول به ملی متر	عرض به ملی متر	ارتفاع به ملی متر		
۱	۵۰	۵۰	۵۰	۳,۸۸	
۲	۵۰	۵۰	۵۰	۲,۴۴	
۳	۵۰	۵۰	۵۰	۲,۳۲	
۴	۵۰	۵۰	۵۰	۱,۸۰	
۵	۵۰	۵۰	۵۰	۲,۵۶	
۶	۵۰	۵۰	۵۰	۳,۴۸	
۷	۵۰	۵۰	۵۰	۴,۱۶	
۸	۵۰	۵۰	۵۰	۲,۱۶	
۹	۵۰	۵۰	۵۰	۳,۸۴	
۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۴,۶۴	
اوسط				۳,۱۳	

طوریکه درجدول فوق مشاهده میشود شاخص بار نقطوی مرمر ساحه میان کوه، مالستان به طور اوسط $3,13 \text{ Mpa}$ می باشد.

جدول (۲۹). طبقه بندی سنگ ها براساس مقاومت بارنقطوی (فهیمی فر، ۱۳۸۰).

ردیف	توصیف	مقاومت بار نقطوی	
		از دیر (Mpa)	از بنیاوسکی (Mpa)
یا A _۲	مقاومت خیلی بالا	> 10	> 8
یا B _۲	مقاومت بالا	$10-5$	$8-4$
یا C _۳	مقاومت متوسط	$5-2,5$	$4-2$
یا D _۴	مقاومت پائین	$2,5-1,2$	$2-1$
یا E _۵	مقاومت خیلی پائین	$0,5-0,1$	$1-0$

از مقایسه شاخص بار نقطوی مرمر ساحه میان کوه با جدول طبقه بندی سنگ ها براساس مقاومت بارنقطوی درانتروال (۳) C قرار دارد لذا این مرمرها ازمقاومت متوسط برخوردار است.



۹. نتایج بدست آمده از میتود مطالعه ساحوی

این ساحه متشکل از احجار میتامورفیک کوارسیت ها، فلیت ها، مرمر سفید رنگ و سنگ های ریگی وریگ میده دانه، مربوط عمر جیولوجیکی (پروتروزوئیک فوقانی) احجار میتامورفیک ساحه موزکور عبارت است از (کوارسیت ها، فلیت ها و مرمر ها) بوده جیولوجی ساحه ارتباط به افغان پلیت داشته و احتمالاً دارای عمر جیولوجیکی قدیمی (پروتروزوئیک فوقانی) میباشد. م چنین کوارسیت ها نیز از جمله احجار میتامورفیک درجه حرارت بلند بشمار می رود. طبقات آن موافق با مرمر ها بوده و حد اعظمی سنگ ساحه متذکره را تشکیل می دهد. فلیت ها نیز موافق با الیه های سنگ مرمر و کوارسیوت ها بوده، دارای عین عناصر موقعیت می باشد و یک حجر میتامورفیک حرارت درجه پایین در ساحه می باشد و به شکل طبقات متناوب با کوارسیت ها قرار دارد.

ساحه سنگ مرمر میانکوه در حاشیه قریه رباط ولسوالی مالستان ولایت غزنی به فاصله ۱۴۶ کیلومتراز شهر غزنی، به فاصله ۱۶ کیلومتر از بازار شینه ده و به فاصله ۷ کیلومتر از راه عمومی مالستان - جاغوری اخذ موقعیت نموده است. تقسیمات اداری ولسوالی مالستان از لحاظ جغرافیائی شکل طولی داشته، از طرف شمال شرق با ولسوالی ناور، از طرف جنوب شرق با ولسوالی جاغوری، از طرف جنوب با ولسوالی دایچوپان و از طرف غرب با ولسوالی اجرستان و خاص ارزگان هم سرحد میباشد. ساحه میانکوه در بلاک هلمند قرار گرفته که احجار آن متشکل از احجار پالیوزوی، پروتروزوی، کاینوزوی و میوزوی است. بصورت عموم زون تکتونیک هلمند نظر به تحقیق دانشمندان روسیه در سال ۱۹۶۵ یک شکل انتی کلینالی را دارا میباشد. اگر از فاز چین خوردگی مورد بررسی قرار گیرد مربوط به فاز آلپ در فرورفتگی جیوسین کلینالی فراه رود موقعیت حاصل نموده است. در این زون چندین فاز چین خوردگی موقعیت داشته که به ترتیب فاز اول بین پروتروزوی وسطی و فوقانی الی فاز نهم می باشد. مالستان یک ساحه خورد می باشد ممکن در فاز دوم بین پروتروزوی فوقانی (ویند) که فاز بزرگ چین خوردگی محسوب میشود، موقعیت اختیار نموده باشد. در زون هلمند تمام رسوبات از قبیل پروتروزوی، پالیوزوی، میوزوی و کاینوزوی به مشاهده می رسد.

پروسه میتامورفیزم در ساحه میانکوه مورد بررسی قرار گرفته، موجودیت سنگ مرمر و فیلت که سرحد واضح با احجار مگماتیکی دارند نمایانگر این است که احجار متذکره از اثر حرارت و فشار مذابه مگماتیکی با سنگ های چونه و سنگ های رسوبی بحری بوجود آمده است. که دارای ترکیب منرالی مشخص، مرمرهای کلسیتی، مرمر دارای رگه های منرال سرپنتین، سریستی، مرمرهای دولومتی سبز رنگ و یا دولومیت ها توسط درجه حرارت و فشار بلند کوهزایی ممکن است تحت عملیه پروسه میتامورفیک منطقوی واقع شده و کوارسیت ها به وجود آمده در اخیر سنگ ها در عملیه فرسایش



فزيکي عمل نموده و باعث به وجود آمدن رسوبات چهارمي سنگهای ريگی میده دانه و بزرگ را در ساحه بوجود آورده است.

احجار مگماتيکي در سرتاسر کشور به صورت عموم احجار قديمتر از خود را قطع و در سطح زمين طوري جاگزين شده اند که ترکيب کيمياوی، منشا پيدایش و عمر ایشان از يکديگر متفاوت میباشد. اکنون بر اساس تحقيقات و پژوهش های علمی روشن گردیده که اکثريت مواد معدنی افغانستان به اين احجار ارتباط میگيرد. تمام احجار مگماتيکي کشور در سه سيکل تکتونیک - مگماتیک (Tectonic-Magmatic Cycles) بوجود آمده است.

احجار مگماتيکي ساحه میانکوه متشکل از گرانودیوریت و اندیزیت بوده بصورت احتمالی به عمر دوره اولیگوسوین میباشد که گسترش وسیع نداشته اما در کتله معدنی تنها در کانتکت سنگ مرمر دیده می شود. همین گرانودیوریت و اندیزیت در ساحه دیگر مثل احجار عصر اولیگوسین در واخان بدخشان شرقی، نورستان، بلاک وسطی و غربی، بلاک هلمند و ارغنداب، فرورفتگی ترنک و در جنوب سیستم بمشاهده میرسد. گرانودیوریت و اندیزیت ساحه متذکره شامل بلاک هلمند و زون ارغنداب است، بنابر نتایج تجزیه نمونه های کوه غور تعیین عمر مطلقه از اين احجار به تجزیه رسیده است دارای عمر (۵۰-۲۰) میلیون سال قبل را نشان میدهد.

لایه های احجار رسوبي سنگ های ريگی بصورت موافق و بالای کتله های مرمر با عناصر موقعیت یکسان اخذ موقعیت نموده است انواع احجار رسوبي در ساحه تحت مطالعه متشکل از سنگ های ريگی میده دانه سیاه رنگ، شیل های بحری که نشان دهنده رسوبات عمقی بحری میباشد. در تحقیقات کتابخانه ای راجع به ساختار جيولوجيکي معدن مورد نظر در کتاب ها، راپورها، مجلات، وبسایت ها و آرشیف وزارت معادن جستجو صورت گرفته است. هکذا از اطلاعات، گزارشات و راپورهای متعدد در مورد ساختمان جيولوجيکي ساحه، سترتیگرافي و همچنان راجع به جيولوجی زون هلمند در آرشیف ریاست سروی جيولوجی افغانستان و کتابخانه پوهنتون پولی تخنیک کابل موجود بوده مورد مطالعه قرار داده شد و معلومات کسب شده است.

۱۰. مناقشه ای نتایج بدست آمده از میتود های مختلف

تمام نمونه های اخذ شده از ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی توسط سه میتود ساحوی، کتابخانه ای و لابراتواری مورد مطالعه قرار گرفته است که بعداً نمونه های اخذ شده توسط دو میتود لابراتواری (پتروگرافيکی و XRF) مورد انالیز و آزمایش قرار گرفته است.

از مطالعه ساحوی چنین نتیجه گرفته ایم که ساحه مورد بررسی از نگاه تکتونیک در پلیت مرکزی و زون ارغنداب کشور واقع است. و احجار آن متشکل از کوارسیت ها، دولومیت ها، فلیتها، سنگ های ريگی بزرگ دانه و میده دانه میباشد. ستراتیگرافيکی، سنگ ها ريگی گرانودیوریت و اندیزیت



دارای عمر الیگوسین، سنگ چونه دلومیت ها و مرمر عمر پیرم، سنگ های ریگی میده دانه و بزرگ دانه، کوارسیت ها سنگ چونه و دولومیت دارای عمر کمبیری بصورت تخمینی تعیین شده است. معدن سنگ مرمر میانکوه دارای رنگ سفید بوده و این ساحه در بعضی نقاط توسط فشار وارده مذابه مگما بر آن درز دار گردیده و در نتیجه بلاک دهی ضعیف را در سنگ مذکور باعث گردیده و همچنین منرالیزیشن مس و آهن در کانتک به شکل لنز و یا بصورت رگه در کتله مرمر ها کرسنالیزیشن نموده است.

