

استقامت



دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف معدن

کاربرد یک روش الگوریتمیک بر مبنای آنالیز تصویر برای شناسایی

بافتی رخساره های محیط های رسوبی سنگ منشا و مخازن نفت و

گاز: مطالعه موردی در خلیج فارس

نگارش: مسعود شکوری

اساتید راهنما:

منصور ضیایی

علی اکبر پویان

استاد مشاور:

سیما سهرابی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۸۹

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای

تحت عنوان:

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد
مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	سیما سهرابی		منصور ضیایی
			علی اکبر پویان

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	عرب احمدی		حمید آقاجانی
			بهزاد تخم چی



دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره:

تاریخ:

ویرایش:

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد حجت‌الاسلام آقای مجتبی سلیمی رشته مهندسی عمران تحت عنوان بررسی سازه‌های فولادی با دیوارهای برشی در مناطق زلزله‌خیز که در تاریخ ۱۳۸۹/۷/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

☐ مردود	☐ دفاع مجدد	☒ قبول (با درجه: <u>بسیار خوب امتیاز ۱۶/۵</u>)
--------------------------------	------------------------------------	---

۲- بسیار خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶)

۱- عالی (۲۰ - ۱۸)

۴- قابل قبول (۱۳/۹۹ - ۱۲)

۳- خوب (۱۵/۹۹ - ۱۴)

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	استادیار	مجتبی سلیمی	۱- استاداراهنما
	استادیار	مجتبی سلیمی	۲- استاد مشاور
	استادیار	مجتبی سلیمی	۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی
	استادیار	مجتبی سلیمی	۴- استاد امتحن
	استادیار	مجتبی سلیمی	۵- استاد امتحن

تأیید رئیس دانشکده:

تقدیر و تشکر

پس از حمد و سپاس الهی بر خود لازم می دانم تا از زحمات بی دریغ اساتید راهنمای این پایان نامه، جناب آقای دکتر ضیایی و آقای دکتر پویان و بخصوص مشاور گرامی سرکار خانم مهندس سهرابی که در طول انجام این پایان نامه نهایت محبت، راهنمایی و دقت نظر را داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

همچنین از تمامی اساتید گرامی دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک که در طول این دوره تحصیلی با مساعدت های علمی و اخلاقی خود، لطف شایانی به اینجانب داشتند و نیز دوستان عزیزم که به نحوی در انجام این پایان نامه مرا یاری دادند، تشکر و سپاس گذاری می نمایم.

در پایان از زحمات و توجهات کارکنان واحد پژوهش و توسعه شرکت نفت فلات قاره بخصوص جناب دکتر موسوی کمال تشکر و سپاسگذاری را داشته باشم.

این پایان نامه با حمایت علمی و مادی شرکت نفت فلات قاره انجام شده است.

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

شهریور ۸۹

چکیده:

با توجه به این موضوع که ۹۰ درصد ذخایر نفتی در سنگ های کربناته قرار گرفته اند، شناسایی بافتی سنگ های کربناته یکی از مراحل ضروری و اجتناب ناپذیر برای اکتشافات نفتی در مخازن هیدروکربوری آهکی به شمار می رود. در روش های سنتی روال کار برای شناسایی بافتی سنگ ها بدین صورت می باشد که پس از نمونه برداری از اعماق مشخص در چاه، از نمونه های سنگی بدست آمده مقاطع نازک تهیه می شود. در مرحله بعد متخصصین سنگ شناسی مقاطع نازک را تک تک مورد بررسی قرار می دهند و نام گذاری می کنند که این کار بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد و به دلیل زمان بر بودن و سختی کار احتمال اشتباه انسانی بسیار بالا می باشد. به دلیل وقت گیر بودن این مرحله، هزینه های مربوط به نیروی انسانی متخصص بسیار بالا می باشد. استفاده از یک روش بر پایه کامپیوتر و روش های هوش مصنوعی می تواند مشکلات ناشی از زمان و هزینه را تا حد چشمگیری کاهش دهد و همچنین باعث سهولت در جابجایی داده های مورد نیاز در بین واحدهای مختلف یک سازمان شود.

در این مطالعه نرم افزاری بر پایه روش های شبکه عصبی و پردازش تصویر تهیه شد که با گرفتن یک تصویر میکروسکوپی دیجیتال به عنوان ورودی از سطح مقطع نازک با بزرگ نمایی ۲۵ برابر نوع سنگ کربناته را مشخص می کند. برای آموزش شبکه عصبی نرم افزار از ۴۰۰ مقطع نازک استفاده شد که از این تعداد مقطع نازک به تعداد مساوی (۱۰۰ عدد) مربوط به یکی از گروه های مادستون، وکستون، پکستون و گرینستون می باشد. همچنین از ۴۰۰ تصویر دیجیتالی دیگر از مقاطع نازک برای تست نرم افزار استفاده شد. با توجه به نتایج تست نرم افزار دقت نرم افزار برای شناسایی هر یک از گروه های مادستون، وکستون، پکستون و گرینستون به ترتیب برابر ۱۰۰، ۷۶، ۷۱ و ۸۷ درصد می باشد.

کلید واژه: سنگ های کربناته، شناسایی بافتی، شبکه عصبی، پردازش تصویر

۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- مطالعات انجام شده پیشین.....	۱
۲-۱- ضرورت مطالعه.....	۲
۳-۱- هدف مطالعه.....	۲
۲- پردازش تصاویر دیجیتالی و شبکه عصبی.....	۴
۱-۲- پردازش تصویر.....	۴
۱-۱-۲- مقدمه.....	۴
۲-۱-۲- تصویر دیجیتال چیست؟.....	۵
۳-۱-۲- تعریف پردازش تصاویر دیجیتال.....	۶
۴-۱-۲- کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتال.....	۸
۱-۴-۱-۲- عکس برداری.....	۹
۲-۴-۱-۲- سنجش از دور.....	۱۰
۳-۴-۱-۲- تصویربرداری پزشکی.....	۱۰
۴-۴-۱-۲- مسائل امنیتی و قضایی.....	۱۱
۵-۴-۱-۲- حمل و نقل.....	۱۲
۶-۴-۱-۲- نظامی.....	۱۲
۵-۱-۲- نویز و فیلترهای حذف آن از تصویر.....	۱۳
۱-۵-۱-۲- انواع نویز.....	۱۳
۲-۵-۱-۲- فیلترهای کاهنده نویز.....	۱۴
۲-۲- شبکه های عصبی.....	۱۶
۱-۲-۲- مقدمه.....	۱۶
۲-۲-۲- نورون.....	۱۸
۳-۲-۲- شبکه عصبی چیست.....	۲۰
۴-۲-۲- ساختمان شبکه عصبی.....	۲۲
۵-۲-۲- کاربردهای شبکه عصبی.....	۲۴

۲۴	 تخمین تابع ۱-۵-۲-۲
۲۵	 کلاس بندی ۲-۵-۲-۲
۲۵	 حافظه شرکت پذیر ۳-۵-۲-۲
۲۶	 بهینه سازی ۴-۵-۲-۲
۲۶	 استخراج مشخصات و متراکم کردن اطلاعات ۵-۵-۲-۲
۲۷	 روشهای آموزش ۶-۲-۲
۳۰	 طبقه بندی سنگهای کربناتی ۳-۳۰
۳۰	 مقدمه ۱-۳
۳۵	 طبقه بندی گرابو ۲-۳
۳۷	 طبقه بندی سنگهای آهکی فولک ۳-۳
۴۰	 طبقه بندی دانهام ۴-۳
۴۰	 مقدمه ۱-۴-۳
۴۲	 خواص گل ۲-۴-۳
۴۲	 دانه های متکی و گل های متکی ۳-۴-۳
۴۳	 اتصال و چسبیده شدن ۴-۴-۳
۴۳	 طبقه بندی و نام گذاری ۵-۴-۳
۴۵	 مادستون (Mudstone) ۱-۵-۴-۳
۴۵	 وکستون (Wackestone) ۲-۵-۴-۳
۴۵	 پکستون (Packstone) ۳-۵-۴-۳
۴۶	 گرینستون (Grainstone) ۴-۵-۴-۳
۴۶	 باندستون (Boundstone) ۵-۵-۴-۳
۴۷	 کربنات های متبلور (Crystalline Carbonate) ۶-۵-۴-۳
۴۷	 اصلاحات و طبقه بندی کربنات ها (EMBRY, A.F. AND KLOVAN J.E(1971) ۵-۳
۵۳	 محیط ها و رخساره های رسوبی کربناتی ۴-۵۳
۵۳	 مقدمه ۱-۴
۵۳	 انواع پلتفرم ۲-۴

۵۸.....	۳-۴- محیط های رسوبی کربناتی.....
۶۰.....	۱-۳-۴ - محیط قاره ای.....
۶۱.....	۲-۳-۴ - محیط دریایی.....
۶۱.....	۱-۲-۳-۴ - سکوی درونی.....
۶۴.....	۲-۲-۳-۴ - سکوی میانی.....
۶۶.....	۳-۲-۳-۴ - سکوی بیرونی یا محیط حاشیه پلاتفرم.....
۷۱.....	۴-۲-۳-۴ - دامنه پرشیب پلاتفرم.....
۷۲.....	۵-۲-۳-۴ - حوضه های عمیق (Basin).....
۷۴.....	۳-۳-۴ - سرشیب کربناتی.....
۷۵.....	۴-۴ - رخساره های رسوبی کربناته.....
۷۸.....	۵- مواد و روش.....
۷۸.....	۱-۵ - مقدمه.....
۷۸.....	۲-۵ - تهیه مقاطع نازک.....
۸۰.....	۳-۵ - تهیه عکس از مقاطع صیقلی.....
۸۲.....	۴-۵ - پردازش تصویر.....
۸۳.....	۱-۴-۵ - کاهش نویز.....
۸۳.....	۲-۴-۵ - استخراج مشخصات.....
۸۴.....	۱-۲-۴-۵ - درصد بیشترین تن خاکستری.....
۸۶.....	۲-۲-۴-۵ - تعداد پیکسل های لبه در محیط های تیره.....
۸۷.....	۳-۲-۴-۵ - تعداد پیکسل های لبه بین محیط های تیره و روشن (پیکسل های محیطی).....
۸۸.....	۴-۲-۴-۵ - تعداد محیط های روشن.....
۸۸.....	۵-۲-۴-۵ - تعداد پیکسل های محیط های روشن.....
۸۸.....	۶-۲-۴-۵ - تعداد محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل.....
۸۹.....	۷-۲-۴-۵ - تعداد پیکسل های محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل.....
۸۹.....	۵-۵ - نرمال سازی پارامترها.....
۹۰.....	۶-۵ - شبکه عصبی.....

- ۹۱-۵-۱ - مدل شبکه عصبی.....
- ۹۲-۵-۲ - تابع فعال سازی برای هر نرون.....
- ۹۳-۵-۳ - تابع خطا و حداقل سازی.....
- ۹۳-۵-۴ - الگوریتم آموزش.....
- ۹۴-۵-۷ - تهیه اینترفیس نرم افزار.....
- ۹۴-۵-۸ - تست نرم افزار برای تخمین رده بندی دانهام مقاطع.....
- ۹۵-۹-۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه.....
- ۹۶-۵-۱-۱ - حوضه خلیج فارس.....
- ۹۷-۵-۲-۱ - زمین شناسی خلیج فارس.....
- ۹۸-۵-۳-۱ - نوع رسوبات در خلیج فارس.....
- ۹۹-۵-۴-۱ - فلات قاره و تقسیمات هیدروکربوری منطقه.....
- ۱۰۰-۵-۵-۱ - موقعیت و تاریخچه میدان درود.....
- ۱۰۱-۵-۱۰-۱ - تعیین محیط رسوبی گذشته منطقه.....
- ۱۰۲-۶ - نتیجه گیری و پیشنهاد.....
- ۱۰۴-۷ - منابع.....

۱- مقدمه

۱-۱- مطالعات انجام شده پیشین

مدت زمان زیادی از استفاده تکنیک های پردازش تصویر و شبکه های عصبی در علوم مختلف از جمله زمین شناسی نمی گذرد ولی در همین مدت کوتاه نیز کارهای زیادی صورت گرفته است. T. Basu و همکارانش از ترکیب داده های مغزه های حفاری و لاگ های پتروفیزیکی در شبکه عصبی خود استفاده کردند [21]. Hsein Cheng Chang و همکارانش قابلیت های شبکه های عصبی Back Propagation و Adaptive Resonance Theory و کوهونن را برای تفکیک کربنات های مناطق نفتی به روش دانهام و همچنین شناسایی تخلخل در تصاویر FMI مورد استفاده قرار دادند و همچنین از ترکیب های مختلف روش های هوش مصنوعی استفاده کردند و بر پایه اطلاعات لاگ های حفاری دقت روش ترکیبی آن ها ۸۷٪ بود [22] ، [24] . R.Marmo و همکارانش نیز از ترکیب پردازش تصویر و شبکه های عصبی برای شناسایی کربنات ها استفاده کردند. نتایج بدست آمده از کار ایشان و همکارانش بسیار خوب بود و سنگ های کربناته را با دقت ۹۳٪ مورد شناسایی قرار داد [23]. Lianshuang Qi و Timothy R. Carr نیز از شبکه عصبی برای شناسایی رخساره های کربناته با استفاده از لاگ های حفاری استفاده کردند [25].

علاوه بر شناسایی بافتی کربنات ها در زمینه شناسایی کانی های مختلف نیز کارهایی صورت گرفته است. T. R. Mengko و همکارانش از تکنیک های پردازش تصویر برای شناسایی کوارتز، گارنت و بیوتیت در تصاویر میکروسکوپی استفاده کردند نتایج مطالعه ایشان و همکارانشان روشی مفید را برای جداسازی کانی ها بر روی تصاویر دیجیتالی نشان داد [26] .

۲-۱- ضرورت مطالعه

شناسایی محیط های رسوبی گذشته سنگ های کربناته یکی از مراحل ضروری و اجتناب ناپذیر برای اکتشافات نفتی به شمار می رود. در روش های سنتی روال کار برای شناسایی بافتی سنگ ها بدین صورت می باشد که پس از نمونه برداری از اعماق مشخص در چاه، از نمونه های سنگی بدست آمده مقاطع نازک تهیه می شود. در مرحله بعد متخصصین سنگ شناسی مقاطع نازک را تک تک مورد بررسی قرار می دهند و نام گذاری می کنند که این کار بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد و به دلیل زمان بر بودن و سختی کار احتمال اشتباه انسانی بسیار بالا می باشد. به دلیل وقت گیر بودن این مرحله، هزینه های مربوط به نیروی انسانی متخصص بسیار بالا می باشد. استفاده از یک روش سیستماتیک و بر پایه کامپیوتر و روش های هوش مصنوعی می تواند مشکلات ناشی از زمان و هزینه را تا حد چشمگیری کاهش دهد و همچنین باعث سهولت در جابجایی داده های مورد نیاز در بین واحدهای مختلف یک سازمان شود.

همانطور که در قسمت قبل اشاره شد تحقیقات زیادی بر روی شناسایی کربنات ها با استفاده از روش های پیشرفته انجام شده است و روش های مختلفی نیز در این زمینه مورد استفاده قرار گرفته است ولی با این حال مطالعات صورت گرفته اکثرا بر روی مقاطع بسیار تپیک کربناته صورت گرفته است که عملا در کارهای عملی کاربردی ندارند و یا بیشتر مطالعات برای شناسایی رخساره های رسوبی بر پایه داده های پتروفیزیکی بوده است. در نتیجه مطالعه بر روی مقاطع نازک به عنوان یکی از مهمترین داده های مناطق نفتی برای شناسایی بافتی سنگ های کربناته ضروری به نظر می رسد.

۳-۱- هدف مطالعه

هدف از انجام این تحقیق ترکیب روش های پردازش تصویر و شبکه عصبی برای شناسایی بافتی کربنات ها می باشد که یکی از پارامترهای کلیدی برای تشخیص محیط رسوب گذاری است. در این

مطالعه سعی شده است برای تهیه نرم افزاری هوشمند به منظور شناسایی بافتی کربنات های حوضه

خلیج فارس قدمی به جلو برداشته شود.