از تحلیل نتایج مطالعات پتروگرافیکی و XRF میتوان نتیجه گرفت که مرمر های مورد تحقیق در شرایط میتامورفیزم مجاورتی در مراحل اولی تا متوسط و بالا تشکیل گردیده است. دارای کرسنال های نسبتا شفاف بوده که اندازه ذرات آنها بطور اوسط در انتروال (۰.۲-۱.۳mm) قرار دارد. این نمونه ها نظر به ترکیب مونو منرالی بوده و بصورت عموم متشکل از کرسنال های کلسیت میباشد که فیصدی منرالهای کلسیت تا ۹۸٪ میرسد. در ترکیب آنها کوارس بسیار به ندرت الی ۱٪ بشکل گرد و خاک، المونیم، آهن و سلفر به فیصدی کمتر وجود داشته که به دهم حصه فیصدی می رسد. عناصر دیگر به ندرت دیده میشود مگنیزیم در نمونه ها کمتر از دهم حصه فیصد می باشد. همچنین منرالیزیشن مس و آهن در کانتک به شکل لنز و یا بصورت رگه در کتله مرمر ها کرسنالیزیشن نموده است. احتمال موجودیت منرالیزیشن طلاه نیز در احجار ولکانیکی اندیزیت ها که در کانتک با مرمرها قرار دارد وجود دارد.

اوکساید آهن که بقسم رگها داخل درزهای منرال کلسیت شده ویا هم به قسم روپوش بالای منرال کلسیت قرار گرفته است وجود داشته به حجر بعضا باعث تغییر رنگ گردیده است. گرچه بصورت کل این مرمرها دارای رنگ سفید براق بعضا شیری و بعضا با خطوط سیاه ضعیف (ضعیقا راهدار) و بعضا فولادی بوده و موجودیت سایر منرالها و تغییر رنگ که ناشی از مداخله عناصر و سایر منرال های اجنبی می باشد.

۱-۱۰- مناقشه نتایج آزمایش های فیزیکی - میخانیکی

در آزمایش مقاومت فشاری مرمر ساحه میان کوه ولایت غزنی که طبق استاندارد (۱۷۰) ASTM-انجام شده است چنین نتیجه بدست می آید که این مرمر دارای مقاومت فشاری حدود (۴۸,۰۹) میگاپاسکال درحالت طبیعی بوده که نظر به جدول رده بندی احجار براساس مقاومت فشاری در انتروال فشاری معادل تک محوری ۶۰-۱۶ میگاپاسکال قرار گرفته که درکتگوری مرمرهای دارای مقاومت بالا محسوب می شود و میتوان از آنها درسنگهای تزئینی وسنگهای روی کاری ساختمانی در دیوارها استفاده نمود.



براساس آزمایشات وزن مخصوص، وزن حجمی، وزن مخصوص در حالت اشباع از آب با سطح خشک و جذب آب، اگریگات های مرمر ساحه میان کوه که مطابق استاندارد (ASTM(C1۲۷ آزمایشات انجام شده است چنین بر می آید که این مرمر دارای وزن مخصوص حقیقی ۲,۶۵، وزن مخصوص ظاهری آنها ۲,۶۶، وزن مخصوص در حالت اشباع از آب با سطح خشک ۲,۶۵ و مقدار جذب آب آنها در حدود ۰,۱۷% می باشد.

از آزمایش مقاومت سائیدگی اگریگات های مرمر ساحه میان کوه مالستان بوسیله ساییش و ضربه در دستگاه لاس آنجلس (ASTM (C-۱۳۱ چنین نتیجه به دست می آید که ارتباط نزدیکی بین اگریگات ها و افت فرسایش آنها در دستگاه لاس آنجلس وجود دارد. اگریگات های با افت وزنی کمتر از ۳۰% به عنوان اگریگات های مقاوم شناخته میشود. اگریگات های مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی با ۲۵,۷۷% افت فرسایش از جمله اگریگات های بسیار مقاوم محسوب میشود.

از آزمایش اندکس دوام مرمر ساحه میان کوه که طبق استاندارد (ASTM Index Durability Slak ۴۶۴۴e-D) صورت گرفته است چنین نتیجه به دست می آید که این مرمر نظر به کتگوری انجام شده و مقایسه نتیجه آنها در جدول طبقه بندی احجار براساس اندکس دوام آنها، شاخص اندکس دوام آنها ۹۸,۵۳ بوده که انتروال اندکس دوام آنها در ردیف اول از ۹۸-۱۰۰ قرار گرفته و از جمله سنگ های خیلی مقاوم می باشد که میتوان از آنها در بدنه و کناره های بندها و موج شکن ها در کنار دریاها استفاده نمود.

براساس آزمایش مقاومت اگریگات های مرمر ساحه میان کوه مالستان در مقابل ضربه که مطابق استاندارد (BS ۸۱۲) value impact Aggregate انجام شده است و با توجه به جدول رده بندی مرمرها به اساس مقاومت اگریگات های آن در مقابل ضربه، اگریگات های که مقدار AIV شان کمتر از ۱۰% باشد از جمله اگریگات های مقاوم و اگریگات های که مقدار AIV آن از ۱۰% - ۳۵ باشد اگریگات های دارای مقاومت متوسط و اگریگات های که مقدار AIV شان زیاده تر از ۳۵% است از جمله اگریگات های خیلی ضعیف و کم دوام در سرک سازی در نظر گرفته میشود. مقدار AIV ۱۳۵ اگریگات مرمر ساحه میان کوه به ۱۲,۷۱ می رسد که از جمله اگریگات های مقاوم به شمار میرود.

از آزمایش مقاومت بار نقطوی که طبق استاندارد (ASTM (D-۵۷۳۱ انجام شده است چنین نتیجه بدست می آید که مرمر ساحه میان کوه مالستان دارای مقاومت شاخص بار نقطوی حدود ۳,۱۳ MPA بوده که نظر به جدول طبقه بندی سنگ ها براساس مقاومت بار نقطوی در کتگوری B قرار داشته که از جمله مرمرهای دارای مقاومت متوسط میباشد.



درنهایت تمام تست های فیزیکی- میخانیکی که بالای مرمر ساحه میان کوه مالستان انجام داده شده طبق استاندارد های بین المللی مثبت ارزیابی گردیده است. این مرمرها از شرایط خوبی برخوردار بوده پس میتوان از آنها در تمام بخش های مختلف ساختمانی، مخصوصاً در آلات تزئینی استفاده نمود.

۱۱. نتیجه گیری

بعد از مطالعه خواص پتروگرافیکی، آنالیز کیمیاوی، مشخصات فیزیکی- میخانیکی و تحلیل XRF مرمر ساحه میان کوه نتایج ذیل بدست آمده است.

۱. به اساس مطالعه پتروگرافیکی میتوان گفت که این مرمرها بصورت کل از نگاه ترکیب نوع کلسیتی بوده که از منرال های متوسط دانه و بزرگدانه کلسیت تشکیل شده و کمیت منرال های دیگر در آنها ناچیز میباشد.

۲. این مرمرها نظریه رنگ مختلف بوده، رنگهای سفید براق تاشیری میباشد که میتوان از آنها در امور تزئینی و مجسمه سازی استفاده کرد. اما تعداد دیگر آنها به اساس موجودیت بسیار اندکی مرکبات اجنبی دارای رنگهای خاکستری و بعضاً راهدار میباشد که از این مرمرها میتوان به منظور امور مختلف ساختمانی استفاده کرد.

۳. از نگاه خصوصیات فیزیکی - میخانیکی این مرمرها دارای مقاومت فشاری بلند، جذب آب کم، و مقاومت ساییده گی بسیار مقاوم می باشد.

۴. به اساس تجزیه کیمیاوی آنالیز XRF معلوم میشود که بیشترین فیصدی را کلسیم دارا میباشد که فیصدی مگنیزیم نظر به آن به فیصدی ناچیز وجود داشته به همین خاطر مرمر ساحه میان کوه مرمر کلسیتی بوده که عموماً رنگ آن سفید شیری میباشد اما به علت موجودیت بعضی عناصر بصورت لکه ها و رگه ها رنگ آن بعضاً متغیر می باشد.

۵. از نگاه اقتصادی این معدن باتوجه به موقعیت نزدیک آن به شاهراه کابل - هرات با اهمیت بوده که دارای ارزش اقتصادی بلند میباشد.

۱۲. پیشنهادات

۱. معدن مرمر ساحه میان کوه نزدیک قریه رباط ولسوالی مالستان بوده و گسترش دارد و باتوجه به موقعیت نزدیک آن به شاهراه کابل - هرات از اهمیت اقتصادی خوبی برخوردار بوده بر علاوه مرمر این



ساحه در مطالعات سطحی یا عمق نزدیک به سطح دارای درز داری بوده بنا مطالعات بیشتر و دقیقتر راجع به کیفیت و کمیت این مرمرها پیشنهاد میگردد.

۲. باتوجه به نتایج آزمایشات فزیکي- میخانیکي این مرمرها ازکیفیت خوبی برخوردار میباشند و ازآنهایی که دارای رنگ سفید براق بوده و قابلیت تهیه وسایل تزئینی را دارند نباید به عنوان مواد خام ساختمانی، درکانکریت و سرکسازی استفاده نمود بلکه با داشتن شفافیت بلند آنها درتهیه سنگهای تزئینی مانند مجسمه ها و سایر لوازم زینتی دیگر استفاده شود.

۳. درصورت فراهم شدن شرایط استخراج، این معدن باید توسط افراد متخصص و تجهیزات مجهز و مُدرن استخراج گردد زیرا عدم افراد متخصص و تجهیزات مجهز باعث افزایش ضایعات مرمر می گردد.

۴. نبود وسایل لازم و کارخانه های پیشرفته تولید، که سنگ مرمر را به ظرفیت یک کشور قطع و پالش کنند، سبب شده تا بخش زیادی از سنگهای استخراج شده از معادن این کشور ضایع شود؛ بنا ایجاد کارخانه معیاری به منظور برش و پالش سنگ مرمر به دولت پیشنهاد میگردد.

۵. با توجه به مشکلاتی که می تواند مانع سرمایه گذاری ها دراین منطقه گردد نبود برق دراین منطقه و حتی درسطح ولایت است و لی آنچه مسلم است این است که اهالی این منطقه درمتهایی فقر و محرومیت به سر می برند درحالیکه سرمایه و گنج این مردم فقیر و محروم همچنان در دل کوه ها باقی مانده اند. اما آن ها بسیارامید وار اند و باور دارند که شاید روزی فرا رسد که با استفاده ازاین ثروت های خدادادی فراوان و دست نخورده صاحب اشتغال شده و شاهد زندگی نسبتاً راحتی شوند. لذا به امارت اسلامی پیشنهاد میگردد که دراین موارد عطف توجه نموده و در رفع مشکلات اقدام عملی صورت گرفته و بارائه مُشوق های، باعث تشویق سرمایه گذاری گردیده که هم سبب کاهش معضل بیکاری شده و ازطرفی هم بالطبع باعث رشد اقتصاد ملی خواهد گردید.

۶. به وزارت محترم تحصیلات عالی و مسئولین امور پوهنتون تخنیکي غزنی پیشنهاد می گردد در قسمت تجهیز هرچه بهتر پوهنتون جهت اجرای تحقیقات لابراتواری و حمایت همه جانبه استادان ومحصلین توجه نماید.



۱۳. منابع

- احمد، ف. ف. و حامد، س. (۱۳۸۰). آزمایشهای میکانيک سنگ. دانشگاه اميرکبير: تهران
- تيم نقشه برداری نمبر ۴. (۱۳۹۸). راپور جيولوجيکي سنگ مرمر ساحه میان کوه ولسوالی مالستان ولایت غزنی. آرشيف معینیت پوپل، ک.ا. (۲۰۰۷). معادن افغانستان، [آنلاین]. March ۱۱th ۲۰۱۷.
- دفتر امور فنی، (۲۰۰۷). مجموعه استاندارد های ترجمه شده. شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک: تهران.
- رحمانی، ع. ب. (۱۳۹۰). جيولوجی منطقوی افغانستان. [لکچرنوت]. مضامین اکادمیک. پوهنتون پولی تخنیک کابل، انجیري جيولوجی و اکتشاف معادن.
- سلاوین، و. ا. (۱۳۸۰ ه. ش). جيولوجی عمومی با اساسات جيولوجی افغانستان. انتشارات میر مسکو: کابل، افغانستان.
- سروی جيولوجی افغانستان: چهار راهی عبدالحق کابل افغانستان.
- عارض، غ. ج. (۱۴۳۳). جغرافیایی طبیعی افغانستان. انتشارات میوند: کابل افغانستان.
- فیروز، ن. م. (۱۳۵۷). جيولوجی منطقوی افغانستان. پولی تخنیک کابل: کابل.
- موسی زی، ا. م.، کیولا، ع. س. و یوسفی، ا. (۱۳۹۶). اساسات پتروگرافی. مطبعه عازم: کابل افغانستان.
- ASTM, C^{۵۰۳}. (۲۰۰۸). Standard Specification for Marble Dimension Stone. Last previous edition approved in ۲۰۰۸ as C^{۵۰۳} – ۰۸. DOI: ۱۰. ۱۰۶۲۰/ – ۰۸A. www.astm.org.
- ASTM D^{۴۶۴۴}. (۲۰۰) Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Sililar Weak Rocks. This Standard is copyrighted by ASTM International, ۱۰۰ Barr Harbor Drive, PO Box C^{۷۰۰}, West Conshohocken, PA ۱۹۳۸۰-۲۹۵۹, United States.
- ASTM C^{۱۷۰}/C^{۱۷۰} M. (۲۰۰۹). Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone Test. This Standard is copyrighted by ASTM International, ۱۰۰ Barr Harbor Drive, PO Box C^{۷۰۰}, West Conshohocken, PA ۱۹۳۸۰-۲۹۵۹, United States.
- Data SIO, U.S. (۲۰۰۰). GEBCO Image Landsat. Available from: Google Earth.
- Doebrich, J.L., Wahl, R. R. (۲۰۰۶). Geological and mineral resource map of Afghanistan, scale ۱: ۸۵,۰۰۰. United States Geological Survey, Open File Report, ۱۰۳۸.
- Sivakugan, N., Shukla, S.k., Das, B. M., (۲۰۱۳). Rock Mechanics. USA: CRC Press

Petrographic, geochemical, and physical-mechanical characteristics of marble in the Meyan Koh, Malistan District, Ghazni Province

Mohamad Naeem Sarwary^{1*}, Mohammad Latif Rahimi², Rohullah Alizada³
Ghazni Technical University, Geology and Mine Faculty, Geology and Mine
Exploration Department

E-mail: sarwarynaeem@gmail.com Cell Phone: +93799712940

ABSTRACT

The principal goal of this paper is to examine the physical-mechanical and geochemical– mineralogical characteristics and geological structure of the Mianko Marble deposit in Malistan District of Ghazni Province. To achieve the aim of the research, numerous library, field, and laboratory methods have been utilized.

In the library methods, various geological reports, publication and maps have been studied and compiled. In the field methods, structure, texture, and other properties of the marble and relevant measurements (e.g., strike, dip, geographic coordinate, length, and width) from the marble and country rocks have been observed. In addition, around 20 marble and country rock samples have been collected from the study area. The collected samples were analyzed for their geochemical, mineralogical, physical, and mechanical properties using the lab facilities in Afghanistan Geological Survey, Ministry of Mines and Petroleum, Department of Geological Engineering and Exploration of Mines, and Afghannite Laboratories.

The results from physical-mechanical methods show that these marbles have a specific gravity of 2.65, volumetric Gravity of 2.66, and uniaxial compressive strength of 48.09, which shows very high strength according to standards. Durability Index is about 98.53, which indicates a high resistance against erosion and corrosion. Therefore, it is suggested that the studied marble has relatively high quality.

The results from the petrographic microscope and XRF show that the quantities of calcite are very high in these marbles; the percentage of calcium is 98%, silicon 1%, and organic material less than 1%, and the percentage of magnesium is low in these samples. It can be concluded that the marble from this deposit has monomineralic composition and is made almost entirely from calcite. Finally, according to the results of petrographic studies and physical-mechanical properties, it is concluded that these marbles have a high quality that we can use in different parts of building and construction materials and decorative tools. In addition, the location of this mine increases its economic importance.

Key Words: chemical composition, Mechanical-Physical Properties, Petrographic Study, Physical-Chemical Specifications, X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis.

بررسی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکی و خصوصیات فیزیکی - میخانیکی

احجار ولکانیکی دشت ناور ولایت غزنی

پوهنیار شاحسین شفايي^۱ پوهنوال سیدعزیز سادات^۲

۱. دیپارتمنت انجینیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون تخنیکي غزنی

۲. دیپارتمنت انجینیری جیولوجی و اکتشاف معادن، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون پولی تخنیک کابل

sh.shafayi@teug.edu.af

چکیده

دشت ناور ولایت غزنی، یکی از مهم ترین حوزه های ولکانیکی افغانستان به شمار می رود. این تحقیق با هدف بررسی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکی و خصوصیات فیزیکی - میخانیکی احجار ولکانیکی این منطقه، انجام شده است. برای این منظور، به تعداد چهار نمونه سنگی از نقاط مختلف دشت ناور اخذ و مطالعات پتروگرافیکی و آزمایش های فیزیکی - میخانیکی، با استفاده روش های سلایدسازی، تعیین وزن مخصوص، وزن حجمی، جذب آب و مقاومت فشاری یک محوره، روی آن ها صورت گرفت. نتایج نشان داد که این احجار از نوع اندیزیت و داسیت با تکسچر پرفیری، سترکچر کنلوی و ترکیب منرالی متشکل از پلاجیوکلاز، هارنبلند، کوارس، بیوتیت و منرال های اوپک هستند. از نظر خصوصیات فیزیکی، اوسط وزن مخصوص و وزن حجمی در محدوده ۲،۱۸-۲،۳۲ گرم بر سانتی متر مکعب، فیصدی جذب آب کمتر از ۳ فیصد و تخلخل پایین به دست آمد که نشان دهنده کیفیت مناسب این احجار برای کاربردهای ساختمانی و زیربنایی است. مقاومت فشاری یک محوره نیز بین ۴۷ تا ۷۵ میگاپاسکال بدست آمد که طبق استندردهای بین المللی، از متوسط تا بالا طبقه بندی می شود. ارتباط میان پارامترهای پتروگرافی و خواص فیزیکی - میخانیکی نشان داد که افزایش اندازه و تعداد فینو کریست ها، حضور منرال های آبدار و فیصدی بالای تخلخل، منجر به کاهش مقاومت فشاری و افزایش جذب آب می گردد. در مقابل، حضور کوارس و پلاجیوکلاز با اندازه مناسب و تکسچر متراکم سبب بهبود خواص مقاومت فشاری احجار می شود. بنابراین، خصوصیات پتروگرافی نقش کلیدی در تعیین عملکرد انجینیری این احجار دارند و می توانند مبنای مناسبی برای انتخاب آن ها در پروژه های ساختمانی و زیربنایی باشند.

کلمات کلیدی: احجار ولکانیکی، پارامترهای پتروگرافی، خصوصیات فیزیکی - میخانیکی، دشت ناور، مقاومت فشاری یک محوره



۱. مقدمه

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا و مولانا محمد خاتم النبیین و إمام المتقين، ورحمة للعالمين.

دشت ناور ولایت غزنی، به دلیل موقعیت خاص جیوتکتونیکي خود، به عنوان یک منطقه مهم ولکانیکي شناخته می شود که حاوی ذخایر ارزشمندی از احجار ولکانیکي است. این احجار، علاوه بر اهمیت جیولوجیکي در درک پروسه های جیولوجیکي، پتانسیل بالای برای کاربردهای انجینیری و ساختمانی دارند. احجار به طور روز افزون به عنوان بستری در محدوده وسیع از فعالیت های انسانی به کار می رود. انبارهای ذخیره سازی، چاه ها، تونل ها و ساختمان های زیرزمینی در دل انواع مختلف احجار با شرایط میخانیکي مختلف قرار می گیرند. همچنان با توجه به میزان مصرف این احجار در امور ساختمانی و زیربنایی، بررسی و مطالعه خصوصیات فزیکي و میخانیکي احجار و عوامل تأثیرگذار بر آن ها، برای طراحی و تحلیل ساختمان های سنگی، امر بسیار ضروری است.