۲- پردازش تصاویر دیجیتالی و شبکه عصبی

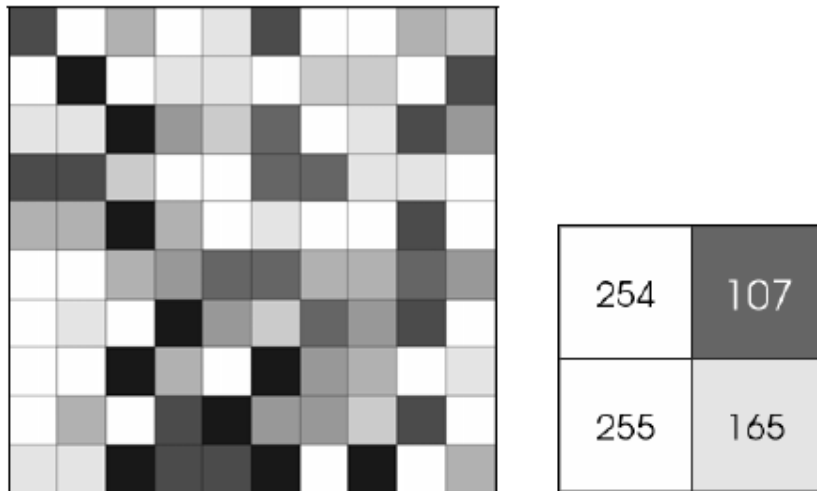
۲-۱- پردازش تصویر

۲-۱-۱- مقدمه

سیستم بینایی مهمترین نعمتی است که خداوند به انسان عطا کرده است. در میان حواس پنجگانه انسان، بینایی مهمترین ابزار کسب اطلاعات از محیط پیرامون می باشد. تجزیه و تحلیل داده هایی که به صورت تصاویر سیاه و سفید و یا رنگی هستند بهترین منابع اطلاعاتی می باشند که اطلاعات مورد نیاز برای کنترل کیفیت و فرایند را فراهم می آورد. تلاش های زیادی صورت می گیرد تا با استفاده از سیگنال های مناسب تصویری از داخل اشیا که نور مرئی به داخل آن نفوذ نمی کند تهیه شود تا دید و شناخت بهتری نسبت به آن مجموعه بدست آید. به عنوان مثال استفاده از اشعه ایکس یا گاما، امواج فراصوت و امواج الکترو مغناطیس نمونه ای از تلاش انسان برای ایجاد تصویر مرئی از داخل بدن انسان، درون زمین و سنگ ها و یا اعماق فضا است که نتیجه نهایی آن ماشینی است که توانایی ایجاد تصویر مرئی را دارد. همانطور که گفته شد تصویر بهترین منبع اطلاعاتی برای درک جهان اطراف می باشد و از این رو نسبت به صوت و سایر منابع کسب اطلاعات شامل داده ها و اطلاعات بیشتری می باشد. به همین خاطر در اکثر مواقع تحلیل و استخراج داده های یک تصویر بسیار زمان گیر می باشد. امروزه با پیشرفت پردازنده ها و رایانه ها بسیاری از کارها از جمله تجزیه و تحلیل تصاویر به آنها سپرده شده است. [1]

۲-۱-۲- تصویر دیجیتال چیست؟

یک تصویر آرایه یا ماتریسی از پیکسل های مربعی (اجزا تصویر) است که در سطرها و ستونهای ماتریس چیده شده اند. در یک تصویر ۸ بیتی با تن خاکستری^۱ هر جز تصویر یک شدت نور بین محدوده ۰ تا ۲۵۵ به خود می گیرد. یک تصویر با تن خاکستری همان چیزی است که در میان عامه مردم با عنوان تصویر سیاه و سفید شناخته می شود در حالی که اینگونه نیست و این تصاویر از شدت روشنایی های مختلف رنگ خاکستری تشکیل شده اند.[2]



شکل ۲-۱: شمایی از پیکسل های یک شکل [2]

همانطور که گفته شده یک تصویر خاکستری ۸ بیتی معمولی دارای ۲۵۶ رنگ است. یک تصویر رنگی معمولی دارای ۲۴ بیت ($8 \times 8 \times 8$ بیت) می باشد که معادل $256 \times 256 \times 256$ رنگ است که چیزی در حدود ۱۶ میلیون رنگ می شود.

¹ Gray Scale



شکل ۲-۲: یک تصویر True color حاصل از سه تصویر خاکستری رنگی شده با رنگ های قرمز، سبز و آبی

[2]

در حالت کلی دو گروه از تصاویر دیجیتال وجود دارند. وکتورهای گرافیکی که به آنها لاین آرت^۱ نیز می گویند و تصاویر بیت مپ^۲ که آنها را با نام تصاویر رستر^۳ نیز می شناسیم.

۲-۱-۳- تعریف پردازش تصاویر دیجیتال

یک تصویر معمولاً به صورت یک تابع دوبعدی مانند $f(x,y)$ تعریف می شود که در آن x و y موقعیت مکانی نقطه مورد نظر و مقدار f شدت روشنایی یا تن خاکستری نقطه مورد نظر می باشد. زمانی که مقادیر x ، y و f در بازه مقادیر گسسته باشد تصویر حاصل را یک تصویر رقومی یا دیجیتال^۴ می نامند. در مورد پردازش تصویر تعاریف زیادی ارایه شده است که در حالت کلی می توان گفت عبارت

¹ Line Art

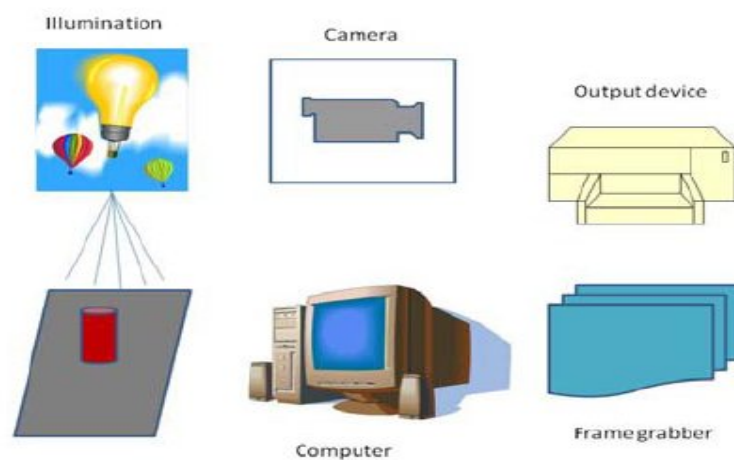
² Bitmap

³ Raster

⁴ Digital Image

پردازش تصاویر دیجیتال، فرایند پردازش روی یک تصویر دو بعدی بکمک یک رایانه دیجیتال می باشد. در حالت کلی تر این تعریف را می توان به پردازش دیجیتالی هر داده دوبعدی نسبت داد.[3]

یک سیستم پردازش تصویر معمولاً شامل یک منبع نورانی است که محیط را روشن می کند، یک سیستم سنسوری (مانند یک دوربین دیجیتال)، یک سیستم برداشت فریم برای جمع آوری عکس و یک کامپیوتر برای ذخیره سازی نرم افزارهای مورد نیاز برای کار بر روی تصاویر می باشد. معمولاً استفاده از یک ابزار خروجی مانند یک نمایشگر کامپیوتر یا یک پرینتر نیز می تواند مفید باشد. شکل ۱-۳ یک سیستم پردازش تصویر را نمایش می دهد.[4]



شکل ۲-۳: اجزای یک سیستم پردازش تصویر [4]

هدف اصلی از پردازش تصاویر دیجیتال اینست که انسان را در بدست آوردن اطلاعات بیشتر از تصاویر و همچنین تولید تصاویر با کیفیت بالاتر توانمند سازد. به علاوه بر خلاف سیستم بینایی انسان که می تواند خود را با شرایط محیطی گوناگون وفق دهد و اطلاعات مفید را ثبت کند سیستم های تصویر برداری ماشینی و سنسورها بطور خورکار نسبت به تصویربرداری بامعنی و دارای اطلاعات مفید ناتوان هستند. به عنوان مثال یک سیستم تصویر برداری بطور اتوماتیک و بدون استفاده از الگوریتم های کامپیوتری نمی تواند بین یک انسان و پس زمینه ای که در آن قرار دارد تفاوت ایجاد کند. شکل ۱-۴ یک مثال خوب در این مورد را نمایش می دهد که در آن توسط یک الگوریتم (K-means) بین یک

شی و پس زمینه تفاوت ایجاد کرده ایم و این عمل توسط پردازش تصویر صورت گرفته است. از این مثال می توان برای قضاوت در مورد اهمیت و نیاز پردازش تصویر استفاده کرد. [4]



(a)

(b)

شکل ۲-۴: جداسازی تصویر یک انسان از پس زمینه با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر [4]

پردازش تصویر به طور مستقیم با تصاویر سروکار دارد که این تصاویر از تعداد زیادی نقطه رنگی تشکیل شده اند. این نقاط رنگی تصویر پیکسل نامیده می شوند. هر پیکسل دارای سه مقدار موقعیت افقی (X) در تصویر، موقعیت عمودی (Y) در تصویر و شدت یا تن خاکستری است. دو مقدار اول موقعیت پیکسل در تصویر و مقدار سوم رنگ یا تن خاکستری پیکسل را مشخص می کنند. البته تصاویر رنگی نسبت به تصاویر خاکستری دارای اطلاعات ابعادی بیشتری در پیکسل هایشان هستند. [2]

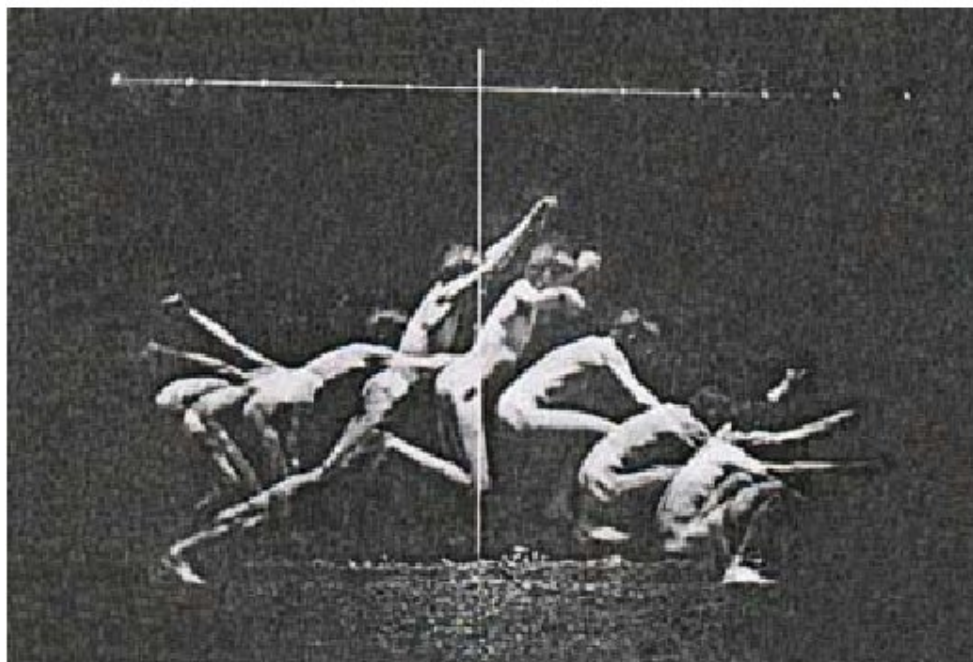
۲-۱-۴- کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتال

کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتالی بسیار گسترده می باشد و در اینجا نمی توان به طور کامل تمامی کاربردهای آنرا پوشش داد. در حالت کلی زمینه هایی که از تکنیک های پردازش تصویر

استفاده می کنند را می توان به تصویربرداری، زمین شناسی و سنجش از دور، عکس برداری پزشکی، مسائل امنیتی و قضایی، حمل و نقل و مسائل نظامی تقسیم بندی کرد ولی کاربردهای پردازش تصویر تنها محدود به اینها نمی باشد.[4]

۲-۱-۴-۱- عکس برداری

عکس برداری ثبت آنچه که توسط عکاس مشاهده می شود بر روی عکس می باشد و امروزه چه بصورت حرفه ای و چه بصورت تفننی در تمام جوامع علاقه مندانی دارد. برای مثال هنرمندان بوسیله عکس هایی که از طبیعت و اشیا ساخته شده توسط انسان می گیرند احساسات خود را بیان می کنند و یا دانشمندان عکس برداری را برای مطالعه رفتار حرکتی انسان یا سایر موجودات بکار می برند (شکل ۱-۵).



شکل ۲-۵: مطالعه بر روی حرکت انسان توسط Eakins Thomas. [4]

۲-۴-۱-۲- سنجش از دور

پردازش تصویر، سنجش از دور را قادر می سازد تا اطلاعات مختلفی را از تصاویر ماهواره ای گردآوری کند. معمولا الگوریتم ها و تکنیک هایی که برای استخراج اطلاعات بکار می روند به پارامترهای زیادی از جمله پرتوهای الکترومغناطیس و نوع سنجنده بستگی دارند (شکل ۱-۶).

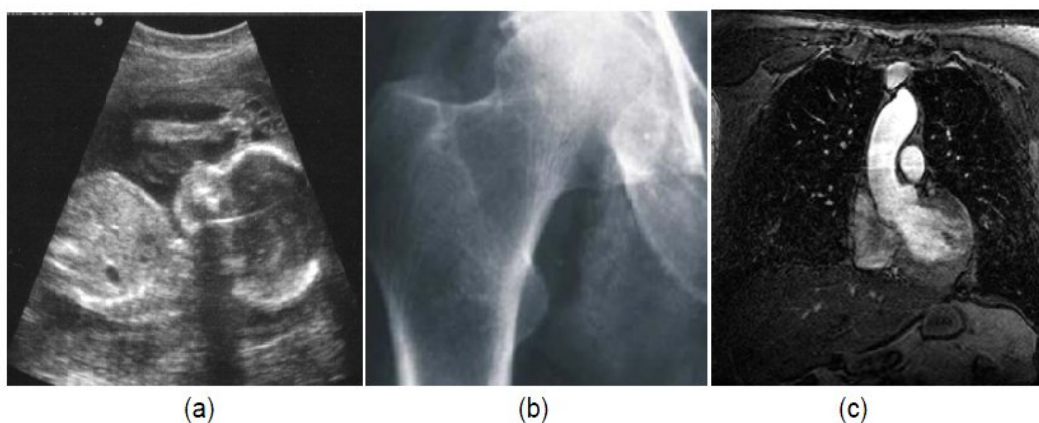


شکل ۲-۶: نمونه ای از یک تصویر ماهواره ای مورد استفاده در سنجش از دور (تصویر گرفته شده توسط

(NASA)

۲-۴-۱-۳- تصویربرداری پزشکی

پردازش تصویر در ساخت و بهبود تصاویر تهیه شده از بدن انسان بسیار کاربرد دارد. این تصاویر بوسیله متخصصان مربوطه آنالیز و پردازش می شوند. پردازش سیگنال و تصویر در دستگاه های مختلف پزشکی از جمله التراسونیک، اشعه ایکس، سی تی اسکن و MRI بسیار زیاد است. در شکل ۱-۷ مثال هایی از این سیستم ها آورده شده است.



شکل ۷-۲: مثال هایی از تصاویر پزشکی. a. التراسونیک b. اشعه ایکس c. MRI [4]

۲-۱-۴-۴ - مسائل امنیتی و قضایی

در این گونه مسائل معمولاً از ترکیبی از علوم مختلف برای اهداف قضایی و کشف جرم بهره می برند. هدف پردازش تصویر در این زمینه مقابله با فعالیت های مجرمانه می باشد. به عنوان مثال اثرات انگشت مشکوک معمولاً با اثر انگشت های موجود در بانک اطلاعات پلیس مقایسه می شوند تا صاحب آن شناسایی شود (شکل ۸-۱). همچنین بوسیله پردازش تصویر می توان DNA باقی مانده در محل توسط مجرم را نیز شناسایی و با بانک اطلاعاتی پلیس مقایسه کرد.



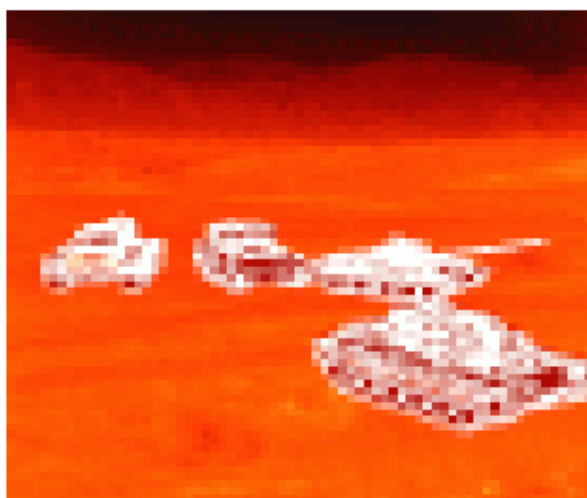
شکل ۸-۲: تصویری از اثر انگشت [4]

۲-۱-۴-۵- حمل و نقل

کاربرد پردازش تصویر در این زمینه در چند سال اخیر رشد چشمگیری داشته است. یکی از فعالیت های کلیدی در این زمینه طراحی اتومبیل هایی با رانندگی خودکار می باشد که سیستم تصویربرداری نقش مهمی در طراحی مسیر، جلوگیری از برخورد با مانع و کنترل دارد. پردازش تصاویر دیجیتال همچنین در زمینه کنترل ترافیک و برنامه ریزی حمل و نقل نیز بکار می رود.