هدف اصلی این تحقیق، بررسی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکي و خصوصیات فزیکي-میخانیکي احجار ولکانیکي دشت ناور ولایت غزنی است. در این مقاله، پارامترهای پتروگرافی و خصوصیات فزیکي-میخانیکي احجار ولکانیکي دشت ناور ولایت غزنی، مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع بعد از بررسی و مطالعه خصوصیات فوق در این تحقیق قضاوت درست در مورد استفاده این احجار در امور ساختمانی و زیربنایی صورت خواهد گرفت. از آن جای که مطالعات زیادی روی بررسی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکي و خصوصیات فزیکي-میخانیکي احجار ولکانیکي در افغانستان صورت نگرفته و از طرف دیگر موجودیت حجم بزرگ از احجار ولکانیکي در دشت ناور، انجام این تحقیق مفید واقع خواهد شد. در این تحقیق تلاش می شود تا با استفاده از بررسی های تلفیقی که متشکل از کارهای ساحوی، لابراتواری و کتابخانه ای اند، خصوصیات پتروگرافیکي (سترکچر، تکسچر و ترکیب منرالی) احجار ولکانیکي دشت ناور را بررسی و با استفاده از این پارامترها و مقایسه آن با مشخصات فزیکي و میخانیکي مانند (وزن مخصوص، وزن حجمی، تخلخل و جذب آب و همچنان مقاومت فشاری یک محوره)، می توان پتانسیل کاربرد این احجار را در امور ساختمانی و زیربنایی مشخص نمود.

۲. مرور آثار قبلی

دشت ناور، در فاصله ۱۶۵ کیلومتری کابل و ۵۵ کیلومتری غرب ولایت غزنی با مشخصات جغرافیایی ۶۷ درجه ۴۶ دقیقه و ۲۶ ثانیه طول البلد شرقی و ۳۳ درجه، ۳۶ دقیقه و ۳۴ ثانیه عرض البلد شمالی قرار دارد (Azizi, ۲۰۲۳). با وجود اهمیت جیولوجیکي دشت ناور، تاکنون مطالعات



جامع در این منطقه انجام نشده است. تحقیقات صورت گرفته به چند تیزس دوره ماستری در بخش - های پتروگرافیکی، جیوکیمیایی احجار ولکانیکی دشت ناور و تراورتین منطقه کوراله دشت ناور، محدود می شود. با این حال، تاکنون بررسی جامع و سیستماتیک در مورد ارزیابی پارامترهای پتروگرافیکی و خصوصیات فزیک- میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور ولایت غزنی، صورت نگرفته است.

خصوصیات فزیک- میخانیکی احجار همواره به عنوان یکی از پارامترهای اساسی در جیولوجی انجنیری، طراحی ساختمان ها و مطالعات اکتشاف مواد معدنی، مطرح بوده است. خواص فزیک و میخانیکی احجار برای توصیف مواد و پیش بینی خواص آن ها در کاربردهای مختلف بسیار مهم هستند. خواص فزیک معمول احجار شامل تراکم، تخلخل، وزن حجمی، وزن مخصوص و جذب آب هستند، درحالی که مشخصات میخانیکی شامل مقاومت فشاری یک محوره، چسپندگی، زاویه اصطکاک، مقاومت کششی، مدل الاستیک، نسبت بار نقطه ای و نسبت پواسیون می- شوند (Martino et al., ۲۰۲۳). این خصوصیات برای طراحی جیوتکنیک، کاربردهای جیوانجنیری، ضروری هستند. جالب است که رابطه بین خواص فزیک و میخانیکی بسته به نوع مواد می تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال، در نمونه های احجار، پارامترهای میخانیکی به استثنای نسبت پواسیون با خواص فزیک مانند تخلخل و سرعت موج فشاری ارتباط خوبی دارند (Liu et al., ۲۰۱۷).

این خواص را می توان از طریق تجزیه لابراتواری، تحلیل ستاتستیک و تکنیک های مدل سازی تعیین کرد. ارتباط بین خواص فزیک و میخانیکی می تواند درک ارزشمندی برای پیش بینی خواص مواد و بهترسازی پروسه ها، در کاربردهای مختلف ارائه دهند (Azadbah et al., ۲۰۱۴). عوامل مختلف بر خصوصیات میخانیکی احجار مؤثر اند. این عوامل به دو گروپ خارجی و داخلی تقسیم می شوند. عوامل خارجی پدیده ها و پروسه های حاضر در اطراف حجر هستند و عوامل داخلی خواص و خصوصیات خود حجر هستند. از جمله عوامل داخلی می توان به ترکیب منرالی، سترکچر، تکسچر، صفحات ضعیف و شکستگی های داخل حجر، درجه فرسایش منرال ها، اندازه و شکل دانه، درجه قفل شدگی و نوع تماس بین دانه ها اشاره کرد (قبادی و همکاران، ۱۳۹۷). به طور کلی می- توان گفت که ترکیب منرالی، تکسچر و میزان فرسایش، خصوصیات جیولوجی انجنیری احجار را کنترل می کنند. در احجار ولکانیکی نوع منرال ها و فیصدی آن ها تأثیر زیادی بر دوام و مقاومت، حجر دارد (Hussin & Poole, ۲۰۱۰). ترکیب منرالی نقش مهم در تعیین مقاومت احجار دارد. افزایش فیصدی منرال های مقاوم مانند کوارس باعث افزایش مقاومت و دوام می شود، در حالی که حضور منرال های آهن و مگنیزیم دار مانند الیوین که سریع تر دچار اکسیدیشن می شوند، مقاومت



را کاهش می‌دهد (Hussin & Poole, ۲۰۱۰). همچنین وجود منرال‌های رسی و میکا نظیر موسکویت و بیوتیت موجب کاهش مقاومت می‌گردد. (Yusof & Zabidi, ۲۰۱۶) اندازه و شکل ذرات از دیگر پارامترهای کلیدی است. مطالعات نشان داده‌اند که با کاهش اندازه دانه‌ها، سطح تماس بین آن‌ها افزایش یافته و در نتیجه مقاومت حجر بیشتر می‌شود. هنگامی که اندازه متوسط دانه‌ها کمتر از ۱ میلی‌متر باشد، مقاومت فشاری افزایش می‌یابد؛ اما اگر ابعاد از ۰.۰۲۵ میلی‌متر کوچک‌تر باشند، تأثیر قابل توجهی بر مقاومت نخواهند داشت (امانیان و همکاران، ۱۳۸۴؛ قبادی و همکاران، ۱۳۹۷). علاوه بر این، ذرات زاویه‌دار و دارای قفل‌شدگی بالا، به دلیل توزیع بهتر تنش‌ها، موجب افزایش مقاومت میخانیکی می‌شوند. (Sajid et al., ۲۰۱۶) در مقابل، وجود ذرات درشت برخی منرال‌ها، حتی اگر به‌خودی خود مقاوم باشند، می‌تواند موجب کاهش مقاومت کلی حجر گردد. سترکچر و تکسچر داخلی احجار شامل نوع تماس بین ذرات، درجه قفل‌شدگی و نحوه قرارگیری هندسی ذرات، از دیگر عوامل تعیین‌کننده مقاومت حجر هستند. تماس‌های نامنظم و پیچیده، مسیر انکشاف شکستگی را دشوار کرده و مقاومت نهایی را افزایش می‌دهند (Hussin & Poole, ۲۰۱۰) و (قبادی و همکاران، ۱۳۹۷). در مقابل، وجود رخ‌ها، شکستگی‌ها و ناپیوستگی‌ها، مقاومت حجر را کاهش داده و مسیر نفوذ آب و سایر مواد فلوئیدی را تسهیل می‌کند. این امر منجر به افزایش فرسایش و کاهش دوام احجار می‌گردد (قبادی و علیجانی، ۱۳۸۸، امانیان و همکاران، ۱۳۸۴).

روش‌های مختلف برای شناسایی و اندازه‌گیری خواص فیزیکی و میخانیکی احجار به کار می‌روند که شامل تجزیه‌های مستقیم لابرatory تا روش‌های غیرمستقیم و غیرمخرب است. آزمایش‌های لابرatory معمولاً برای تعیین خواص مانند مقاومت فشاری یک محوره، مقاومت کششی، مقاومت برشی، وزن مخصوص، مدل یانگ و نسبت پواسون (Khandelwal & Singh, ۲۰۰۹) استفاده می‌شوند. تحقیقات متعددی به بررسی ارتباط بین خصوصیات پتروگرافی با خصوصیات فیزیکی-میخانیکی احجار پرداخته‌اند. (Hussin & Poole, ۲۰۱۰) تأکید کردند که ترکیب منرالی، تکسچر و فیصدی منرال‌ها تأثیر مستقیم بر مقاومت احجار گرانیته و آهکی دارند. (Arif et al., ۲۰۱۳) نشان دادند که اندازه ذرات منرال عامل مهم در مقاومت میخانیکی گرانیته، کوارس سیانیت و نفلین سیانیت است. (Yusof & Zabidi, ۲۰۱۶) گزارش کردند که افزایش فیصدی کوارس مقاومت احجار را بیشتر می‌کند، در حالی که فلدشپات و میکا موجب کاهش آن می‌شوند. همچنان (Keikha & Keykha, ۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که حضور منرال‌های مقاوم مانند کوارس و ارتوکلاز در احجار تزئینی، دوام آن‌ها را افزایش می‌دهد. در همین راستا، (Sajid et al., ۲۰۱۶) بیان داشتند



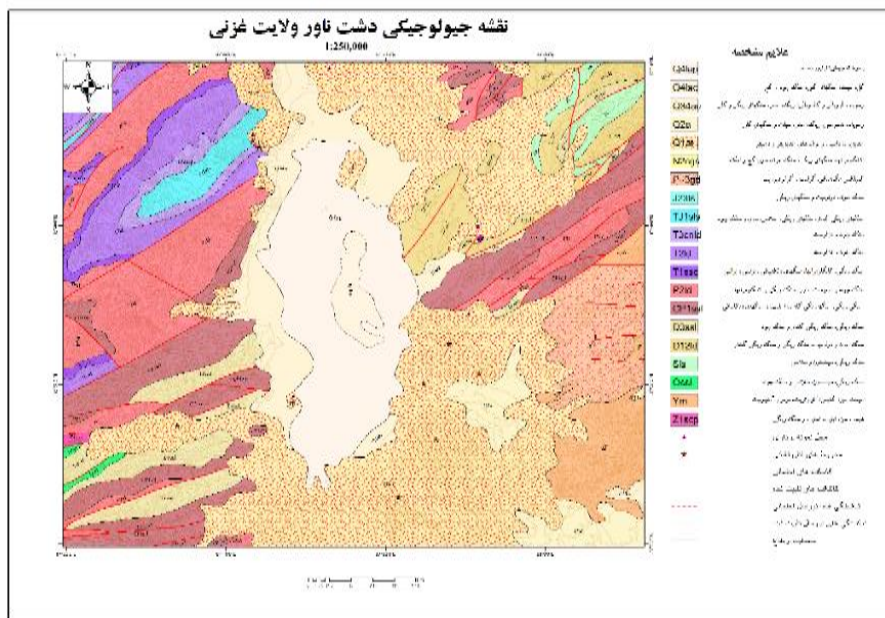
که وجود ذرات درشت برخی منرال‌ها می‌تواند با وجود سختی بالا، مقاومت کلی حجر را تضعیف کند.