۲-۱-۴-۶- نظامی

در این زمینه مطالعات بسیار زیادی شده است. کاربردهای موجود شامل شناسایی اشیاء، مسیریابی و بازسازی سه بعدی محیط و می شود. برای مثال بدن یک انسان یا هر شی که گرما تولید می کند را می توان در شب توسط سنسورهای فروسرخ کرد (شکل ۱-۹). این تکنیک هم اکنون در مناطق جنگی مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین جنگ افزارها و موشک های جدید و پیشرفته قبل از انهدام یک هدف یک مدل سه بعدی از آن تهیه می کنند و آنرا برای شناسایی هدف مورد نظر با بانک اطلاعاتی خود مقایسه می کنند.



شکل ۹-۲: یک تصویر فروسرخ از تانک ها (تصویربرداری شده توسط دانشگاه میشیگان)

۲-۱-۵- نویز و فیلترهای حذف آن از تصویر

در کاربردهای معمول روزانه نویز به عنوان یک صدای مزاحم و ناخواسته شناخته می شود. در تصاویر و سیگنال های آنالوگ و دیجیتال، نویز یک آشفتگی ناخواسته بر روی سیگنال به شمار می رود. نویزها می توانند باعث قطع، شکست، تغییر و مزاحمت در سیگنال ها شوند و بدین ترتیب اطلاعات را دستخوش تغییر کنند.

تصاویری که توسط دوربین های دیجیتال و یا فیلم های دوربین های آنالوگ گرفته می شوند دارای نویزهای زیادی هستند که از منابع مختلف وارد تصویر می شوند. در بیشتر کاربردهای روزمره تصاویر دیجیتال، نویزهای آن باید حذف شوند. به عنوان مثال در کاربردهای هنری و بازاریابی برای زیبایی تصویر و یا در کاربردهایی مانند بینایی ماشین برای پردازش صحیح اطلاعات نویزها حذف می شوند. در ادامه چند نویز رایج در تصاویر دیجیتال توضیح داده خواهند شد و سپس فیلترها و روشهای حذف آن ها بیان می شوند. [3]

۲-۱-۵-۱- انواع نویز

نویز فلفل نمکی^۱

در نویز فلفل نمکی پیکسل های دارای نویز از لحاظ رنگ و شدت روشنایی با پیکسل های اطراف بسیار متفاوت هستند بطوریکه پیکسل های نویزی تصویر هیچ ارتباط رنگی با پیکسل های اطراف ندارند. یک تصویر دارای نویز فلفل نمکی بصورت بصورت پیکسل های پراکنده سیاه و سفید دیده می شود و به همین خاطر به آن نویز فلفل نمکی می گویند. [3]

نویز گوسین^۲

¹ Salt & Pepper Noise

² Gaussian Noise

در نویز گوسین مقدار هر پیکسل با بوسیله یک مقدار کوچک تغییر می کند. در این نویز زمانی که مقدار شکستگی پیکسل ها را در مقابل فرکانس به صورت یک هیستوگرام رسم می کنیم به یک هیستوگرام نرمال یا گوسین می رسیم.[3]

۲-۱-۵-۲- فیلترهای کاهنده نویز

در انتخاب یک الگوریتم برای کاهش نویز باید به یکسری نکات توجه کرد:

- قدرت کامپیوتر و زمان: یک دوربین تصویر برداری که قابلیت کاهش نویز را دارد باید از الگوریتم هایی استفاده کند که در زمان کوتاهی در حد چند ثانیه نتیجه را نمایش دهد ولی در هنگام کار با یک کامپیوتر رومیزی زمان بیشتری را می توان اختصاص داد.
- در همه حال فداکردن مقداری از اطلاعات صحیح و سالم در عکس برای کاهش نویز قابل قبول است.
- بوسیله شناسایی مشخصات نویز و تصویر تصمیم بهتری در مورد فیلتر مورد استفاده برای کاهش نویز می توان گرفت.

فیلترهای هموارساز خطی^۱

یکی از روشهای کاهش نویز بوسیله به هم پیچاندن تصویر اصلی با یک پوشش از یک فیلتر پایین گذر می باشد. به عنوان مثال پوشش گوسین شامل عناصری از تابع گوسین می باشد. این پیچیدگی^۲ مقادیر هر پیکسل را به هارمونی مقدار پیکسل های همسایه نزدیک می کند. در حالت کلی یک فیلتر هموار ساز خطی مقدار هر پیکسل را به مقدار میانگین یا میانگین وزنی پیکسل های تغییر می دهد.

¹ Linear smoothing filter

² Convolution

فیلترهای هموار ساز خطی تصویر را به صورت یک تصویر محو^۱ نمایش می دهند. به خاطر اینکه مقدار شدت روشنایی هر پیکسلی که بطور قابل ملاحظه ای از زمینه بالاتر یا پایین تر است بوسیله پیکسل های همسایه هموار شده و به همین خاطر تصویر محو دیده می شود. بخاطر محوشدگی تصویر، فیلتر هموارساز خطی به هیچ عنوان در کارهای عملی مورد استفاده قرار نمی گیرد ولی به عنوان پایه ای برای فیلترهای غیر خطی به کار می روند.[3]

فیلترهای غیر خطی^۲

یک فیلتر میانه^۳ یک مثال از فیلترهای غیر خطی می باشد و اگر به خوبی طراحی شود می تواند علاوه بر حذف خوب نویز مشخصات اصلی تصویر را نیز به خوبی حفظ کند. برای اجرای یک فیلتر میانه:

۱. توجه کردن به هر پیکسل تصویر

۲. مرتب کردن^۴ پیکسل ها بر اساس شدت روشنایی آن ها

۳. جایگزینی مقدار هر پیکسل با مقدار میانه لیست پیکسل ها

فیلتر میانه به خوبی نویز فلفل نمکی را حذف می کند و لبه های موجود در تصویر را کمی محو می کند. بنابراین این فیلتر معمولا در بینایی ماشین کاربرد دارد. [3]

¹ Blur

² Non Linear Filters

³ median filter

⁴ sort

۲-۲- شبکه های عصبی

۲-۲-۱- مقدمه

در این قسمت ابتدا یک تاریخچه کوتاه در مورد شبکه های عصبی ارائه می شود. سپس در مورد نرون به عنوان واحد های سازنده شبکه های عصبی بحث خواهد شد و در ادامه به تعریف شبکه عصبی و ساختارها و روش های آموزش شبکه های عصبی خواهیم پرداخت.

تاریخچه شبکه عصبی

زمینه علمی شبکه های عصبی مصنوعی از تفکر در مورد مغز انسان نشأت گرفته است. به طور میانگین در مغز انسان 3×10^{10} نرون از انواع مختلف وجود دارد که هر نرون به طور میانگین 10^4 ارتباط عصبی^۱ دارد. اغلب به مدل های شبکه عصبی مدل های پیوند گرا^۲ اطلاق می شود. در شبکه های عصبی همه نرون ها بوسیله سیناپسی که دارای یک وزن است به هم متصل شده اند بنابراین شبکه های عصبی سیستم های پردازشی هستند که به صورت موازی توسعه داده شده اند. [5]

شروع تحقیقات در مورد شبکه های عصبی به سال ۱۹۴۰ یعنی زمانی که مک کولوچ^۳ و پیت^۴ پی بردند که از مدل کردن نرون ها می توان به عنوان ابزاری آستانه ای برای توابع منطقی استفاده کرد بر می گردد. قبل از سال ۱۹۴۰ هب^۵ قانون هبین^۶ را برای بیان اینکه چطور آموزش بر روی ارتباط بین نرون ها تاثیر می گذارد معرفی کرد. در اواخر ۱۹۵۰ و اوایل ۱۹۶۰ روزنبلت^۷ مدل پرسپترون را

¹ synapse

² connectionist

³ McCulloch

⁴ Pitt

⁵ Hebb

⁶ Hebbian rules

⁷ Rosenblatt

معرفی کرد و ویدرو^۱ و هاف^۲ آدالین^۳ را معرفی کردند که با روش کمترین میانگین مربعات آموزش داده شده بود. [13]

توجه به شبکه های عصبی مصنوعی برای یک دهه رو به افول گذاشت. علت این اتفاق کتاب مینسکی^۴ و پاپرت^۵ بود در آن به طور ریاضی اثبات کرده بود که پرسپترون برای حل توابع منطقی پیچیده ناتوان است. هر چند آدالین و سری چند لایه ای آن یعنی مادالین^۶ به خاطر ماهیت تابع مورد استفاده در آن ها در حل مسایل غیر خطی ناتوان هستند. با این حال در همین دوره مدل آدالین به خاطر استفاده خوب از روش کمترین میانگین مربعات کاربردهای موفقیت آمیزی در مورد حل مسایل از خود نشان داد. [9]

در سال ۱۹۷۰ گراسبرگ^۷، ون در مالسبرگ^۸ و فوکوشیما^۹ مسیر این زمینه علمی را به سمت آموزش رقابتی و شبکه های خودسازمان ده هدایت کردند. کوهونن^{۱۰} مدل شبکه خود سازمان ده^{۱۱} خود را در این زمان ارائه داد. در اوایل سال ۱۹۸۰ ومپنیک^{۱۲} یک مدل شبکه عصبی بسیار قوی با آموزش نظارت شده را اختراع کرد و آن را Support Vector Machine (SVM) نامید. مدل SVM بر پایه تئوری آموزش آماری می باشد و برای مسایل با نمونه های کم بسیار مفید است. [10]

1 Widrow

2 Hoff

3 ADALINE(Adaptive Linear Element)

4 Minsky

5 Papert

6 MADALINE

7 Grossberg

8 Von Der Malsburg

9 Fukushima

10 Kohonen

11 Self Organization Map(SOM)

12 Vampnik

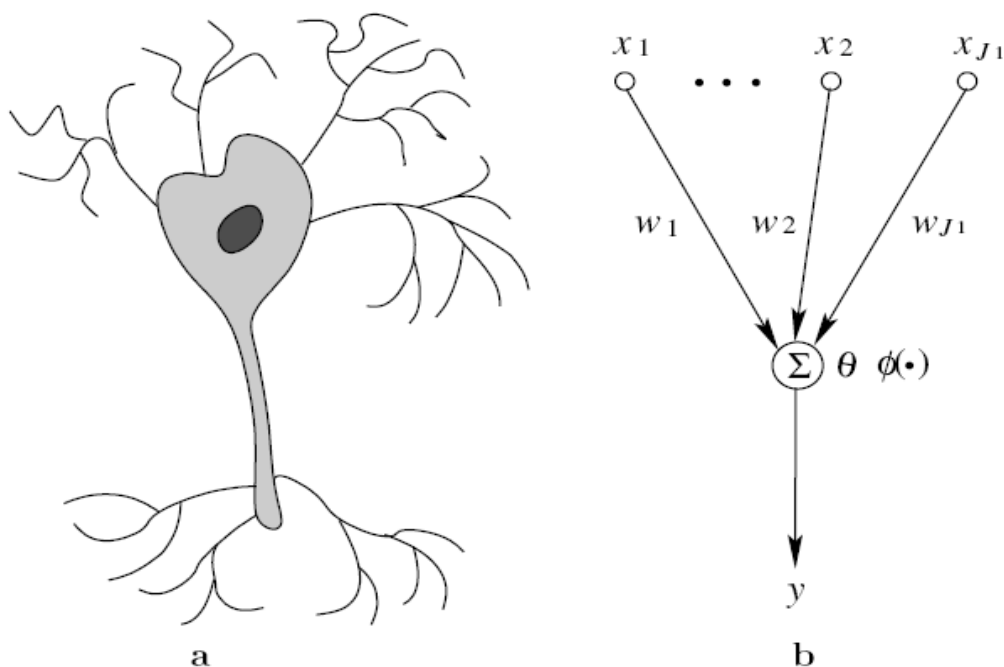
تحقیقات در زمینه عصب شناسی همچنان ادامه دارد و در پی آن هر روز شاهد اختراع و ظهور مدل های مختلفی از شبکه های عصبی هستیم. در حالی که بیشتر مهندسان وقت خود را صرف حل مسایل بوسیله شبکه های عصبی موجود می کنند، عده کمی از پژوهشگران همچنان علاقمند ساخت و توسعه سیستم های جدیدی از شبکه های عصبی هستند [10].

۲-۲-۲- نرون^۱

هر واحد پردازشی در شبکه عصبی را نرون می نامند. یک نرون یک گره می باشد که همه ورودی های خود را مورد پردازش قرار داده و بر مبنای یک تابع انتقال که آنرا تابع فعال سازی^۲ می نامند یک خروجی می سازد. تابع فعال سازی یک نگاشت خطی یا غیرخطی از ورودی به خروجی نرون ایجاد می کند و معمولاً با φ نمایش داده شود. نرون ها به وسیله اتصالاتی موسوم به سیناپس با هم ارتباط دارند که در شبکه های عصبی مصنوعی به آن ها وزن گفته می شود. شکل ۱-۱۰ شمای ساده ای از نرون بیولوژیکی و یک نرون مصنوعی را نمایش می دهد. [11]

¹ Neuron

² Activation Function



شکل ۱۰-۲: مدل نورون McCulloch-Pitts. a. نورون بیولوژیکی. b. مدل ریاضی نورون. [11]

مدل نورون McCulloch-Pitts از نظر بیولوژیکی باورپذیر می باشد و بدین سبب در بیشتر شبکه های عصبی از این مدل استفاده می شود. خروجی نرون بوسیله فرمول های ۱-۱ و ۲-۱ مشخص می شود.

$$net = \sum_{i=1}^{J_1} w_i x_i - \theta = \mathbf{w}^T \mathbf{x} - \theta \quad \text{فرمول ۱-۱:}$$

$$y = \phi(net) \quad \text{فرمول ۲-۱:}$$

در این دو فرمول x_i به عنوان i امین ورودی، w_i وزن ارتباطی i امین ورودی، $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_{J_1})^T$ ، $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_{J_1})^T$ و θ به عنوان حد آستانه Threshold یا Bias هستند و J_1 تعداد ورودی ها می باشد. تابع فعال سازی ϕ به صورت یک تابع نگاشت پیوسته یا ناپیوسته می باشد که

معمولا مقادیر حقیقی در بازه های $(-1,1)$ و $(0,1)$ را می گیرد. در زیر توابع فعال سازی مختلفی که برای شبکه های عصبی مورد استفاده قرار می گیرد نشان داده شده است.

- Hard limiter (threshold):

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

- Semilinear function:

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, & x > a \\ \frac{x}{2a} + \frac{1}{2}, & -a \leq x \leq a \\ 0, & x < -a \end{cases}$$

- Logistic function:

$$\phi(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}}$$

- Hyperbolic tangent function:

$$\phi(x) = \tanh(\beta x)$$

۲-۲-۳- شبکه عصبی چيست

روشی برای محاسبه است که بر پایه اتصال به هم پیوسته چندین واحد پردازشی ساخته میشود. شبکه از تعداد دلخواهی سلول یا گره یا واحد یا نرون تشکیل میشود که مجموعه ورودی را به خروجی ربط میدهند شبکه عصبی مصنوعی روشی عملی برای یادگیری توابع گوناگون نظیر توابع با مقادیر حقیقی، توابع با مقادیر گسسته و توابع با مقادیر برداری می باشد. یادگیری شبکه عصبی در

برابر خطاهای داده های آموزشی مصون بوده و اینگونه شبکه ها با موفقیت به مسائلی نظیر شناسائی

گفتار، شناسائی و تعبیر تصاویر، و یادگیری روبات اعمال شده است. [12]

امروزه استفاده از شبکه های عصبی به دلیل قابلیت های فراوان آن ها بسیار زیاد شده است. از

توانمندی های عمده شبکه های عصبی می توان به موارد زیر اشاره کرد: [12]

- محاسبه یک تابع معلوم
- تقریب یک تابع ناشناخته
- شناسائی الگو
- پردازش سیگنال
- یادگیری انجام موارد فوق

مسائل زیادی را می توان به وسیله شبکه های عصبی حل کرد که برخی از آن ها عبارتند از:

- خطا در داده های آموزشی وجود داشته باشد. مثل مسائلی که داده های آموزشی دارای نویز حاصل از دادهای سنسورها نظیر دوربین و میکروفن ها هستند.
- مواردی که نمونه ها توسط مقادیر زیادی زوج ویژگی -مقدار نشان داده شده باشند. نظیر داده های حاصل از یک دوربین ویدئویی.
- تابع هدف دارای مقادیر پیوسته باشد.
- زمان کافی برای یادگیری وجود داشته باشد. این روش در مقایسه با روشهای دیگر نظیر درخت تصمیم نیاز به زمان بیشتری برای یادگیری دارد.
- نیازی به تعبیر تابع هدف نباشد. زیرا به سختی میتوان اوزان یادگرفته شده توسط شبکه را تعبیر نمود.

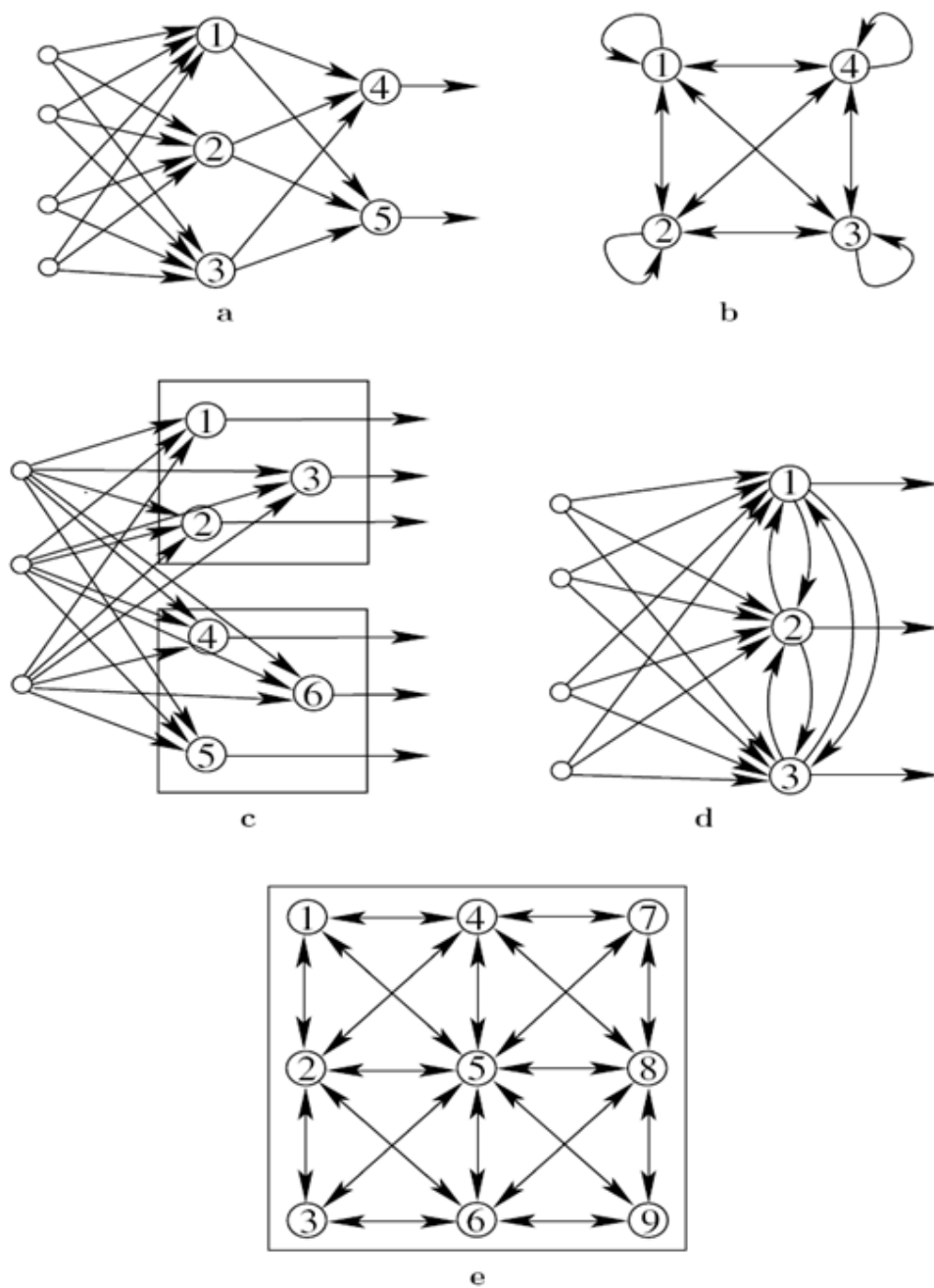
۲-۲-۴- ساختمان شبکه عصبی

ماتریس وزن ارتباط $W = [w_{ij}]$ که در آن w_{ij} بیانگر وزن ارتباطی از گره i به گره j می باشد برای بیان ساختمان شبکه عصبی به کار می رود. زمانی که $w_{ij} = 0$ هیچ ارتباطی بین گره i و j وجود ندارد. با تنظیم وزن های بین گره در بین مقادیر ۰ تا ۱ می توان به ساختارهای مختلفی از شبکه های عصبی رسید. بر اساس ساختار، شبکه های عصبی به انواع پیش رونده^۱ و بازگشت کننده^۲ و ترکیب های مختلفی از این دو تقسیم بندی می شوند. در شکل ۱-۱۱ برخی از معروفترین ساختمان های شبکه عصبی مانند شبکه FNN، RNN، شبکه توری^۳، شبکه FNN با ارتباط جانبی و شبکه CNN نمایش داده شده است. [13]

1 Feedforward Neural Network (FNN)

2 Recurrent Neural Network(RNN)

3 Lattice



شکل ۲-۱۱: ساختارهای مختلف شبکه های عصبی. a. شبکه FNN با ارتباط کامل. b. شبکه RNN. c. شبکه

توری منظم دوبعدی. d. شبکه لایه ای FNN با ارتباط جانبی. e. شبکه CNN. دایه های کوچک نماینده

ورودی و دایره های دارای شماره نماینده نورون ها هستند. [13]

در یک شبکه FNN، ارتباط بین نورون ها به صورت پیش رونده است. معمولاً این شبکه به شکل لایه لایه چیدمان می شود. در شبکه FNN لایه ای، علاوه بر اینکه هیچ ارتباطی بین نورون های درون یک لایه وجود ندارد، ارتباط بازگشتی نیز بین نورون های لایه های جلو تر با لایه های پشتی قرار داده نمی شود. یک شبکه FNN با ارتباط کامل، شبکه ای است که نورون های هر لایه با تمام نورون های لایه جلوتر خود ارتباط دارند (شکل ۱-۱۱a). شبکه های FNN هیچ مشخصه دینامیکی ندارند و این شبکه یک جداساز غیرخطی ساده می باشند.

در شبکه RNN، حداقل یک ارتباط بازگشتی وجود دارد که نورون را به یک عملگر انتگرالی یا یک واحد تاخیر^۱ متصل می سازد. بنابراین شبکه RNN را می توان یک سیستم دینامیک غیرخطی تصور کرد. مدل هاپفیلد^۲ و ماشین بولتزمن^۳ از نوع ساختار RNN می باشند. [13]

۲-۲-۵- کاربردهای شبکه عصبی

شبکه های عصبی در زمینه های مختلفی از علوم و مهندسی کاربردهای فراوانی یافته اند. کاربرد شبکه های عصبی عموماً در زمینه های مختلفی مانند مدلسازی و شناسایی سیستم، کلاس بندی، شناسایی الگو، بهینه سازی، کنترل، کاربردهای صنعتی، ارتباطات و پردازش تصویر و سیگنال گسترش یافته است. در زیر برخی از کاربردهای عمده شبکه های عصبی شرح داده می شود. [13]

۲-۲-۵-۱- تخمین تابع

بیشترین کاربرد شبکه های عصبی در مورد قابلیت تخمین تابع این شبکه ها می باشد. این قابلیت مواردی از قبیل مدلسازی و شناسایی سیستم، رگرسیون و پیش بینی، کنترل، پردازش تصویر و

1 Delay Unit

2 Hopfield

3 Boltzmann

سیگنال، بازشناسی الگو و طبقه بندی و حافظه شرکت پذیر را نیز شامل می شود. مسئله ترمیم تصویر^۱ در واقع یک مسئله تخمین تابع می باشد که می توان آن را به کمک شبکه های عصبی حل کرد. شبکه های پیش رونده مانند شبکه های پرسپترون های چند لایه MLP و یا شبکه های RBFN برای توابع غیر خطی یک تخمین زن همگانی می باشند[13].

۲-۲-۵-۲- کلاس بندی

کلاس بندی یکی از کاربردهای اساسی برای شبکه های عصبی می باشند. کلاس بندی می تواند بر پایه قابلیت شبکه های عصبی در تخمین تابع صورت گیرد. شبکه های عصبی که معمولا برای کلاس بندی مورد استفاده قرار می گیرند به روش نظارت شده آموزش داده شده اند. هر دوی شبکه های MLP و RBFN به طور گسترده ای برای کلاس بندی کاربرد دارند. معمولا شبکه هایی که برای کلاس بندی مورد استفاده قرار می گیرند دارای یک گره خروجی با مقادیر گسسته هستند که مقادیر متفاوت این گره خروجی بیانگر هر کلاس می باشد با این حال در معماری شبکه می توان از مدل های دیگری نیز استفاده کرد[13].

۲-۲-۵-۳- حافظه شرکت پذیر^۲

معماری یک حافظه شرکت پذیر می تواند به صورت پیش رونده، دوسویه و بازگشتی باشد. مدل هاپفیلد و ماشین بولتزمن عمومی ترین حافظه های شرکت پذیر خودکار می باشند. یک شبکه MLP که با الگوی ورودی و خروجی همتراز آموزش داده شده باشد به عنوان یک حافظه شرکت پذیر خودکار می تواند مورد استفاده قرار گیرد. حافظه های شرکت پذیر یک ابزار مناسب و مفید برای بازشناسی الگو می باشند[13].

¹ Image Restoration

² Associative Memory

۲-۲-۵-۴- بهینه سازی

تعداد بسیار زیادی از مسایل مهم در مهندسی و علم شامل بهینه سازی پارامترهای مسئله در فضای تعریف شده برای مسئله می باشند. برخی از مدل های شبکه عصبی مانند مدل هاپفیلد و ماشین بولتزمن برای مسایل بهینه سازی ترکیبی بسیار مفید هستند. مسئله فروشنده دوره گرد^۱ یک مسئله بهینه سازی ترکیبی تپییک می باشد. همینطور یک مسئله دسته بندی را می توان به یک مسئله بهینه سازی ترکیبی تبدیل کرد. الگوریتم SA یک الگوریتم بهینه سازی بسیار موثر برای آموزش شبکه های عصبی و مسایل عمومی بهینه سازی می باشد. الگوریتم های دیگری نیز برای بهینه سازی وجود دارند که به عنوان نمونه می توان به الگوریتم EA اشاره کرد[13].

۲-۲-۵-۵- استخراج مشخصات و متراکم کردن اطلاعات

فشرده سازی اطلاعات و کدها یکی از اساسی ترین فرایندها در زمینه انتقال و ذخیره سازی گفتار، عکس، صدا، فیلم و سایر انواع اطلاعات می باشد. هدف از فشرده سازی اطلاعات کاهش حجم داده ها و رسیدن به سرعت بیتی پایین برای ارایه اطلاعات بدون از دست دادن آن ها می باشد. شبکه های PCA که ابزاری ضروری در بازشناسی الگو هستند برای استخراج مشخصات می توانند مورد استفاده قرار گیرند. PCA در زمینه پردازش سیگنال و تصویر و همچنین استخراج مشخصات کاربرد گسترده ای دارد. بوسیله تبدیل داده های دارای بعد زیاد به داده های دارای بعد کم می توان سیگنال ها را فشرده کرد و از این رو شبکه های PCA به خوبی فشرده سازی اطلاعات را انجام می دهند[13].

¹ Traveling Salesman Problem

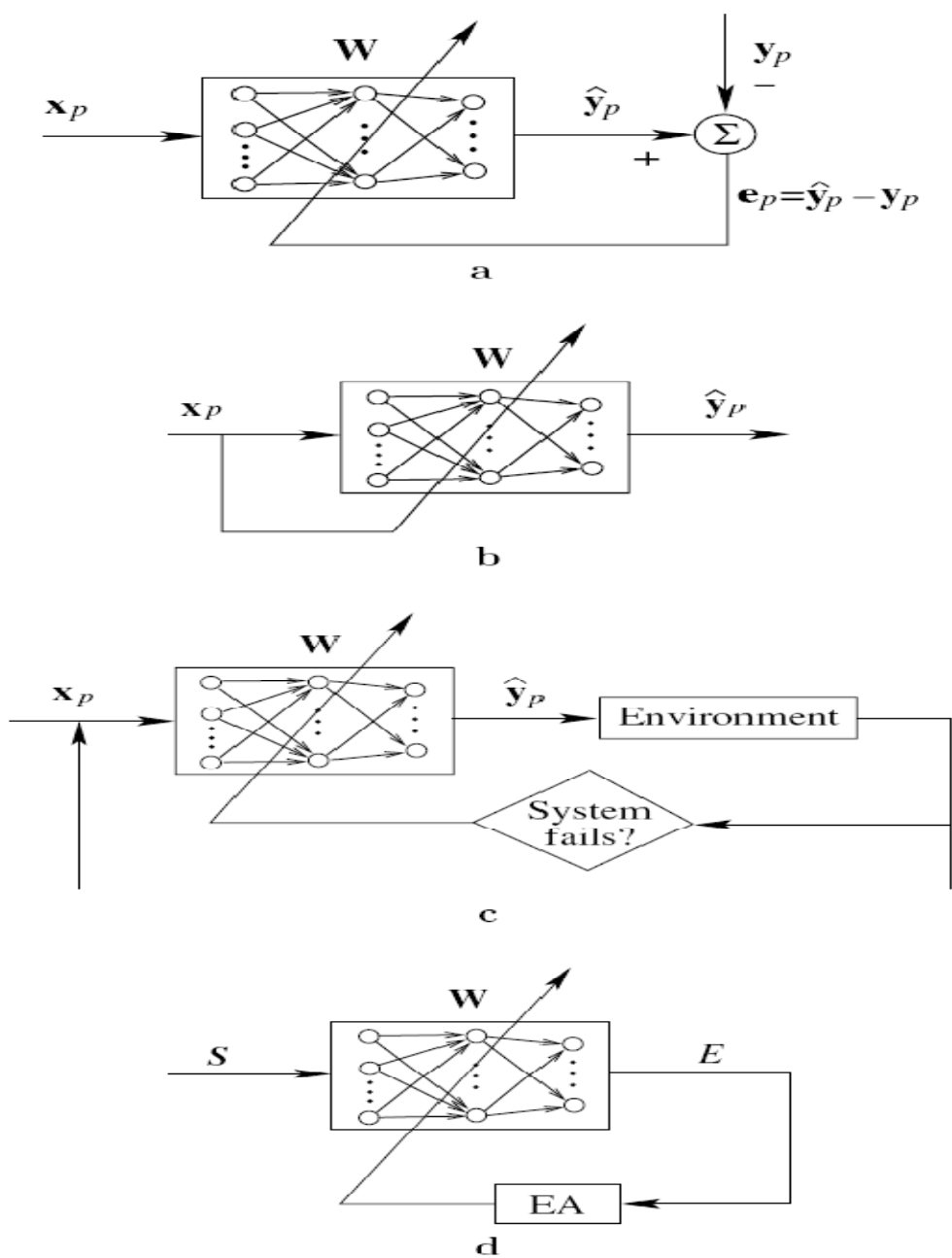
۲-۲-۶- روشهای آموزش

یکی از مهمترین توانایی های شبکه های عصبی آموزش آن ها می باشد. قوانین آموزش الگوریتم هایی برای یافتن وزنه های مناسب برای شبکه می باشند. آموزش یک شبکه عصبی را میتوان به صورت یک مسئله بهینه سازی غیر خطی در نظر گرفت که هدف از آن پیدا کردن یک سری از پارامترها برای حداقل سازی تابع هزینه برای مثال های ورودی می باشد. به طریق دیگر، آموزش شبکه عصبی یک فرایند بهینه سازی است که بوسیله تنظیم پارامترهای شبکه مانند W بهترین و نزدیک ترین جواب ها را ارایه می کند. [13]

شبکه های عصبی معمولاً در یک دوره یا اپوک Epoch آموزش داده می شوند. دوره، یک اجرای کامل می باشد که در آن همه مثال های آموزشی به شبکه داده شده و مورد پردازش قرار گرفته اند. بعد از آموزش، شبکه عصبی دارای ارتباط های پیچیده ای در بین گره های خود می شود و می توان آن را به سایر نمونه ها تعمیم داد. زمانی که یک نمونه یا ورودی به یک شبکه عصبی آموزش داده شده ارایه می شود شبکه یک جواب منطقی به مسئله خواهد داد. [13]

برطبق قرارداد آموزش شبکه های عصبی به انواع نظارت شده^۱، نظارت نشده^۲، تقویتی^۳ و تکاملی^۴ تقسیم بندی می شوند که در شکل ۱-۱۲ نمایش داده شده اند.

-
- 1 Supervised
 - 2 Unsupervised
 - 3 Reinforcement
 - 4 Evolutionary



شکل ۱۲-۲: روش های آموزش. a. آموزش نظارت شده. b. آموزش غیرنظارت شده. c. آموزش تقویتی. d. آموزش تکاملی. x_p و y_p به ترتیب ورودی و خروجی واقعی شبکه عصبی می باشند. $\hat{y}_p$ خروجی شبکه عصبی می باشد و E خطای شبکه است [13].