۳. مواد و روش کار

مطالعات پتروگرافیکی و خصوصیات فیزیکی-میخانیکی احجار به صورت گسترده به بررسی‌ها و تحقیقات کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری بستگی دارد. بر اساس مکان و روش جمع‌آوری اطلاعات جهت دستیابی به اهداف تعیین شده، تحقیقات به انواع: کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری تقسیم می‌شود؛ بنابراین در این تحقیق، از میتودهای کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری استفاده به عمل آمده است. در این تحقیق، با استفاده از روش کتابخانه‌ای جامع، به بررسی جیولوجی ساحه مورد مطالعه، پرداخته شده است. تحقیقات ساحوی نقش مهم در مطالعات جیولوجی و اکتشاف مواد معدنی ایفا می‌کند و با ترکیب میتودهای مختلف، شناسایی و ارزیابی منابع معدنی بالقوه کمک می‌کند. کارهای ساحوی جیولوجیکی در حوزه اکتشاف مواد معدنی، نقش کلیدی در پیشبرد تحقیقات جیولوجیکی ایفا می‌کند این مطالعات ساحوی، درک ارزشمندی در خصوص تاریخچه جیولوجیکی، پروسه‌ها و پتانسیل معدنی ساحه ارائه می‌دهند.

۳-۱- جیولوجی دشت ناور

دشت ناور یک حوزه ولکانیکی نسبتاً مسطح است که در جهت شمالی - جنوبی امتداد یافته و توسط مخروط‌های ولکانیکی متعدد، احاطه شده است (Boulanger et al., ۲۰۱۲). کوه‌های شرق و غرب دشت ناور عمدتاً از احجار رسوبی، سنگ چونه و دولومیت، سنگ ریگی، سیلت و سلاتس مربوط به پالئوزوی (اردوئین تا پیرمین) و میوزوی (تریاس و یورا) تشکیل شده‌اند (شکل ۱). بسیاری از تشکیلات لیتولوجیکی توسط شکستگی‌ها از یکدیگر جدا شده‌اند. احجار رسوبی در مجاورت دشت ناور، اکثراً شامل احجار ریگی، سنگ چونه و دولومیت هستند. چندین برهنگی از احجار میتمورفیکی قدیمی‌تر در مجاورت احجار رسوبی سنگ چونه و دولومیت، نشان داده شده است (Hayes, ۲۰۱۸).



شکل ۱. نقشه جیولوجیکي دشت ناور و مناطق اطراف آن با تغییرات از (Abdullah et al., ۲۰۰۸).

احجار مگماتیکی انتروزیفي میزوزوی فوقانی و کاینوزوی تحتانی در جنوب دشت ناور نقشه- برداری شده‌اند که در بین احجار پالیوزوی و میزوزوی نفوذ کرده‌اند. تعداد بسیار کم از شکستگی- های با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی در احجار مگماتیکی انتروزیفي نقشه‌برداری شده‌اند. احجار ولکانیکی پلیستوسن در قسمت‌های شرقی و جنوبی دشت ناور تشکیل شده‌اند. این احجار به‌عنوان احجار اندیزیتی و ریوداسیت نقشه‌برداری شده‌اند. توف‌های اندیزیتی بخش از سیری دشت ناور هستند. توف‌های اندیزیتی گسترش‌یافته‌ترین بخش است که قسمت زیادی از ارتفاعات پست، در قسمت شرقی دشت را پوشش می‌دهند (Hayes, ۲۰۱۸).

رسوبات تحکیم نیافته و یک جهیل کم‌عمق مرکزی، قسمت‌های کم ارتفاع حوزه دشت ناور را پر کرده است. تشکیلات دریایی و ریزیشی در امتداد دامنه کوه‌ها قرار دارند و رسوبات تبخیری، در کف حوضه آب ایستاده قرار دارند. رسوبات تبخیری شامل گل، سیلت و رس هستند. علاوه بر این، چند برهنگی جداگانه کانگولومیرات و سنگ‌ریگی در مجاورت و بر روی توف اندیزیتی وجود دارد. شکستگی‌های مرزی حوزه در تماس بین مخروط‌های الویالی/ریزیشی و رسوبات جهیلی و همچنان در تماس بین احجار ولکانیکی و رسوبات دسپیرشنی وجود دارد (Stillings et al., ۲۰۱۵).



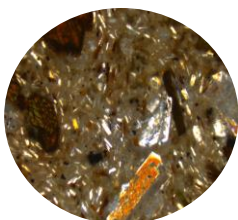
۲-۳- مطالعات پتروگرافیکي و خصوصیات فزیکي - میخانیکي احجار

در مجموع، تعداد ۴ نمونه از نقاط مختلف ولکان‌های دشت ناور جمع‌آوری و جهت انجام تجزیه لابراتواری به ریاست لابراتوارهای معینیت سروی و جیولوجی کشور ارسال شد. برای مطالعات پتروگرافی از نمونه‌ها سلاید (مقاطع نازک) تهیه شد و سپس مطالعات پتروگرافی دقیق بر روی این مقاطع با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان در لابراتوار ریاست لابراتوارها و دیپارتمنت انجینیری جیولوجی و اکتشاف معادن پوهنتون پولی‌تخنیک کابل، صورت پذیرفت. به‌منظور بررسی خصوصیات فزیکي و میخانیکي احجار ولکانیکي دشت ناور، نمونه‌ها تحت تجزیه و تحلیل استانداردهای بین‌المللی قرار گرفتند. این تجزیه‌ها شامل تعیین مقاومت فشاری یک محوره، وزن مخصوص، وزن حجمی و جذب آب بوده که مطابق با استانداردهای بین‌المللی ASTM انجام شدند. مقایسه نتایج حاصل از این تجزیه لابراتواری با استانداردهای بین‌المللی، امکان ارزیابی کیفیت و کاربرد احجار مورد مطالعه را در امر استفاده، در امور ساختمانی و زیربنایی، فراهم می‌سازد.

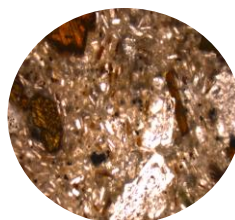
۴. یافته‌ها

۱-۴- مطالعات پتروگرافیکي احجار ولکانیکي دشت ناور

در این تحقیق، برای ارزیابی ارتباط بین پارامترهای پتروگرافی و خصوصیات فزیکي- میخانیکي احجار ولکانیکي دشت ناور، به تعداد ۴ نمونه سنگی انتخاب گردید و مقاطع نازک آن در لابراتوار معینیت سروی جیولوجی وزارت معادن و پترولیم، ساخته شد. مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های مربوط به ساحه موسوم به خواجه غریبان، نشان می‌دهد که این احجار از جمله احجار مگماتیکی ترکیب متوسط بوده و از فیوکریست‌های پلاجیوکلاز، هارنبلند و شیشه با کتله اساسی از نوع بیوتیت، پیروکسین، هماتیت و اوپک‌ها تشکیل شده است. این احجار دارای تکسچر پرفیری و سترکچر کتلوی بوده، مربوط به صنف احجار مگماتیکی سطحی است و از آن به‌عنوان اندیزیت پرفیریت یاد شده است (شکل ۲ و ۳).

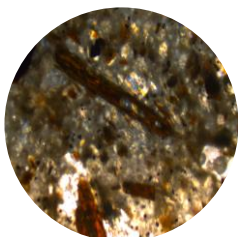


XPL

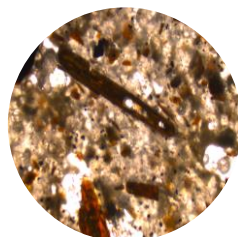


PPL

شکل ۲. عکس میکروسکوپی نمونه NW-۰۱ تحت میکروسکوپ پولاریزیشن.



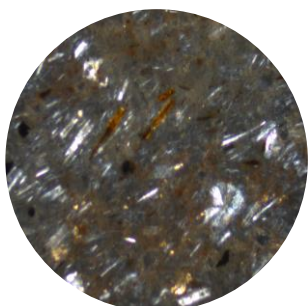
XPL



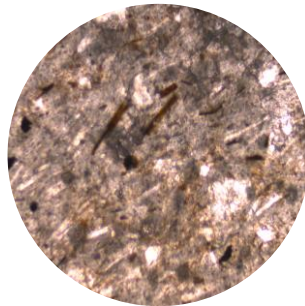
PPL

شکل ۳. عکس میکروسکوپی نمونه NW-۰۲ تحت میکروسکوپ پولاریزیشن.

نمونه اخذ شده از منطقه قوریه، واقع در جنوب دشت ناور، نیز از نوع اندیزیتی بوده دارای ترکیب منرالی اصلی شامل پلاجیوکلاز، کوارس و امفیبول بوده و شامل منرال‌های فرعی پیروکسین، بیوتیت، اکساید آهن و منرال‌های اوپک است. تکسچر پرفیری و سترکچر کتلوی آن نشان‌دهنده منشأ ولکانیکی حجر است که ناشی از سردشدن سریع مگما در سطح زمین یا نزدیک به سطح است (شکل ۴).



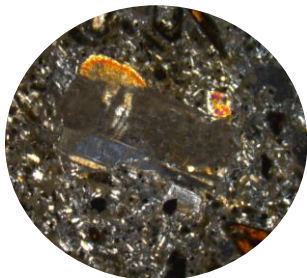
XPL



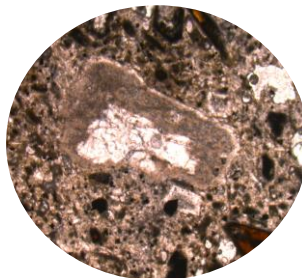
PPL

شکل ۴. عکس میکروسکوپی نمونه NW۱ تحت میکروسکوپ پولاریزیشن.

نمونه اخذ شده از ساحه موسوم به کوتل شمس‌الدین واقع در شرق دشت ناور، دارای ترکیب منرالی اصلی شامل پلاجیوکلاز، کوارس و امفیبول بوده و شامل منرال‌های فرعی پیروکسین، بیوتیت، اکساید آهن و منرال‌های اوپک است. تکسچر پرفیری و سترکچر کتلوی آن نشان‌دهنده منشأ ولکانیکی حجر است که ناشی از سردشدن سریع مگما در سطح زمین یا نزدیک به سطح است (شکل ۵).



XPL



PPL

شکل ۵. عکس میکروسکوپي نمونه NW۲ تحت میکروسکوپ پولاریزیشن.

با در نظر داشت ترکیب منرالی و خصوصیات تکسچر و سترکچر، این حجر یک حجر اندیزیتوداسیت با ترکیب متوسط است که تحت شرایط ولکانیکی در یک محیط فعال تکتونیکی به وجود آمده است.

۵. بررسی خصوصیات فیزیکی احجار ولکانیکی دشت ناور

آزمایش های فیزیکی که روی احجار ولکانیکی دشت ناور انجام یافته است، شامل وزن مخصوص، وزن حجمی و جذب آب است که در زیر به شرح آن پرداخته می شود. وزن مخصوص، وزن حجمی و جذب آب طبق استاندارد (ASTM C-۱۲۷-۰۱) و (ASTM C ۹۷) صورت گرفته است.

۶. تعیین وزن مخصوص احجار ولکانیکی دشت ناور

جهت تعیین وزن مخصوص نمونه، در ابتدا نمونه در حالت نورمال یا طبیعی مشبوع از آب، در حالت کاملاً خشک وزن شده و سپس در حالت مشبوع از آب (در بین آب) وزن می گردد. وزن مخصوص نمونه از رابطه زیر دریافت می گردد:

$$(۱) \quad G_s = \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

که در آن W_1 وزن نمونه در حالت کاملاً خشک، W_2 وزن مشبوع نمونه (حالت نورمال) در هوا و W_3 وزن نمونه در حالت اشباع از آب (در بین آب)، است.

وزن مخصوص روی ۴ نمونه که از ساحات مختلف دشت ناور برداشت شده اند، انجام شده است که پارامترهای آن در (جدول ۱)، درج است.

جدول ۱. پارامترهای وزن مخصوص احجار ولکانیکی دشت ناور.

شماره نمونه ها	درجه حرارت آب	وزن خشک (گرام)	وزن نمونه مشبوع از آب با سطح خشک (گرام)	وزن نمونه در داخل آب (گرام)	وزن مخصوص
	(سانتی گراد)	(W_1)	(W_2)	(W_3)	
NW-۰۱	۱۶	۴۱۵٫۶	۴۴۶٫۴	۲۴۶٫۸	۲٫۰۸
NW-۰۲	۱۶	۴۶۸٫۸	۴۹۴٫۴	۲۵۵	۱٫۹۵



NW1	۲۰	۲۲۷,۶	۲۳۲,۸	۱۳۳,۶	۲,۲۹
NW۲	۲۰	۶۱۴,۴	۶۲۴,۲	۳۶۰,۲	۲,۳۲

۷. تعیین جذب آب احجار ولکانیکی دشت ناور

جذب آب عبارت از حاصل تفریق وزن خشک نمونه از وزن نمونه در حالت اشباع شده تقسیم بر وزن خشک نمونه ضرب در عدد ۱۰۰ به فیصد توسط رابطه ذیل بدست می آید.

$$W_{\%} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

طبق رابطه (۲) W_2 وزن نمونه در حالت اشباع و W_1 وزن نمونه در حالت کاملاً خشک است (جدول ۲).

جدول ۲. پارامترهای جذب آب احجار ولکانیکی دشت ناور

شماره نمونه	درجه حرارت	آب	وزن نمونه خشک	وزن نمونه مشوع از	جذب آب (%)
ها	(سانتی گراد)	(گرام)	(گرام)	(گرام)	
NW-۰۱	۱۶	۵۹۸,۸	۶۴۱,۸	۷,۱۸	
NW-۰۲	۱۶	۲۸۶,۸	۳۰۱,۶	۵,۱۶	
NW1	۲۰	۲۹۲,۶	۲۹۹,۴	۲,۳۲	
NW۲	۲۰	۵۵۶,۲	۵۶۳,۶	۱,۳۳	

۸. تعیین وزن حجمی احجار ولکانیکی دشت ناور

وزن حجمی حجر عبارت از نسبت وزن حجر در هوا بر حجم نمونه است که توسط فرمول ذیل محاسبه می شود:

$$Ds = \frac{W}{V} \quad (3)$$

Ds وزن حجمی حجر بر حسب gr/ml، W وزن نمونه در هوا بر حسب gr و V حجم نمونه بر حسب ml است. نتیجه تجزیه وزن حجمی احجار ولکانیکی دشت ناور در (جدول ۳)، درج گردیده است.

جدول ۳. پارامترهای وزن حجمی احجار ولکانیکی دشت ناور.

شماره نمونه	کته	حجم آب قبل از	حجم آب بعد از غوطه	وزن نمونه	کثافت یا وزن
نمونه ها	(گرام)	غوطه ور شدن نمونه	ور شدن نمونه حجر	(میلی لیتر)	حجمی (گرام)
		حجر (میلی لیتر)	(میلی لیتر)		بر میلی لیتر)
NW1	۲۷۰	۷۰۰	۸۱۰	۱۱۰	۲,۴۵
NW۲	۳۶۱,۴	۷۰۰	۸۵۰	۱۵۰	۲,۴۱
BH-1	۷۸۰,۸	۷۰۰	۱۰۲۰	۳۲۰	۲,۴۴



BH-۲	۳۴۹,۴	۷۰۰	۸۴۰	۱۴۰	۲,۴۹
BH-۳	۳۹۸	۷۰۰	۸۸۰	۱۸۰	۲,۲۱

۹. بررسی خصوصیات میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور

برای تعیین خصوصیات میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور به تعداد (۴) نمونه از ساحات مختلف دشت ناور، اخذ گردید و تمام مشخصات مربوط به ساحه و نمونه تحریر، نمونه شماره- گذاری و سپس به شرکت جیوتخنیک کوه بابا به منظور تجزیه مقاومت فشاری یک محوره، انتقال داده شد. نمونه‌ها به ابعاد مشخص و استاندارد که بلوک‌های $5 \times 5 \times 5$ سانتی متر است، برش و صیقل کاری گردید. در نهایت برای انجام محاسبات مورد نیاز حجم نمونه محاسبه و یادداشت گردید.

۱۰. تعیین مقاومت فشاری یک محوره احجار ولکانیکی دشت ناور

آزمایش مقاومت فشاری یک محوره یکی از تجزیه متداول برای تعیین مقاومت فشاری و دیگر شاخص‌های تغییر شکل پذیری احجار است. برای محاسبه مقاومت فشاری یک محوره از رابطه ذیل استفاده می‌گردد.

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (۴)$$

در این رابطه σ_c مقاومت فشاری یک محوره بر حسب میگاپاسکال، F قوه فشاری وارد بر نمونه بر حسب کیلونیوتن و A مساحت سطح مقطع نمونه بر حسب مترمربع است. پارامترهای تعیین مقاومت فشاری احجار ولکانیکی دشت ناور در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمایش مقاومت فشاری یک محوره احجار ولکانیکی دشت ناور.

شماره نمونه	مشخصات نمونه		مقاومت نهایی نمونه			
	مدل نمونه	طول (cm)	عرض (cm)	ضخامت (cm)	مساحت (cm ^۲)	Kg/cm ^۲
NW-۱		۵	۵	۵	۲۵	۷۱۱,۸
NW-۲		۵	۵	۵	۲۵	۷۶۹,۸
NW-۰۲		۵	۵	۵	۲۵	۴۹۴,۹
NW-۰۳		۵	۵	۵	۲۵	۴۸۱,۲

مقاومت فشاری یک محوره (UCS) یکی از مهم‌ترین خصوصیات میخانیکی احجار است که به توانایی حجر در تحمل قوه‌های فشاری بدون شکست اشاره دارد. این خصوصیت به‌طور گسترده در انجیری جیوتخنیک، معدن کاری و طراحی ساختمان‌های زیرزمینی مانند تونل‌ها و بندها استفاده



می‌شود. بر اساس استاندارد (ISRM, ۱۹۷۸)، احجار بر اساس مقدار مقاومت فشاری خود از (فوق‌العاده ضعیف تا فوق‌العاده قوی) طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۵). این طبقه‌بندی اطلاعات لازم برای تحلیل استحکامیت و طراحی مناسب ساختمان‌های حجری را فراهم می‌کند و به شناسایی خواص حجر در شرایط بارگذاری مختلف کمک می‌نماید.

جدول ۵. طبقه‌بندی احجار براساس مقاومت فشاری.