آموزش نظارت شده معمولاً در بازشناسی الگو، تقریب زدن، کنترل، مدل سازی، پردازش تصویر و سیگنال و بهینه سازی کاربرد دارد. آموزش Reinforcement معمولاً در مسایل کنترل به کار گرفته می شود. کاربرد آموزش غیر نظارت شده در بازشناسی الگو، دسته بندی، Vector Quantization، کد کردن سیگنال و آنالیز داده ها می باشد. محاسبات تکاملی یک کلاس از تکنیک های بهینه سازی می باشد که به منظور جستجو برای پیدا کردن نقطه اپتیمم در یک تابع هدف مورد استفاده قرار می گیرد. آموزش تکاملی برای تنظیم و محاسبه ساختار و پارامترهای شبکه عصبی از الگوریتم های تکاملی^۱ استفاده می کند و همچنین می تواند برای بهینه سازی پارامترها در الگوریتم های آموزشی نظارت شده و غیر نظارت شده مورد استفاده قرار گیرد. [13]

¹ Evolutionary Algorithms(EA)

۳- طبقه بندی سنگهای کربناتی

۳-۱- مقدمه

یکی از نیازهای اولیه هر زمین شناس نفت در کار با سنگ های کربناتی آگاهی داشتن از یک طبقه بندی استاندارد در آن سنگها است، تا بتواند با استناد به آن، سنگ های کربناتی را با در نظر گرفتن بافت، ترکیب، الگوی رسوبی مورد توصیف و تشخیص قرار داده و کاملاً توان هیدروکربوری آنها را مورد ارزیابی قرار دهد و در عین حال یافته ها را به همکاران منتقل نماید.

تاکنون طبقه بندی های بسیار متعددی برای سنگ های کربناتی پیشنهاد شده است که هرکدام با توجه به وجهی خاص از عوامل متعدد دخیل در سازوکار، زایشی یا توصیفی هستند. در هر صورت یک طبقه بندی جامع، نظامی است توصیفی (هدف گرا و دقیق) و یا زایشی که بتوان با استناد به آن تمامی آنچه را که شناخته شده و یا از لابه لای توصیفات آشکار می گردد و منشأ احتمالی آن ها به صورت منطقی قابل استنتاج باشد و به خوبی به استفاده کنندگان منتقل نماید. به طور خلاصه یک طبقه بندی جامع می تواند تلفیقی از توصیف عناصر دخیل مانند دانه ها، تخلخل و تراوایی باشد به نحوی که منشأ، زایش و محیط رسوبی را به منظور درک گسترش رخساره های سنگی و خواص پتروفیزیکی به خوبی آشکار سازد و از آنجا که هرکدام از عناصر یاد شده دارای چند منشأ هستند دستیابی به یک طبقه بندی جامع و کامل به آسانی میسر نیست [14].

گرابو (Grabau 1913) یک طبقه بندی منطقی را پیشنهاد نمود که اساس آن بر اندازه متوسط دانه ها استوار است. واژه های تعریف شده به وسیله این زمین شناس مرکب و متشکل از نام دانه و یک پسوند معرف اندازه دانه ها است. پیرامون آن بعداً توضیحات

بیشتری ارائه خواهد گردید. در هر صورت نکته قابل ذکر در این خصوص این است که اندازه دانه ها و ذرات کربناتی نمی تواند معرف محیط رسوبی باشد و رفتار رسوبات عموماً در گرو وزن مخصوص و شکل آن ها است، به عنوان مثال کلسیت، آراگونیت و کوارتز به ترتیب دارای وزن مخصوص ۲/۷۲، ۲/۹۵ و ۲/۶۵ هستند و از این رو دانه های کوچکتر از ۰/۱۲۵ میلیمتر آنها دارای رفتار مشابه از نظر رسوبی خواهند بود. در هنگام ته نشست شکل های کروی و بلوکی کوچک (روزنبران) مسیر مستقیمی را طی می نمایند در حالیکه دانه های صفحه ای و یا مفتولی شکل در حین فرو نشست دارای نوسان بوده و مسیر مستقیمی را طی نمی کنند. برخی اوقات جرم مخصوص دانه های بزرگتر اهمیت بیشتری را نسبت به شکل دانه دارا می باشد. طبقه بندی (Grabau, 1913) منحصر به سنگ های کربناتی است [15].

فولک (۱۹۶۲-۱۹۵۹) طبقه بندی خود را براساس انواع دانه ها و نسبت آنها به ماتریکس^۱ و نوع ماتریکس اعم از سیمان کلسیتی و میکرایت ارائه نمود. اصطلاحات معرفی شده به وسیله فولک سه قسمتی است شامل یک پیشوند معرف نوع دانه، نام میانی مبین ماتریکس میکرایتی یا سیمان اسپاری بین دانه ها و بالاخره یک پسوند که بیانگر اندازه ذرات و دانه ها است البته این پسوندها همان هایی است که به وسیله Grabau به کار گرفته شده بود. تاکنون دو ایراد اساسی براین طبقه بندی وارد شده است اول آنکه این طبقه بندی تنها توصیفی است و جنبه های زایشی در آن در نظر گرفته نشده است و ثانیاً کارآیی آن منحصرأ در توصیف برش های نازک میکروسکوپی بوده و برای نمونه های بزرگ دستی فاقد کارآیی است [16].

¹ Matrix

دانهام (۱۹۶۲) در طبقه بندی خود بافت رسوبی سنگ های کربناتی را مورد توجه قرار داد و ۵ نوع اساسی را در آن سنگها مشخص ساخت. دراین طبقه بندی نسبت کمی دانه به ماتریکس، حضور و یا غیبت سیمان آهکی اساس کار را تشکیل می دهند. [17]

امبری و کلوان (۱۹۷۲) (Embry and Klovan 1972) اصطلاحاتی را به طبقه بندی دانهام اضافه نمودند. درهر صورت این طبقه بندی و گسترش بعدی آن توصیفی - زایشی است و ازاین رو جامعیت دارد [18].

پتی جان (۱۹۷۵) از جهتی خاص به موضوع نظر داشته است. نامبرده به درجازایی^۱ و حمل شدگی^۲ ذرات و دانه های سنگهای کربناتی اهمیت داده است به این مفهوم که دانه ها و ذرات می توانند دارای منشأ درون حوضه ای باشند و یا از خارج حوضه منشأ گرفته باشند که بحثی بسیار عمیق و بنیانی است. درهر حال توصیفات پتی جان قابل تطبیق با واژه ها و توصیفات است که برای سنگهای آواری به کار برده می شوند [19].

دراین بخش به طبقه بندی و واژه های (Grabau 1913) برای اندازه دانه ها و طبقه بندی فولک (۱۹۵۹) که براساس اندازه دانه ها، نوع دانه ها و کانی های درگیر ارائه شده است و بالاخره طبقه بندی دانهام که براساس فراوانی دانه ها، وجود گل آهکی و یا نبود آن و واژه های تکمیلی (Embry and Klovan 1972) اشاره خواهد شد ولی قبل از شروع به بحث می بایستی دو نکته در نظر گرفته شود:

نکته اول: در بحث طبقه بندی سنگهای کربناتی، اندازه بلورها و اندازه خلل و فرج از مقیاس های میکرونی، اعشار، میلیمتر و امثالهم استفاده می گردد و ممکن است این سؤال

¹ Autochthonous

² Allochthonous

پیش آید که چگونه این ابعاد را اندازه گیری می نماییم. جواب این است که از ذره بین با درشت نمایی ۱۰ و یا از میکروسکوپ پتروگرافی استفاده می شود.

به خاطر داشته باشیم اگر اندازه یک دانه ۰/۱ میلیمتر باشد با ذره بین یاد شده به اندازه یک میلیمتر دیده می شود و یا ۰/۰۵ میلیمتر به اندازه ۰/۵ میلیمتر دیده می شود و تا ۰/۰۲ میلیمتر به سختی ذره بین قابلیت تفکیک دارد.

اما با میکروسکوپ پتروگرافی و تقسیمات تارهای رتیکول به خوبی می توان ابعاد مورد نیاز را اندازه گیری نمود. در جدول ۱-۲ اندازه دانه ها و ذرات با توجه به درجه درشت نمایی میکروسکوپ خلاصه شده است. به خاطر داشته باشیم که بزرگ نمایی یک میکروسکوپ برابر است با حاصل ضرب درشت نمایی عدسی شئی در درشت نمایی عدسی چشمی.

جدول ۱-۲ بزرگ نمایی میکروسکوپی

اندازه شیئ	اندازه تصویر بر حسب میلیمتر با			
بر حسب میکرون	بزرگنمایی ۱۰	بزرگنمایی ۲۰	بزرگنمایی ۳۲	بزرگنمایی ۶۰
500	5	10	16	30
250	2.5	5	8	15
125	1.25	2.5	4	7.5
63	0.63	1.26	2	3.6
30	0.3	0.6	1	1.8
20	0.2	0.4	0.6	1.2
4	0.04	0.08	0.13	0.24

در اینجا این نکته شایان ذکر است که تقسیمات و طبقه بندی سنگهای کربناتی براساس مشاهدات مستقیم و غیر مسلح و مشاهدات مسلح به ذره بین و میکروسکوپ پتروگرافی، طراحی گردیده است و مسلماً باید تلاش گردد که تقسیماتی با توجه به توان میکروسکوپ های الکترونی ارائه گردد.

نکته دوم : سنگهای کربناتی معمولاً ترکیبی از دانه ها، ماتریکس، سیمان و بالاخره تخلخل هستند که تا به حال دانه ها اعم از غیراسکلتی و یا اسکلتی مورد بحث قرار گرفته اند. ماتریکس نیز به صورت غیر مستقیم توضیح داده شده است. سیمان معمولاً محصولی دیاژنتیکی است که آن نیز در فصل مربوطه مفصلاً بحث خواهد شد و بالاخره تخلخل که بحث آن معمولاً مؤخر به موضوع طبقه بندی قرار می گیرد. لذا به منظور یادآوری ماتریکس و داشتن تعریفی از سیمان این عناوین تعریف می شود. [14]

ماتریکس: گل های آهکی که میکرایت نامیده می شوند شباهت زیادی به ماتریکس رسی در سنگهای تخریبی دارند. برحسب تعریف اندازه دانه های گل های آهکی، کوچکتر از ۲۰ میکرون می باشند. میکرایتها می توانند به مقدار کم به صورت ماتریکس در بین ماسه های آهکی ظاهر شوند و یا آنکه تمامی سنگ را تشکیل دهند. [14]

سیمان: یکی دیگر از مواد تشکیل دهنده سنگهای کربناتی سیمان است که بنا به تعریف به مواد متبلوری که بین بافت رسوبات در طی دیاژنز رشد می نمایند اطلاق می شود. معمول ترین سیمان ها در سنگهای آهکی از جنس کلسیت است که به نام اسپار یا اسپارایت خوانده می شود. دیگر سیمان ها از دولومیت، سیلیس و انیدریت می باشند. [14]

۳-۲- طبقه بندی گرابو

در اینجا به منظور بالا بردن دانش بر ریشه بعضی از اصطلاحات، تنها به تعاریف کوتاه بسنده می شود. [15]

Calcimicrite: به آهکی گفته می شود که ذرات و بلورهای آن کوچکتر از 0.04 میلیمتر باشد.

Calcilutite: به آهکی گفته می شود که کلاً از ذرات آهکی به اندازه 0.06 میلیمتر تشکیل شده باشد. اینها ذرات اصلی رسوبی و یا بلورهای هستند که از تخریب دیاژنزی در ابعاد سیلت و رس حاصل شده اند.

Calcisiltite: به آهکی گفته می شود که کاملاً از ذرات تخریبی کربناته در ابعاد سیلت تشکیل شده باشد.

کالک آرنایت (Calcarenite): آهکی است که کلاً از ذرات (خردشده) کلسیت در ابعاد ماسه تشکیل شده و یا به عبارتی آهکی است که از ماسه های آهکی سخت شده به وجود آمده باشد.

Calcarenitic Limestone: آهکی است که حاوی بیشتر از ۱۰ درصد گل آهکی به عنوان ماتریکس (مراد از گل آهکی ذراتی است که قطر آنها کم تر از 0.04 میلیمتر باشد) به اضافه بیش از ۱۰ درصد دانه های آهکی درشت دانه تر باشد.

Calcareaceous: به ماسه سنگی گفته می شود که دانه های آن تا حد ۵۰ درصد از کربنات کلسیم تخریبی تشکیل شده باشد.

کلسی رودایت (Calcirudite): آهکی است که بیش از ۵۰ درصد آن از ذرات کلیستی تخریبی که قطر آنها از ۲ میلیمتر بیشتر باشد تشکیل شده و در عین حال سیمان بین دانه ها نیز آهکی است.

Calcigravel: همان کلسیروادیت است با این تفاوت که سخت نشده و سیمانی بین ذرات وجود ندارد.

Calcibreccia: همان کلسی رودایت است با این تفاوت که لیتوکلاست ها زاویه دار هستند.

دولومیکرایت (Dolomicrite): دولومیکرایت یا Dolomite Mudestone به سنگی کربناتی گفته می شود که دانه های آلوکم آن کمتر از یک درصد است و ماتریکس سنگ از گل های دولومیتی سنگ شده می باشند. این گل های دولومیتی دارای بلورهایی از دولومیت به قطر کوچکتر از 0.04 میلیمتر می باشند.

دولوسپارایت (Dolosparite): سنگ کربناتی است که از بلورهای درشت دولومیت تشکیل شده است.

دولولوتایت (Dololutite): سنگی دولومیتی است که غالباً از ذرات و دانه های بلوری دولومیت در ابعاد سیلت و یا گل (کوچکتر از 0.04 میلیمتر) تشکیل شده است؛ گل دولومیتی سخت و متراکم شده است.

دولو سیلتایت (Dolosiltite): سنگی دولومیتی است که غالباً از دانه ها و قطعات دولومیت خردشده (تخریبی) در ابعاد سیلت تشکیل شده است؛ یک سیلت دولومیتی سخت شده است.

دول آرنایت (Dolarenite): یک سنگ دولومیتی است که به صورت غالب شامل دانه ها و بلورهایی از دولومیت در ابعاد ماسه می باشد؛ یک آهک تخریبی دولومیتی شده و سخت شده است.

دولورودایت (Dolorudite): یک سنگ دولومیتی است که غالباً از دانه ها و قطعات تخریبی دولومیت در ابعادی بزرگتر از ماسه تشکیل شده است؛ یک گراول دولومیتی سخت شده است.

آهک تخریبی زیستی (Bioclastic Limestone): به آهکی گفته می شود که از سیمان شدن ذرات و قطعات اسکلتی تشکیل شده است.

بیوکلسی لوتایت (Biocalcilutite): یک کلسی لوتایت است که حاوی بیوکلاستها می باشد.

۳-۳- طبقه بندی سنگهای آهکی فولک

معیارهای این طبقه بندی براساس اندازه دانه ها، نوع دانه ها و کانی شناسی آنها می باشد. پیشوند بایو^۱ برای سنگهای آهکی به کار برده می شود که حاوی مقادیر فراوانی از قطعاتی با منشأ اسکلتی باشند. پیشوندهای لیتو^۲، اینترا^۳، پل^۴ و ا^۵ بیانگر آن است که سنگ حاوی مقادیر فراوانی به ترتیب لیتوکلست، اینتراکلست، پلت، ویا ائید می باشد و پیشوند دولو^۶ مبین آن است که کانی شناسی سنگ از دولومیت است [16].

میکرایت: میکروکریستالین کلسیت ته نشست هایی با منشأ غیرآلی و بیوشیمیایی می باشد که در درون محیط رسوبی شکل گرفته است و فاقد نشانه هایی مبنی بر جابجایی و حمل و نقل است و یا این که این آثار بسیار ناچیز هستند. میکرایت، آهکی

¹ Bio

² Litho

³ Intra

⁴ Pel

⁵ OO

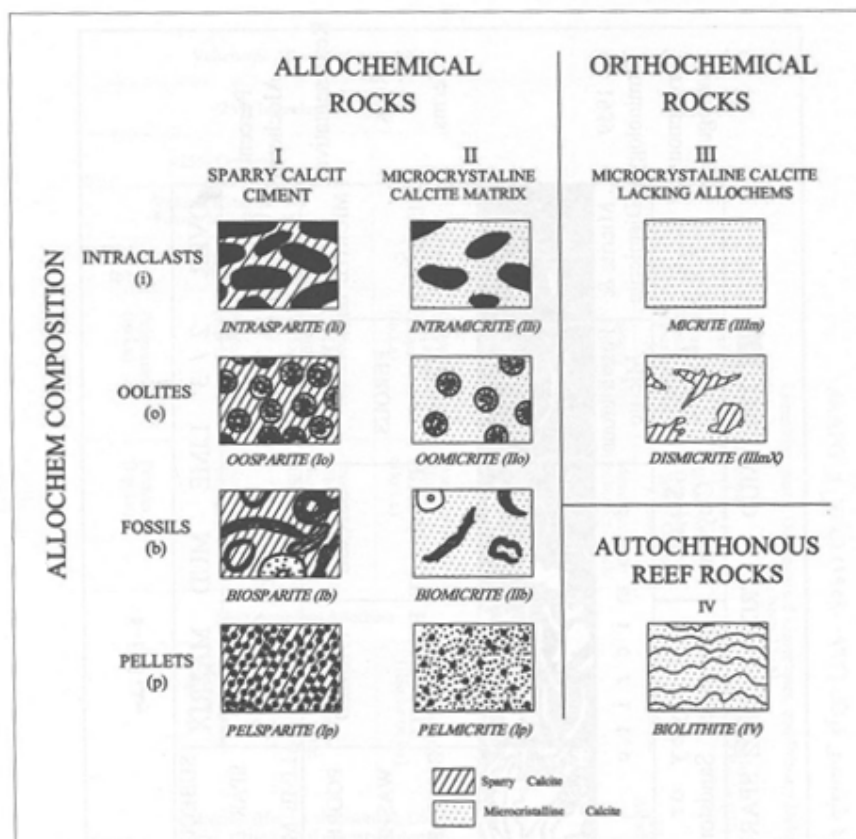
⁶ Dolo

است که غالباً از کلسیت ریز متبلور تشکیل شده است و حاوی بین ۱-۱۰ درصد آلوکم می باشد. در این صورت می توان از پیشوندهایی مانند *ll* و *یا* بایو برای این منظور استفاده نمود. به طور کلی میکرایت دارای ماتریکسی از کلسیت ریز متبلور است که اندازه بلورها به بیش از ۴ میکرون نمی رسد [16].

جدول ۲-۴: طبقه بندی فولک (۱۹۶۲-۱۹۵۹) [16].

	Over 2/3 Lime Mud Matrix				Subequal	Over 2/3 Spar Cement		
	0 - 1 %	1 - 10 %	10 - 50 %	over 50%	Spar and Lime Mud	Sorting poor	Sorting good	Rounded and abraded
Percent Allocherts								
Representative Rock Terms	Micrite	Fossiliferous Micrite	Sparse Biomicrite	Packed Biomicrite	Poorly washed Biosparite	Unsorted Biosparite	Sorted Biosparite	Rounded Biosparite
								
1959 Terminology	Micrite	Fossiliferous Micrite	Biomicrite		Biosparite			
Terrigenous Analogues	Claystone		Sandy Claystone	Clayey or Immature Sandstone		Submature Sandstone	Mature Sandstone	Supermature Sandstone

 Lime Mud Matrix
  Sparry Calcite Matrix



شکل ۲-۱ طبقه بندی آلوکم ها و ارتوکم ها [16].

ارتومیکرایت (Orthomicrite): نوعی میکرایت است که مستقیماً از رسوبگذاری شیمیایی حاصل می شود.

بایو میکرایت (Biomicrite): سنگ آهکی شامل قطعات اسکلتی و میکرایت است. ممکن است حاوی اینتراکلاست و الیت هم باشد ولی درصد آنها کمتر از ۲۵ درصد است. ممکن است نوع ارگانیسم نیز در نام سنگ مشخص شود مثلاً بگوئیم بایومیکرایت کرینویید دار.

سپرس بایومیکرایت (Sparse Biomicrite): نوعی بایومیکرایت است که مقدار بایوکلاستهای آن بین ۱۰-۵۰ درصد سنگ را تشکیل می دهد.

بایومیکرایت متراکم (Packed Biomicirte): نوعی بایومیکرایت است که مقدار بایوکلاستهای آن از ۵۰ درصد سنگ متجاوز است.

بایومیکروسپارایت (Biomicrosparite): نوعی بایومیکرایت است که گل آهکی آن متبلور شده و تبدیل به میکرواسپار شده است و یا نوعی میکرواسپار که حاوی سنگواره با قطعات سنگواره ها باشد.

بایومیکرودایت (Biomicrudite): نوعی بایومیکرایت است که حاوی سنگواره و یا قطعاتی از سنگواره ها به درشتی بیش از ۲ میلیمتر باشد.

۳-۴- طبقه بندی دانه‌ها

۳-۴-۱- مقدمه

مطالعه روزافزون برروی سنگهای کربناتی اعم از مقاطع نازک و یا مغزه های بریده شده نفتی نشان دهنده آن است که آهک ها با وجود تحمل دیانز بافت اصلی خود را از دست نمی دهند. لذا وجود یک طبقه بندی براساس بافت رسوب در کنار سایر طبقه بندی هایی که براساس منشأ انواع دانه ها و یا براساس نوع آلوکم بیان شده اند، می توان متمر ثمر باشد و البته این طبقه بندی نه جانشینی برای آنها است و نه تفسیری از قبل آماده شده بلکه توجهی متمرکز برخواص بافتی است که درصورت وجود، به استناد آنها می توان محیط رسوبی گذشته را مورد تعبیر و تفسیر قرار داد و درعین حال اسامی هر طبقه بندی نیز براساس بافت رسوبی و بیان کننده آن تعریف گردیده اند [20].

به صورت ایده ال و مطمئن می توان کربنات های فرسوده نشده را به دو گروه اصلی براساس آنچه Grabau (1913) بیان داشت یعنی تخریبی و زیست زایشی تقسیم نمود که گروه تخریبی تنها در کنترل شرایط هیدرولیکی هستند و منشأ قطعات مورد توجه نیست

بلکه تقسیمات ریزتر این گروه بیشتر بر مبنای اندازه ذرات است و لذا کلسی رودایت قابل تفکیک از کالک آرنایت است. در گروه دوم عامل کنترل، فعالیت های زیستی و بیوشیمیایی است که مسئول تولید کربنات ها می باشند ولی اندازه قطعات و ذرات چندان در این طبقه بندی مورد توجه نیست و زیر تقسیمات این گروه براساس منشأ قطعات و ذرات است و بر این اساس آهک کرینوپیدال از یک آهک مرجانی قابل تفکیک می باشد. در عمل در می یابیم که بعضی آهک ها دقیقاً در یکی از دو گروه یاد شده جای نمی گیرند و غالباً در وضعیتی قرار می گیرند که هر دو دسته عوامل کنترل کننده هیدرولیک و فعالیت های زیستی- بیوشیمیایی توأم در تولید آنها نقش داشته اند و اینکه قطعات بزرگتر تشکیل دهنده، حمل شده یا حمل نشده باشند، به تنهایی قادر به استقرار یک مرز تعریف شده بین دو گروه یاد شده نیست و بسیار محتمل است که مجبور باشیم راجع به حمل و نقل ذرات یک سنگ آهک اظهار نظر کنیم، معمولاً می گوئیم ذرات آهکی جا به جا می شوند ولی حمل و نقل به فواصل دور محتمل نیست و یا اینکه می گوئیم بعضی از ذرات حمل شده و دسته دیگر حمل نشده اند و یا اینکه می توانیم معتقد به حمل و نقلی متوسط باشیم. در حقیقت مهمترین تفاوت بین رسوبات تخریبی حمل شده از خشکی ها با رسوبات کربناتی در این است که رسوبات تخریبی حاصل تخریب در یک منشأ دور از محل رسوب شدن هستند در حالیکه تخریب و ساخت رسوبات کربناتی در حواشی و محل رسوب شدن صورت می گیرد [20].

قابلیت استفاده از طبقه بندی براساس منشأ قطعات و ذرات بر این تفکر استوار است که قطعات کربناتی بیشتر در جا بوده و حمل نشده اند زیرا اگر ذرات حمل شده باشند این طبقه بندی فاقد هر گونه جنبه تفسیر محیطی است، ولی اینکه کدام دانه از بین رفته یا در فاصله کوتاه پس از حمل و نقل سیمانی شده است، می تواند قابل استنباط باشد.

۳-۴-۲- خواص گل

تفاوت کلی بین رسوباتی که در شرایط آرام و کم انرژی نهشته شده و آنهایی که در محیط پرتلاطم و پرانرژی رسوب کرده اند، اصلی انکار ناپذیر است و تلاش در طبقه بندی و بکار گیری این اصل در نام گذاری طبقات ممکن است از چند جنبه به عمل نزدیک شود، مثلاً، معدل قطر دانه ها و یا اندازه دانه هایی که در اکثریت هستند را در نظر گرفته و همه را در مقابل هیدرولیک یکسان تصور کنیم و دیگر آنکه توجه خود را معطوف به فراوانی اندازه دانه ها کرده و بپذیریم که ممکن است دانه های درشت از فاصله ای نزدیک تر حمل شده باشند [17].

هرچه آب آرام تر باشد گل ها بیشتر نهشته می شوند و در محل باقی می مانند. سنگ هایی که گل آهکی در آنها وجود دارد حالت معکوسی را از نظر محیطی نسبت به سنگهای فاقد گل بدون توجه به اندازه دانه ها نشان می دهند. دو واژه دانه و گل به وسیله نویسندگان مختلف در ابعاد مختلف توصیف شده اند ولی در اینجا دانه برای ابعاد بزرگتر از ۲۰ میکرون و گل برای کوچکتر از ۲۰ میکرون بکار رفته است [17].

۳-۴-۳- دانه های متکی و گل های متکی

سنگ هایی که دارای گل آهکی در بافت خود باشند بسیار فراوانند و لذا تقسیم بندی ریزتر الزامی است. یکی از راه های انجام این طبقه بندی توجه ویژه به فراوانی دانه ها است. براساس زیر تقسیمات شاید بتوان نسبت دانه های تولید شده را به مقدار گل ته نشست شده تخمین زد. بطور کلی سه درجه فراوانی برای دانه ها می توان در نظر گرفت. در حالت اول دانه ها دارای فراوانی حدود بیش از ۱۰ درصد هستند ولی مقدار دانه ها به آن حد

نیست که یکی بر دیگری تکیه کند و یا به عبارتی دانه ها در ماتریکسی از گل آهکی غرق شده اند، لذا این ذرات گل هستند که برهم تکیه دارند.^۱ حالت دوم آن است که مقدار دانه ها کمتر از ۱۰ درصد باشد و حالت سوم آن است که مقدار دانه ها به حدی است که هر دانه به دانه دیگر تکیه می نماید و گل آهکی نیز وجود ندارد و یا کمی گل آهکی وجود دارد که به آن دانه متکی می گویند.^۲ تشخیص بین گل متکی و دانه متکی بسیار پرمعنی تر از آن است که تنها به مرزهایی برحسب درصد ذرات و دانه ها بسنده کنیم [17].

۳-۴-۴- اتصال و چسبیده شدن

بسیاری از سنگهای کربناتی بافت رسوبی خود را حفظ می کنند، چه آنها ابتدا از ذرات و دانه های منفصل به وجود آمده و سپس تبدیل به سنگ شده اند و بعضی در حین رسوبگذاری به هم چسبیده اند، مثلاً مواد اسکلتی می توانند به وسیله فعالیت های زیستی به هم بچسبند مانند آنچه در کلنی های مرجانی اتفاق می افتد و یا زمانی که روزنبران یکی برروی دیگری رشد می کنند و یا آنکه در اثر ثقل به صورت لامینه ای دانه ریز شکل می گیرند [17].

۳-۴-۵- طبقه بندی و نام گذاری

براساس توضیحات فوق ۵ طبقه سنگهای کربناتی برمبنای بافت رسوبی قابل پیشنهاد است. اسامی پیشنهادی برای هر طبقه دارای ریشه انگلیسی هستند و برای توصیف بافت رسوبی با معنی انتخاب شده اند و درعین حال می توان این اسامی را به صورت مرکب با اسامی انواع دانه ها و کانی شناسی آنها به کاربرد و به همین ترتیب اگر نوع دانه ها و کانی شناسی آنها

¹ Mud Supported

² Grain Supported

مورد نظر نباشد می توان اسامی طبقات را به تنهایی به کار گرفت (شکل ۲-۲ و جدول ۲-۵). (۵)

Carbonates					
Dunham (1962)					
Groundmass:			Fine carbonate matrix		Bioconstruction
			+ spar		
			sparry cement		
Matrix-supported			Grain-supported		
Grains: < 10%		> 10%			
MUDSTONE		WACKESTONE		PACKSTONE	
				GRAINSTONE	
				BOUNDSTONE	
					
					
					
Folk (1959, 1962)					
Allochems:					
< 1%		1-10%		> 50%	
fossiliferous		sparse		poorly washed	
MICRITE		BIOMICRITE		BIOSPARITE	
				BIOLITHITE	
Terrigenous					
Matrix-supported			Grain-supported		
Sand: < 10%			> 25%		
10-25%					
sandy			WACKE		
MUDSTONE			SUBWACKE SANDSTONE		
			ARENITE		

شکل ۲-۲ طبقه بندی دانهام و مقایسه آن با طبقه بندی فولک

جدول ۲-۵ طبقه بندی سنگهای کربناتی با توجه به بافت رسوبی [17]

DEPOSITION TEXTURE RECOGNIZABLE					DEPOSITIONAL TEXTURE NOT RECOGNIZABLE CRYSTALLINE CARBONATE (Subdivide according classification designed to bear on physical texture or diagenesis)
Original components not bound together during deposition			Original components were bound together during deposition as shown by intergrown or lamination contrary to gravity, sediment-floored cavities that are roofed over by organic or questionable organic matter and are too large to be interstices		
Contains mud (particles of clay and fine silt size)		Lacks mud and is grain-supported			
Mud-supported	Grain-supported				
less the 10% grains	more than 10% grains				
MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE	

۳-۴-۵-۱ - مادستون (Mudstone)

سنگ آهکی که تماماً از گل آهکی تشکیل شده و دارای کمتر از ۱۰ درصد دانه باشد مادستون خوانده می شود. این واژه مترادف با لوتایت است با این تفاوت که کانی شناسی در آن لحاظ نشده است و در عین حال مادستون معرف آن نیست که جنس ذرات گل آهک است یا دولومیت و به همین نحوه مفهوم منشأگیری از تخریب را هم القاء نمی کند و علاوه بر آن مادستون معرف رسوبگذاری در شرایط آرام است یعنی شرایطی که جانداران تولیدکننده دانه های آهکی در آن زندگی می کنند. در مادستون درصد گل آهکی بیش از ۹۰ درصد است [17].

۳-۴-۵-۲ - وکستون (Wackestone)

سنگ آهکی است که گل های آهکی برهم تکیه دارند و شامل بیش از ۱۰ درصد دانه است. شاید این نام با طبیعت سنگ چندان همخوانی نداشته باشد ولی حداقل دارای این امتیاز است که می تواند مخلوطی از گل و دانه را در فکر القاء نماید. همانطوری که در ماسه سنگ نیز چنین است (اشاره است به گری واک) و در عین حال دارای سختی کمتری از مترادف های *Calcarenitic* و *Calcilutite* و یا آهک کالک آرنایتی است. مقدار گل آهکی آن مساوی یا کمتر از ۹۰ درصد است [17].

۳-۴-۵-۳ - پکستون (Packstone)

سنگ آهکی است که دانه ها در آن دارای فراوانی هستند و به هم اتکاء دارند ولی در عین حال در آنها گل آهکی حداقل ۲ درصد و حداکثر ۳۰ درصد است. به طور کلی سنگ آهک هایی که دانه های آنها به هم متکی هستند متعلق به محیط های ناآرام و پرتلاطم می باشند و برعکس آهک هایی که ذرات گل در آنها به هم متکی هستند متعلق به محیط های

آرام می باشند، در حالیکه در پکستون هر دوی این عناصر در کنار هم قرار دارند و ظاهراً عجیب به نظر می آید ولی ساده ترین توضیح برای آن این است که رسوب اولیه وکستون بوده و در اثر متراکم شدن تبدیل به پکستون شده است و یا آنکه در یک محیط آرام در شرایطی دانه های زیادی تولید شده باشد و یا اگر جریانی بتواند دانه ها و ذرات گل را با خود حمل کند تغییرات ناگهانی شدت و حجم جریان موجب افزایش نسبت دانه به ذرات گل و یا بالعکس می شود [17].

۳-۴-۵-۴- گرینستون (Grainstone)

گرینستون از آهک هایی است که در آن دانه ها متکی هستند، معمولاً فاقد گل آهکی و یا ندرتاً کمتر یا حدود یک درصد گل آهکی همراه آنها است. توضیح رژیم هیدرولیکی زاینده گرینستون چندان ساده نیست. ممکن است در اثر جریان ها نهشته شده باشند و یا آنکه در ابتدا ذرات گل به همراه دانه ها بوده ولی جریانها آنها را از محیط خارج کرده است. در هر صورت در بررسی های محیطی لازم است دانه ها مورد ارزیابی قرار گیرند، چه اگر یک گرینستون حاوی صرفاً پلت های دفعی و یا پوسته نازک نرم تنان باشد می توان آن را محصولی از محیط کم انرژی به حساب آورد و یا بالعکس اگر ترکیب گرینستون از الیت ها باشد آن وقت معرف محیطی پرانرژی است [17].