توصیف مقاومت	مقاومت فشاری یک محوره (Mpa)	
	ISRM (۱۹۷۸)	Deere and Miller (۱۹۶۶)
بسیار بالا	>۲۵۰	>۲۲۰
بالا	۱۰۰-۲۵۰	۱۱۰-۲۱۰
متوسط	۵۰-۱۰۰	۵۵-۱۱۰
پایین	۲۵-۵۰	۲۸-۵۵
بسیار پایین	-	<۲۸

۱۱. بحث و مناقشه

دیتا حاصل از مطالعات ساحوی و لابراتواری در بخش پتروگرافی و خصوصیات فیزیکی-میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی‌ها شامل تحلیل‌های پتروگرافی و خصوصیات فیزیکی-میخانیکی است که اطلاعات مهم در مورد طبقه‌بندی، منشأ و خصوصیات میخانیکی این احجار در کاربردهای انجیری ارائه می‌دهد. یافته‌ها به درک بهتر خواص این احجار در شرایط مختلف انجیری کمک می‌کند و می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری‌های طراحی و اجرای پروژه‌های انجیری باشد. احجار ولکانیکی دشت ناور از نظر خصوصیات فیزیکی و میخانیکی نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پارامترهای مرتبط با این خصوصیات شامل وزن حجمی، وزن مخصوص، مقاومت فشاری یک محوره، تخلخل و جذب آب بوده که پارامترهای ستاتستیکی آن در (جدول ۵)، ارائه شده است.

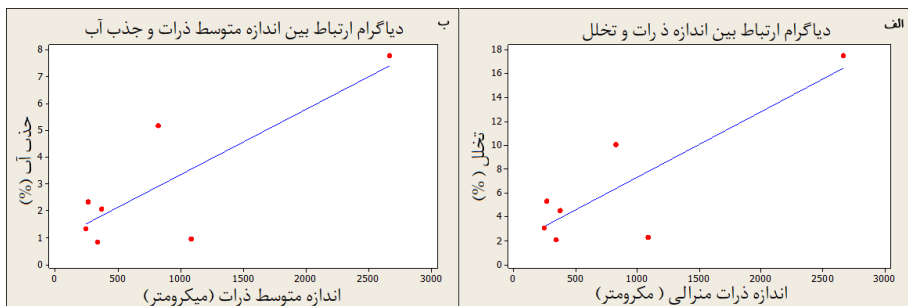
جدول ۵. پارامترهای ستاتستیکی مشخصات فیزیکی و میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور

پارامترها	تعداد نمونه	میانگین	میانه	انحراف معیار	حد اقل	حد اکثر
وزن مخصوص (گرام بر سانتی مترمکعب)	۴	۲,۱۸۵۰	۲,۲۳۵۰	۰,۱۶۷۸	۱,۹۵	۲,۲۳
وزن حجمی (گرام بر ملی لیتر)	۴	۲,۳۲۷۵	۲,۳۴۵۰	۰,۱۲۷۶	۲,۱۷	۲,۴۵



جذب آب (فیصد)	۴	۲,۷۱۸	۲,۱۹۰	۱,۶۱۸	۱,۳۳۰	۵,۱۶۰
تخلخل (فیصد)	۴	۵,۷۴	۴,۹۰	۳,۰۳	۳,۰۹	۱۰,۰۶
مقاومت فشاری یک محوره (میگاپاسکال)	۴	۶۰,۲۸	۵۹,۲	۱۴,۴۹	۴۷,۲	۷۵,۵

نتایج لابراتواری بررسی خصوصیات فزیک و میخانیک احجار ولکانیکی دشت ناور نشان داد که عوامل مختلف بر خصوصیات انجیری این احجار تأثیر می گذارند. از جمله این عوامل می توان به درجه سخت شدگی، اندازه ذرات، تخلخل، وزن مخصوص، وزن حجمی، نفوذپذیری و مقاومت در برابر فرسایش اشاره کرد. تحلیل نتایج لابراتواری نشان می دهد که ترکیب کیمیایی این احجار (از جمله مقدار سلیکان، وجود منرال های آبدار و بدون آب و حضور منرال های سبک و سنگین) نقش مهم در خصوصیات فزیک و میخانیک آن ها دارد. علاوه بر این، اندازه ذرات منرالی و حضور فینوکرست ها نیز به طور مستقیم بر وزن مخصوص، وزن حجمی، میزان جذب آب و مقاومت فشاری یک محوره حجر تأثیر می گذارد. نتایج لابراتواری احجار مورد مطالعه نشان می دهد که حضور فینوکرست های آبدار، پلاجیوکلاز و افزایش اندازه دانه ها، منجر به افزایش تخلخل و جذب آب می شود (شکل ۷ الف و ب).

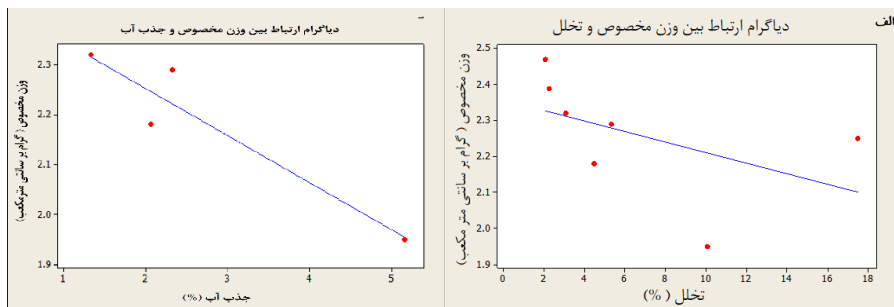


شکل ۷. دیاگرام ارتباط بین مقادیر مختلف در احجار ولکانیکی دشت ناور الف: اندازه ذرات در مقابل تخلخل و ب: اندازه ذرات و جذب آب.

همان طور که در دیاگرام های مربوطه مشاهده می شود، با افزایش اندازه ذرات، میزان تخلخل به صورت قابل توجهی افزایش یافته و این افزایش تخلخل به طور مستقیم موجب بالارفتن قابلیت جذب آب در حجر می شود. این خصوصیات نشان دهنده نقش اندازه و نوع منرال ها در تعیین خصوصیات فزیک و میخانیک این احجار است. گرچه وزن مخصوص احجار ارتباط مستقیم با ترکیب منرالی آن ها دارد، اما تغییرات در تخلخل و جذب آب که بیانگر وجود فضای خالی در ترکیب حجر است، با وزن مخصوص و وزن حجمی احجار رابطه معکوس دارد. همان طور که در

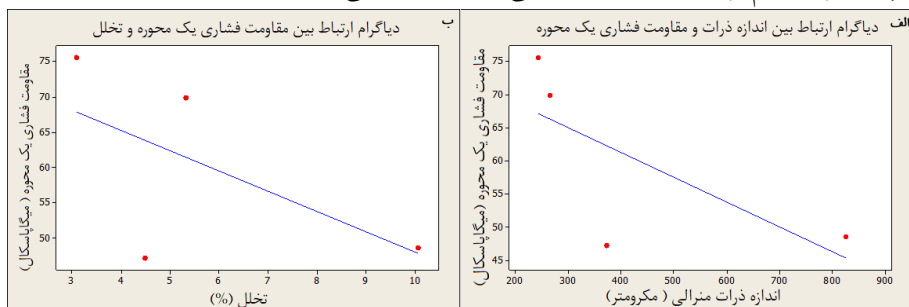


(شکل ۸ الف و ب) مشاهده می‌شود، با افزایش تخلخل و جذب آب، وزن مخصوص کاهش می‌یابد و برعکس، با کاهش تخلخل و جذب آب، وزن مخصوص حجر افزایش پیدا می‌کند. این روند تأکید می‌کند که تخلخل به عنوان یک عامل کلیدی در تعیین خواص فیزیکی احجار ولکانیکی منطقه دشت ناور نقش دارد.



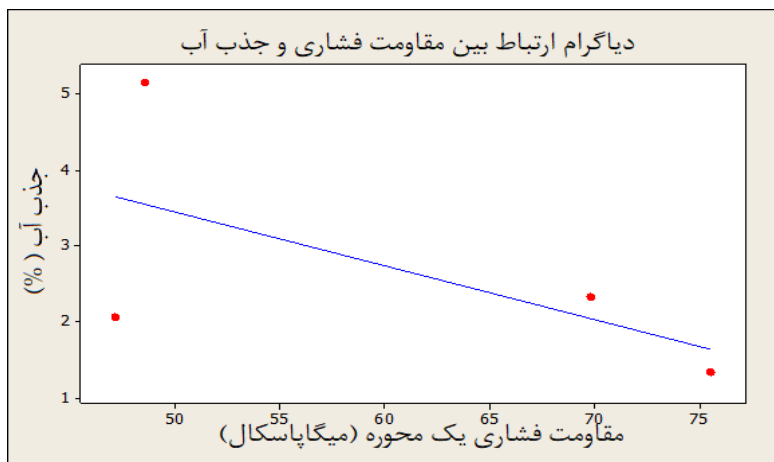
شکل ۸. دیاگرام ارتباط بین وزن مخصوص، تخلخل و جذب آب. الف: وزن مخصوص و تخلخل ب: وزن مخصوص و جذب آب.

پارامترهای پتروگرافی و جیوکیمیایی مانند اندازه ذرات (فینو کریست ها و کتله اساسی)، حضور یا عدم حضور منرال های آبدار و مقدار سلیکان، به همراه پارامترهای فیزیکی مانند تخلخل و جذب آب، تأثیر مستقیم بر خصوصیات میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور دارند.



شکل ۹. دیاگرام ارتباط بین پارامترهای پتروگرافی، فیزیکی و میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور الف: اندازه ذرات فینو کریست ها با مقاومت فشاری یک محوره ب: تخلخل و مقاومت فشاری یک محوره.

نتایج لابراتواری نشان می‌دهد که با افزایش تعداد و اندازه فینو کریست ها، به ویژه فینو کریست های آبدار، مقاومت فشاری یک محوره کاهش می‌یابد. در مقابل، کاهش فینو کریست ها نیز به افزایش مقاومت فشاری منجر می‌شود. رابطه میان مشخصات پتروگرافی و خصوصیات فیزیکی و میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور در (شکل ۹ الف و ب) و (شکل ۱۰)، به وضوح نشان داده شده است.