۳-۴-۵-۵- باندستون (Boundstone)

سنگ های آهکی هستند که در حین رسوبگذاری به هم چسبیده و متصل شده اند. این واژه تقریباً مترادف اصطلاحاتی مانند کربنات های ریفی، بایوهرمال، بایوژنیک، Klintite و بایولیتایت در سایر طبقه بندی ها است [17].

۳-۴-۵-۶- کربنات های متبلور (Crystalline Carbonate)

این طبقه بندی چنانچه قبلاً اشاره شد برای تفکیک و تشخیص بافت رسوبی اولیه است در صورتیکه بسیاری از سنگ ها تا حد کمی آن بافت را حفظ می نمایند و لذا طبقه بندی کلی برای اینگونه سنگ ها کارایی ندارد و این طبقه از کربنات های متبلور برای سنگ هایی مانند دولومیت های متبلور و آهک های متبلور پیشنهاد شده است ولی مفهوم بافت رسوبی ندارد. در هر صورت ممکن است آثاری از دانه ها حتی پس از دیاژنز در سنگ باقی بماند و لذا در صورت تشخیص می توان سنگ را طبقه بندی کرد مثلاً دولومیت متبلور حاوی کرینوبید [17].

۳-۵- اصلاحات و طبقه بندی کربنات ها (Embry, A.F. and Klovan J.E(1971)

واژه بلند ساخت زیستی^۱ برای سنگهای کربناتی به کار می رود که تمامی آن از سنگواره زیستی بدون توجه به ابعاد و یا منشأ آنها تشکیل شده باشد. اصطلاحاتی چون ریف و آهک های ساحلی زیستی^۲، بایوهرم^۳ و یا بایوستروم^۴ برای انواع بلند ساخت های زیستی با لحاظ داشتن شکل و حالات منشأ توده سنگی به کار رفته است.

انواع ذرات و دانه های متشکله سنگ های کربناتی مفصلاً به وسیله زمین شناسان مختلف مورد بحث قرار گرفته و تقریباً به صورت استاندارد درآمده اند و لذا این موضوع نیز در تبعیت از اصطلاحاتی است که در قسمت های قبل توضیح داده شده اند.

¹ Organic Build Up

² Bank

³ Bioherm

⁴ Biostrome

فولک (۱۹۵۹) در طبقه بندی خود تفاوت کلی بین آهک هایی که در اثر فعالیتهای زیست ساختی، دانه های آنها به هم متصل شده اند (اتوکتونوس) و آنهایی که فعالیت زیستی در اتصال ذرات و دانه ها نقشی نداشته اند (الوکتونوس) قائل گردید. نامبرده پایه و اساس طبقه بندی آهک های الوکتونوس را برابعد و نوع دانه ها و ذرات استوار ساخت ولی یکی از نواقص عمده طبقه بندی فولک عدم توجه به رابطه بین دانه ها و ماتریکس بود و در مقابل این مسئله که، دانه ها چارچوب متصل و متکی را به وجود آورده اند و یا ماتریکس، بی جواب بود و دیگر اینکه برای آهک های برجا (اتوکتونوس) تنها به واژه بایولیتایت^۱ اکتفا نمود و این در حالی است که می دانیم فعالیت های زیستی به صور گوناگونی رسوبات را به هم می چسبانند و به تبع آن انواع متفاوتی از سنگهای کربناتی تولید می شوند. هرچند این فعالیتهای در طبقه بندی فولک مورد اغماض قرار گرفته اند [18].

دانهام (۱۹۶۲) بین آهک های برجا و آهک های نابرجا تفاوت قائل شده و پایه طبقه بندی آهک های نابرجا را بر رابطه بین ماتریکس و دانه ها قرار داده است. در تعاریف اولیه ذرات کوچکتر از ۲۰ میکرون، گل در نظر گرفته شده و دانه ها را بزرگتر از ۲۰ میکرون قلمداد کرده است. رویهم رفته طبقه بندی دانهام دارای قابلیت انعطاف بیشتر نسبت به طبقه بندی فولک است چه در آن انواع دانه ها به عنوان عامل تغییر در نظر گرفته شده اند. نقطه ضعف طبقه بندی دانهام بیش از حد ساده انگاشتن آهک های برجا است چه او نیز مانند فولک آهک های برجا را در یک گروه خلاصه کرد و آنها را باندستون نامگذاری نمود [18].

در طبقه بندی Embry & Klovan ابتدا آهک ها به دو گروه برجا (اتوکتونوس) و نابرجا (الوکتونوس) تقسیم شده اند. آهک های نابرجا براساس ذرات و رابطه بین ماتریکس و دانه

¹ Biolithite

مورد طبقه بندی قرار می گیرند و بالاخره ابعاد نیز خود دارای تقسیماتی هستند؛ دانه های بزرگتر از ۲ میلیمتر، دانه های از ۳۰ میکرون تا ۲ میلیمتر و بالاخره گل آهکی ذرات کوچکتر از ۳۰ میکرون [20].

بطور کلی طبقه بندی Embry & Klovan تلاشی است در رده بندی آهک های برجا و در عین حال کنگلومراهای آهکی به عنوان طبقه ای مهم مورد توجه قرار گرفته اند. به صورتی کلی تر این طبقه بندی حالت مکمل طبقه بندی دانهام را دارد.

دانه ها و قطعات بزرگتر از ۲ میلیمتر اندازه ای است که معمولاً برای رسوبات تخریبی به کار گرفته شده و برای اولین بار این اندازه به وسیله Klovan (1964) برای آهک ها هم به کار رفته است.

اگر تمامی فاکتورهای یاد شده فوق را توأمأ به کار بگیریم ۶ طبقه از انواع آهک ها به وجود می آید؛ مادستون، وکستون، پکستون، گرینستون، فلوتستون (Floatstone) و رادستون (Rudstone).

از مادستون تا گرینستون دقیقاً طبقات همان طبقاتی هستند که توسط دانهام (۱۹۶۲) مورد توصیف واقع شده اند ولی واژه های فلوتستون و رادستون جدید بوده و برای آهک های واجد دانه های بزرگتر از ۲ میلیمتر بیان گردیده اند. این دو نوع طبقه در حقیقت آهک هایی با بافت کنگلومرای هستند که در توصیف بلند ساخت های زیستی مورد نیاز می باشند و در آنها دانه های بزرگتر از ۲ میلیمتر بیش از ۱۰ درصد سنگ را تشکیل می دهند.

رادستون: دانه های بزرگتر از ۲ میلیمتر ایجاد یک چارچوب متکی و متصل را می نمایند.

فلوتستون: دانه های بزرگتر از ۲ میلیمتر غرق در دانه های ریزتر هستند. دانه های ریزتر چارچوبی از ماتریکس را به وجود می آورند.

آهک های درجا خود می توانند به سه طبقه تقسیم شوند چه فعالیت های زیستی می توانند به سه طریق ذرات رسوبی را به هم بچسبانند:

۱. ایجاد یک چارچوب سخت

۲. اندود نمودن و چسباندن

۳. Baffling

با توجه به طریقه های فوق سه طبقه به ترتیب فریمستون^۱، بایندستون^۲ و بفلستون^۳ قابل بحث می شود.

باید توجه داشت که این سه طبقه اخیر در مقایسه با تقسیمات آهک های نابرجا از حالت توصیفی کمتری برخوردار می باشند ولی با دقت به محیط زیست دیرینه، سنگواره های موجود در سنگ می توانند دارای جنبه تفسیری بیشتری باشند بدین معنی که تفسیر یک زمین شناس باید روشن کند سنگواره های درجا در یک سنگ آیا رسوبات اصلی را در حین رسوبگذاری به هم متصل کرده و چسبانده اند یا خیر و اگر جواب مثبت است به چه روش و یا حالتی این اتصال ها صورت گرفته است و اینها عوامل مهمی هستند که براساس آنها آهک های برجرا در سه گروه یادشده تقسیم بندی می گردند. بنابراین برای رخنمون ها و مغزه های متوالی از یک سازند لازم است تا بتوان این طبقه بندی را اعمال نمود.

فریمستون: سنگی شامل سنگواره های درجا است که فابریکی سه بعدی و سخت را در حین رسوبگذاری به وجود آورده اند و به عبارتی دیگر سنگواره های درجا یک چارچوب متکی و

¹ Framestone

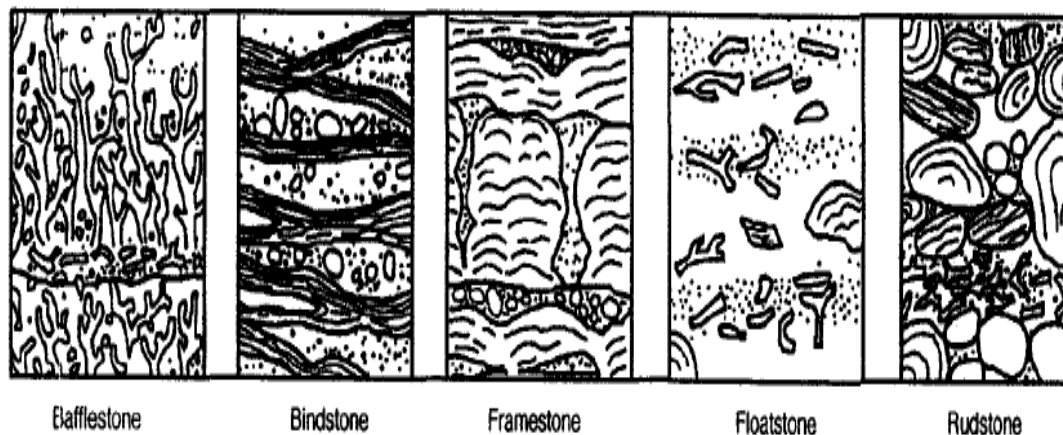
² Bindstone

³ Bafflestone

متصل در سنگ به وجود می آورند که مواد ماتریکسی فضای بین سنگواره ها را پر می کنند [20].

بایندستون: سنگی شامل سنگواره های درجا به صورت ستونی یا تیغه ای است که ذرات رسوبی را در حین نهشته شدن اندود و به هم متصل کرده اند. در بایندستون این ماتریکس است که چارچوب متکی و متصل را در سنگ به وجود می آورد ولی مقدار سنگواره ها کم است و تا حدود ۱۵ درصد مواد تشکیل دهنده سنگ را دربر می گیرد [20].

بفلستون: این نوع بافت معمولاً کمتر دیده می شود و درعین حال دارای حداکثر جنبه تفسیری- تعبیری در سنگهای آهکی برجا است. بفلستون شامل سنگواره های ساقه ای شکل درجا که به صورت مانع موجب به تله افتادن ذرات رسوبی در حین نهشته شدن، می گردند (مثلاً Baffles می تواند برسر جریانها ایجاد مانع کرده و به این ترتیب با افت مقدار جریان، رسوبگذاری صورت می گیرد). درهر صورت محتوایی که موجب تشخیص بفلستون می شود (علاوه بر وجود سنگواره های ساقه مانند درجا)، برداشت و تصویری که در زمین شناسی القاء و توسعه می یابد در خور توجه است [20].



شکل ۲-۳: طبقه بندی سنگ های آهکی [18]

واژه بایندسون تعریف شده بوسیله دانه‌ها برای آهک‌های برجایی که نقش چسباننده و متصل‌کننده فعالیت‌های زیستی را نشان ندهند قابلیت کاربرد دارد.

در این طبقه بندی پایه می‌توان عوامل مشخص‌کننده‌ای چون نوع دانه‌ها، اندازه دانه‌ها (در مقیاس Wentworth)، ناخالصی‌ها و یا عامل رنگ را برای جزئیات بیشتر اضافه نمود.

این طبقه بندی جدید اضافه شده را می‌توان به دو طریق به کار برد: عنوان هر طبقه بندی به عنوان نام سنگ در نظر گرفته می‌شود و عوامل مشخص‌کننده بافتی، ماتریکس سنگ را مورد توصیف قرار می‌دهند. به عنوان مثال *Thamnoporiid Flaotstone* (با ماتریکس وکستون یا دانه‌های ریز اسکلتی). در این توصیف فلوئستون نام سنگ است در حالی که وکستون عامل تشخیص بافت می‌باشد [20].

۴- محیط ها و رخساره های رسوبی کربناتی

۴-۱- مقدمه

در این فصل، محیط های کربناتی اصلی که مولد سنگ های مخازن نفتی هستند مورد توجه قرار خواهند گرفت و الزاما مباحث این فصل در برگیرنده تمامی انواع محیط های کربناتی نخواهند بود و در همین راستا محیط های دریایی مورد بحث قرار می گیرند. در ابتدا سراسیب های کربناتی مورد اشاره واقع می شوند و سپس سکوه های کربناتی به طور مشروح توصیف می شوند و در پی آن به علت کاربرد بیشتر در ایران سراسیب های کربناتی^۱ به صورت مفصل تشریح خواهد گردید. در این فصل علاوه بر عوامل موثر حاکم بر محیط ها، محیط های رسوبی، کمربندهای رخساره ای، متغیرهای ترکیبی در رخساره ها، شکل هندسی انتشار هر رخساره بحث خواهد گردید. [20]

۴-۲- انواع پلتفرم

به طور کلی پلتفرم های کربناتی را می توان به دو رده کلی تقسیم نمود:

- سراسیب های کربناتی^۲
- سکوه های کربناتی^۳

سراسیب های کربناتی ساحل با شیبی بسیار کم و بسیار آرام رو به دریا تا دوام می یابند در صورتی که تا دوام این ساحل یا به عبارتی کف دریا به نقاط پرژرفا ختم نشود به آن Homocline Ramp

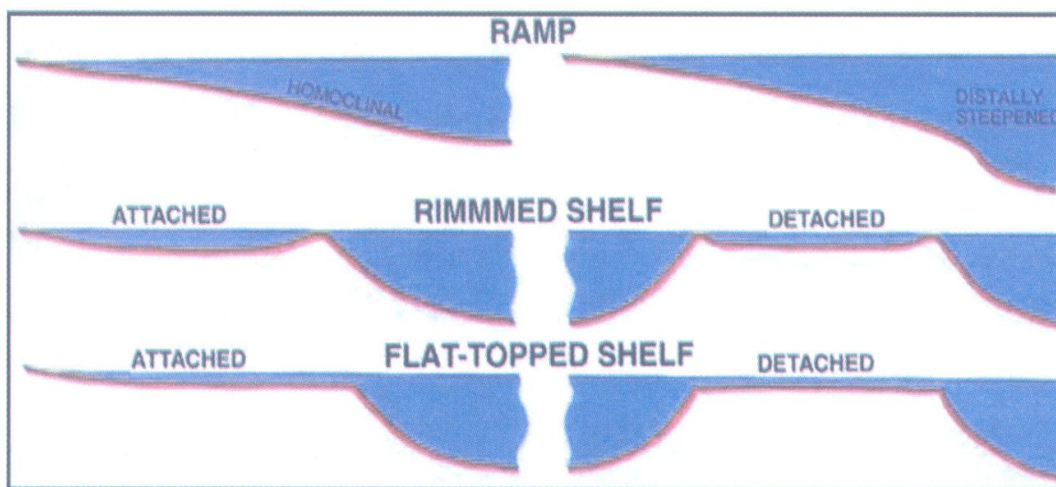
¹ Ramp

² Carbonate Ramp

³ Carbonate Shelf

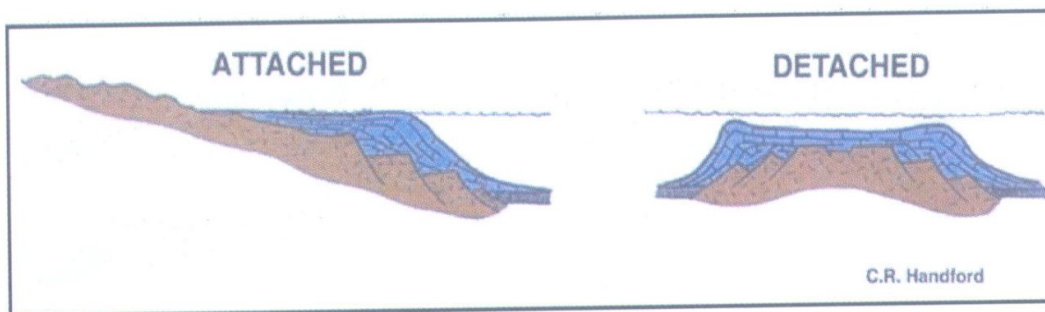
می گویند (مانند سواحل جنوبی خلیج فارس) ولی در صورتی که این شیب کم با افزایش به نقاط
پرترفا ادامه یابد به آن Distally Steepend Ramp گفته می شود. [20]

سکوه‌های کربناتی، سطوح کم عمق از دریا هستند که یا متصل به ساحل و یا منفصل از آن می باشند.
اگر آن سطوح دارای تقعر رو به مرکز زمین بوده و یا به عبارتی به سدهای ساحلی ریفی ختم شده
باشند به آن ها Rimmed Shelf و در صورتی که آن سطوح کم عمق دریا مسطح باشند به آن ها
Flat-Topped Shelf می گویند (شکل ۳-۱).