شکل ۱۰. دیاگرام ارتباط بین پارامترهای پتروگرافیکی، فیزیکی و میخانیکی احجار ولکانیکی دشت ناور، جذب آب و مقاومت فشاری یک محوره.

۱۲. نتیجه گیری

باتوجه به نتایج لابراتواری، مقاطع نازک میکروسکوپی، تحلیل و بررسی دیاگرام‌های رسم شده در مورد احجار ولکانیکی دشت ناور، نتایج ذیل استنباط می‌گردد:

۱. احجار ولکانیکی دشت ناور با ترکیب اندیزیت و داسیت به صورت مخروط‌های ولکانیکی، قطعات پیروکلاستیکی و توف‌ها ولکانیکی به صورت گسترده در دشت ناور ولایت غزنی، گسترش دارند. از لحاظ تکسچر و سترکچر نمونه‌های خواجه غریبان، بهایی نسبت به نمونه‌های کوتل شمس‌الدین و قوریه بزرگ دانه هستند.

۲. بر اساس آزمایش خصوصیات فیزیکی که خلاصه ستاتستیکی آن در (جدول ۵) ارائه گردیده‌اند، فیصدی تخلخل در احجار پایین بوده و مقدار شاخص جذب آب نیز کم می‌باشد؛ بنابراین می‌تواند به صورت مطمئن در پروژه‌های مهم ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند.

۳. بر اساس طبقه‌بندی ارائه شده توسط دیر و میلر (۱۹۶۶) و همچنان طبق استاندارد ISRM (۱۹۷۸) احجار ولکانیکی دشت ناور از نظر اوسط مقاومت فشاری یک محوره در کتگوری پایین تا متوسط قرار می‌گیرند. نتایج نشان می‌دهند که احجار ولکانیکی ساحات کوتل شمس‌الدین و قوریه واقع در جنوب و جنوب دشت ناور نسبت به احجار ولکانیکی خواجه غریبان که در قسمت شرقی دشت ناور گسترش دارند، از مقاومت فشاری بالای برخوردار هستند.



۴. باتوجه به دیاگرام‌های ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و میخانیکی، ارتباط قابل قبولی بین خصوصیات فیزیکی و میخانیکی دشت ناور وجود دارد. به طوری که با افزایش تخلخل و فیصدی جذب آب نمونه‌ها، مقاومت فشاری یک محوره احجار، کاهش می‌یابد.



۱۳. منابع و مأخذ

- امانیان، م.، حافظی مقدس، ن.، نیکودل، م.، و مهدی زاده شهری، ح. (۱۳۸۴). ارزیابی نقش ویژگی های پتروگرافی در دوام و مقاومت سنگ های آذرین (مطالعه موردی موج شکن شهید رجایی). چهارمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.
- قبادی، م.ح.، احمدی، ل.، میری، م.م.، و جعفری و س.ر. (۱۳۹۷). بررسی رابطه خصوصیات فیزیکی و مکانیکی با خصوصیات سنگ شناسی در سنگ های گرانیتوئیدی. یافته های نوین زمین شناسی کاربردی، ۱۲(۲۴)، ۵۴-۶۴.
- قبادی، م.ح.، و علیجانی، ع. ر. (۱۳۸۸). اثر بافت و ویژگی های کانی شناسی بر روی خصوصیات زمین شناسی مهندسی گرانیتوئیدها و هارنبلندگابروهای الوند. نشریه انجمن زمین شناسی مهندسی ایران، ۲(شماره ۳ و ۴)، ۴۱-۵۲.
- Abdullah, S.H.; Chmyriov, V.M.; Dronov, V.I. Geology and Mineral Resources of Afghanistan; British Geological Survey: Nottingham, UK, ۲۰۰۸; Volume ۲.
- Arif, M., Bukhari, S. W. H., Muhammad, N., & Sajid, M. (۲۰۱۳). Petrography and physicommechanical properties of rocks from the Ambela granitic complex, NW Pakistan. *The Scientific World Journal*, 2013(۱), ۳۴۹۳۸۱.
- Azadbeh, M., Mohammadzadeh, A., & Danninger, H. (۲۰۱۴). Modeling the response of physical and mechanical properties of Cr-Mo prealloyed sintered steels to key manufacturing parameters. *Materials & Design*, 55, ۶۳۳-۶۴۳.
- Azizi, T. (۲۰۲۳). Detecting Lithium Brine in Afghanistan Using Spaceborne Hyperspectral Data.
- Boulanger, M. T., Davis, R. S., & Glascock, M. D. (۲۰۱۲). Preliminary characterization and regional comparison of the Dasht-i-Nawur obsidian source near Ghazni, Afghanistan. *Journal of Archaeological Science*, 39(۷), ۲۳۲۰-۲۳۲۸.
- Hayes, K. A. (۲۰۱۸). Geochemical Evidence for Mixing Between Basin Pore Waters and Evaporated Lake Water, Dasht-e-Nawar, Afghanistan. University of Nevada, Reno.
- Hussin, A., & Poole, C. (۲۰۱۰). The intragranular textures of aggregates and its correlation to the physical properties. *Sains Malaysiana*, 39(۱), ۳۹-۴۳.
- ISRM. (۱۹۷۸). Suggested Methods for Determining Tensile Strength of Rock Materials Part ۲: Suggested Method for determining indirect tensile strength by the Brazil Test. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 15, ۹۹-۱۰۳. [http://dx.doi.org/10.1016/0148-9062\(۷۸\)۹۰۰۳-۷](http://dx.doi.org/10.1016/0148-9062(۷۸)۹۰۰۳-۷)
- Keikha, T., & Keykha, H. A. (۲۰۱۳). Correlation between mineralogical characteristics and engineering properties of granitic rocks. *Electron J Geotech Eng*, 18(۵), ۴۰۵۵-۴۰۶۵.



- Khandelwal, M., & Singh, T. N. (۲۰۰۹). Correlating static properties of coal measures rocks with P-wave velocity. *International Journal of Coal Geology*, 79(۱-۲), ۵۵-۶۰.
- Liu, J. S., Li, H. B., Zhang, G. K., & Deng, J. (۲۰۱۷). Correlations among Physical and Mechanical Parameters of Rocks. *Advanced Engineering Technology* III, 865, ۳۶۶-۳۷۲.
<https://doi.org/۱۰.۴۰۲۸/www.scientific.net/AMM.۸۶۵.۳۶۶>
- Martino, S., Di Luzio, E., Discenza, M. E., Esposito, C., Kundu, J., & Minnillo, M. (۲۰۲۳). Dataset on physical properties and mechanical parameters of limestone rocks from Central Apennines (Italy) by laboratory test on intact rock specimens. *Data in Brief*, 46, ۱۰۸۸۸۶.
- Sajid, M., Coggan, J., Arif, M., Andersen, J., & Rollinson, G. (۲۰۱۶). Petrographic features as an effective indicator for the variation in strength of granites. *Engineering Geology*, 202, ۴۴-۵۴.
- Stillings, L. L., Mack, T. J., Chornack, M. P., Kalaly, S. S., Ahmadi, M. I., & Qasim, A. (۲۰۱۵). A summary of data collected by the US Geological Survey at Dasht-e-Nawar, Afghanistan, in support of lithium exploration, June-September ۲۰۱۴. US Department of the Interior, US Geological Survey.
- Yusof, N., & Zabidi, H. (۲۰۱۶). Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of granitic rock from Hulu Langat, Selangor. *Procedia Chemistry*, 19, ۹۷۵-۹۸۰.



Investigation of the Relationship between Petrographic Parameters and the Physical- Mechanical Properties of Volcanic Rocks in the Dasht-e Nawur, Ghazni Province

Shah Hussain Shafayi^{۱*} Sayed Aziz Sadat^۲

۱. Department of Engineering Geology and Mining Exploration, Faculty of Geology and Mines, Ghazni Technical University.

۲. Department of Engineering Geology and Mining Exploration, Faculty of Geology and Mines, Kabul Poly Technic University.

sh.shafayi@teug.edu.af • ۷۹۰۸۸۲۹۹۰

Abstract:

Dasht-e Nawur in Ghazni Province is considered one of the most significant volcanic domains in Afghanistan. This research was conducted with the aim of investigating the relationship between petrographic parameters and the physical-mechanical properties of volcanic rocks in this area. For this purpose, four rock samples were collected from different locations in the Dasht-e Nawur area, and petrographic studies and physical-mechanical tests, including thin section preparation, determination of specific gravity, bulk density, water absorption, and uniaxial compressive strength, were conducted on them.. The results revealed that these rocks are mainly andesite and dacite, characterized by porphyritic texture, massive structure, and a mineralogical composition consisting of plagioclase, hornblende, quartz, biotite, and opaque minerals. In terms of physical properties, the average specific gravity and bulk density ranged from ۲.۱۸ to ۲.۳۲ gr/cm³, water absorption was less than ۳%, and porosity was low, indicating suitable quality of these rocks for construction and infrastructure applications. The uniaxial compressive strength (UCS) ranged between ۴۷ and ۷۵ MPa, which, according to international standards, is classified from medium to high strength. The correlation between petrographic parameters and physical-mechanical properties demonstrated that an increase in the size and abundance of phenocrysts, the presence of hydrous minerals, and higher porosity percentages lead to decreased compressive strength and increased water absorption. In contrast, the presence of quartz and plagioclase with appropriate grain size and a compact texture enhances the compressive strength properties of the rocks. Therefore, petrographic characteristics play a key role in determining the engineering performance of these rocks and can serve as a reliable basis for their selection in construction and infrastructure projects.

Keywords: Volcanic Rocks, Physical-Mechanical Properties, Dast-e-Nawur, Petrographic Parameters, Uniaxial Compressive strength.



Ghazni Technical University
Deputy Chancellery for Scientific Research and Journal Affairs
Scientific Journal Directorate
General Management of the Scientific Journal

Zarkashan Journal of Engineering Studies

Volume 1, Issue 1
Winter 2025 / 1404 SH
1447 AH