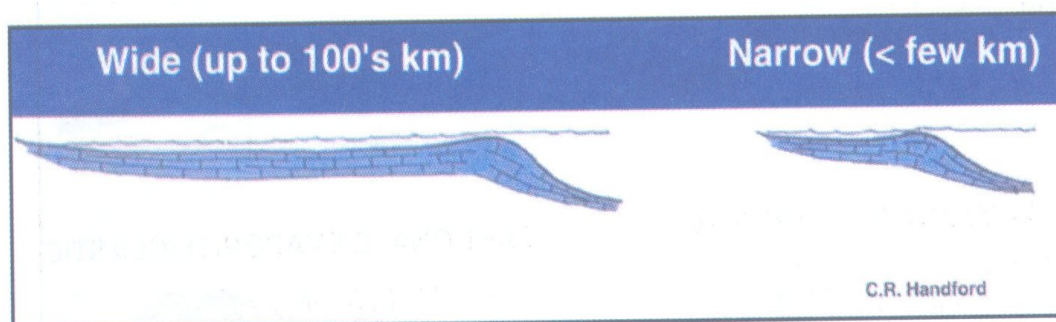
شکل ۴-۱: انواع پلاتفرم های کربناتی [20]

مسئله زایش سراسیب ها و یا سکوها در ارتباط با پی سنگ یا به عبارتی ارتباط آن ها با قاره به دو
صورت قابل تفسیر است. مثلا تصور کنید از خشکی به دریا گسله های پلکانی در پی سنگ رخ دهند.
در این صورت پلاتفرمی که بوجود می آید به صورت سراسیب و یا سکوی متصل به ساحل است ولی
سکوه‌ای منفصل از ساحل را می توان به نوعی هورست دانست (شکل ۳-۲).



شکل ۴-۲: عامل کنترل کننده پی سنگ در ساخت پلاتفرم های کربناتی [20]

به طور کلی از فاکتورهای موثر تعیین کننده پلاتفرم های کربناتی ابعاد آن ها است. این پلاتفرم ها گاهی پهن و دارای عرضی تا حدود ۱۰۰ کیلومتر هستند و گاهی باریک و با پهنایی کمتر از چند کیلومتر دیده می شوند (شکل ۳-۳).

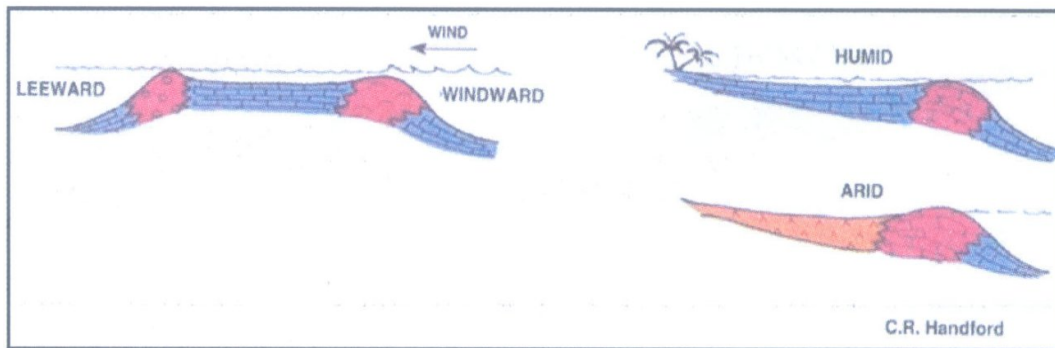


شکل ۴-۳: ابعاد سکوها به عنوان یکی از عوامل توصیف آن ها [20]

بسته به نوع اقلیم سکوه‌های متصل به ساحل دارای تغییراتی هستند. مثلاً در آب و هوای مرطوب سکوها همواره در زیر قشری از آب قرار دارند، در حالی که در آب و هوای خشک سکوها پوشیده از آب نیستند. در عین حال سکوها در آب و هوای مرطوب بیشتر کربناتی هستند در حالی که در مناطق خشک، رسوبات تشکیل دهنده سکو بیشتر تبخیری می باشند که رو به دریا ابتدا به آهک های ریفی سدی و سپس به آهک های عمیق تر متصل می شوند. در مورد سکوه‌های منفصل می توان گفت که آن ها معمولاً به وسیله آب پوشیده شده و اکثراً کربناتی هستند. ریف ها در سمتی از سکو که اول

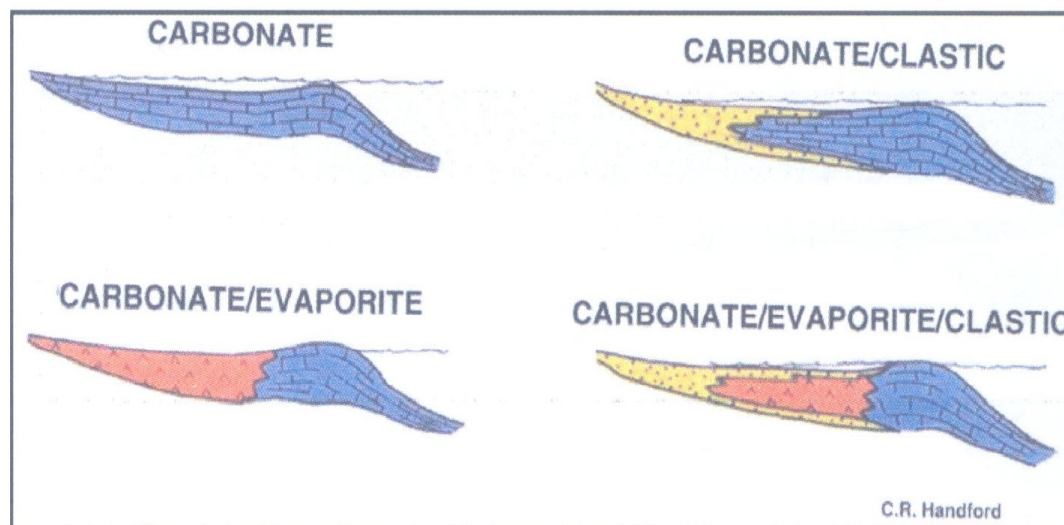
مورد تهاجم بادهای قرار می گیرند (سمت رو به جریان باد) رشد و توسعه بیشتری می یابند. (شکل ۳-۳)

(۴)[20]



شکل ۴-۴: تاثیر اقلیم بر سنگ شناسی پلاتفرم ها [20]

از دیگر مباحثی که می تواند در توصیف سکوها مورد توجه قرار گیرد، نوع رسوبات سکوها است. در این راستا می توان چهار حالت را در نظر گرفت (شکل ۳-۵).



شکل ۴-۵: چارچوب اصلی رسوبات در پلاتفرم های کربناتی [20]

حالت اول وضعیتی است که تمامی سکو کربناتی بوده و سکو پوشیده از آب است. حالت دوم وضعیتی است که سکو در برگرفته رسوبات کربناتی رو به دریا و رسوبات آواری رو به خشکی است و تداخل بین این دو بین انگشتی است. در این حالت نیز سکو پوشیده از آب است. حالت سوم که مرتبط با

مناطق خشک است و سطح سکو خارج از آب می باشد و تنها در شرایط طوفانی در زیر آب قرار می گیرد. رسوبات سکو در این حالت شامل رسوبات کربناتی رو به دریا و رسوبات تبخیری رو به خشکی هستند و تداخل آن ها به صورت زبانه ای است. حالت چهارم وضعیتی تلفیقی است از حالت دوم (آواری - کربناتی) و حالت سوم (تبخیری - کربناتی) بدین سان که رو به خشکی رسوبات آواری وجود دارند و رسوبات تبخیری به صورت ساندویچ شده در بین رسوبات آواری رو به دریا با تداخل بین انگشتی با رسوبات کربناتی قرار می گیرند. در مراحل تکوین این حالت ابتدا سکو به صورت حالت دوم و بعد به صورت تبخیری - کربناته محدودتر درآمده و در نهایت دوباره حالت دوم تکرار شده است. پلاتفرم های کربناتی امروزی جهان را می توان به عنوان شاخص قیاس برای گذشته به کار گرفت. از این رو در جدول های ۱-۳ و ۲-۳ این پلاتفرم ها در مقابل فاکتورهای اصلی توصیف شده در بالا آورده شده اند. [20]

جدول ۱-۴: سکوهای کربناتی امروزی جهان [20]

نام	نوع ارتباط با خشکی	وضعیت	ریخت شناسی
Florida Keys	متصل	دریا راه باز	سکوی حاشیه ای
Belize	متصل	دریا راه باز	سکوی حاشیه ای
Great Barrier Reef Australia	متصل	دریا راه باز	سکوی حاشیه ای
دریای سرخ و خلیج سوئز	متصل	دریا راه بسته	سکوی حاشیه ای
Great Bahama Bank	متصل	اقیانوس باز - دریا راه باز	سکوی حاشیه ای
Yucatan – Campeche Bank	متصل	دریا راه باز	سراشیب Ramp
سواحل جنوبی خلیج فارس	متصل	دریا راه بسته	سراشیب

جدول ۴-۲: سکوهای کربناتی امروزی جهان [20]

نام	پهنای نسبی	اقلیم	نوع رسوبات
Florida Keys	پهن	مرطوب و در جهت باد	کربنات
Belize	پهن	مرطوب و در جهت باد	کربنات، کربنات-تخریبی
Great Bahama Bank	پهن	مرطوب و در جهت باد	کربنات-تخریبی
دریای سرخ و خلیج سوئز	باریک	خشک در جهت باد و خلاف جهت باد	کربنات، تبخیری، تخریبی
Yucatan – Campeche Bank	پهن	مرطوب و در جهت مخالف باد	کربنات
سواحل جنوبی خلیج فارس	پهن	خشک در جهت باد	کربنات، تبخیری، تخریبی

۴-۳- محیط های رسوبی کربناتی

در توضیح محیط های رسوبی کربناتی تمرکز اساسی بر روی محیط های دریایی می باشد ولی قبل از شروع بحث خلاصه ای از انواع محیط های رسوبی کربناتی در جدول ۳-۳ آمده است.

چنانچه ملاحظه می شود محیط قاره ای، سکوها (درونی، میانی و بیرونی)، دامنه پرشیب و حوضه های عمیق در جدول خلاصه شده اند. در ادامه ضمن بررسی هر کدام از محیط های اشاره شده زمین شناسی نفت هر کدام نیز مورد توجه قرار خواهند گرفت. نظر به اهمیتی که سراسیب های کربناتی دارند و سازندهای آسماری و سروک در جنوب باختری ایران نیز به آن ها نسبت داده شده اند این سراسیب ها به طور مفصل توضیح داده خواهند شد [20].

جدول ۴-۳: محیط های رسوبی کربناتی

قاره ای	سکوی درونی	سکوی میانی	سکوی بیرونی	دامنه پرشیب	حوضه های عمیق
سطوح فرسایشی	سواحل سنگی خشن	ماندآب	سدهای ریفی	پیشانی ریف	رسوبات عمیق
روندهای کارستی	صبحه-پهنه کشندی	پشت ریف	پشته های میله ای شکل از الیت ها	حاشیه های محل عبور، (Bypass margin)	-
زون های خاک/کالیچ	ساحل ماسه ای/پیشانی ساحل	پشت آبتل های نیم استوانه ای (Back Bar)	آبتل هایی از بیوکلاست ها	حاشیه محیط های رسوبی کم عمق تر	-
رسوبات دریاچه ای	حفره ها/آبتل	آبتل	کانال ها و تنگه ها	توربیدایت ها	-
-	ماندآب های ساحلی	-	-	-	-
چشمه های کانی ساز	ریف های دامنه دار	-	-	-	-
بادرفت ها	-	دلتاهای کشندی	-	-	-
-	-	خرده ریف ها	-	-	ریف های مخروطی
-	-	جزیره ها	-	-	-

۴-۳-۱- محیط قاره ای

محیط های قاره ای از لحاظ زمین شناسی نفت کربنات ها دارای جذابیت چندانی نیستند و عمده ترین عامل این امر محدودیت در انتشار این گونه آهک ها است.

- رخنمون های نیمه هوازده بیشتر مرتبط با آهک هایی هستند با منشاهای مختلف و از قبل موجود و در حالتی مورد بررسی قرار می گیرند که در ردیف محیط رسوبی سکوه های کربناتی قرار گرفته باشند و این نیز خود در گرو اقلیم حاکم بر منطقه است، مثلا اگر آب و هوای مرطوب باشد در آهک های رخنمون یافته ایجاد کارست و رسوبات غاری^۱ مانند استلاگتیت ها و غیره ایجاد می شود، در حالی که در اقلیم خشک کالیچ^۲ یا کالکریت^۳ که نوعی از خاک های آهکی سخت شده است تولید می شود.

- گاهی آهک ها در رودخانه ها و جویبارها تولید می شوند. نمونه بارز این آهک ها تراورتن است که معمولا به همراه خزه ها دیده می شود (کنترل آلی). در جویبارها و یا آبشارها به علت تلاطم آب میزان گازکربنیک محلول دستخوش تغییر می گردد و بالاخره در چشمه های آبگرم با کنترل حرارت آهک تولید می شود.

- در دریاچه ها نیز آهک رسوب می نمایند ولی برحسب نوع آب یا درجه شوری، نوع رسوبات متفاوت هستند، مثلا در دریاچه های آب شیرین در فصل تابستان به علت فعالیت جلبک ها مقدار گازکربنیک افزایش می یابد و آهک های درشت بلور و ظریف به صورت درجازا تولید می شوند. در دریاچه های آب شور مانند دریاچه نمک یوتا یا بحرالमित که حاصل تکتونیک گسله ها می باشند، رسوبات دارای بخش بندی متحدالمرکز هستند که آهک پائین ترین رسوبات آن ها است. در دواير

¹ Speleothem

² Caliche

³ Calcrete

میانی رسوبات پالایایی دیده می شوند که شامل ژئوپس و نمک هستند. باید به خاطر داشت که رسوبات کربناتی این گونه محیط ها بیشتر مرتبط با تبخیر است [20].

- بادرفت های کربناتی در حوضه های قاره ای بسیار متداول هستند. بادرفت های کربناتی معمولاً حاصل فرسایش رخنمون های آهکی قدیمی تر می باشند. نظیر این نوع بادرفت ها در جنوب باختری ایران به فراوانی یافت می شود، مثلاً تلماسه های کربناتی حوالی شهرستان آغاچاری و یا تلماسه های کربناتی مشتاق واقع در شمال باختری اهواز که بیشتر در اثر فرسوده شدن رخنمون ماسه سنگ های کربناتی (کالک لیتایت) سازندهای آغاچاری و بختیاری حاصل شده اند.

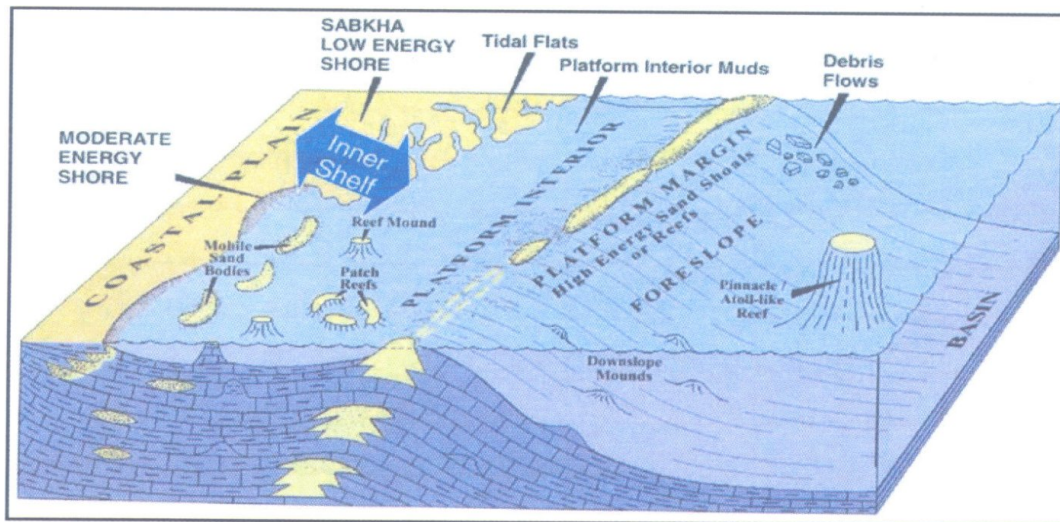
۴-۳-۲- محیط دریایی

چنانچه قبلاً اشاره شد محیط های دریایی سکوها و سراسیب های کربناتی در ذیل مورد بحث قرار خواهند گرفت.

۴-۳-۱- سکوی درونی^۱

سکوی درونی را میتوان تحت دو شرایط مورد بحث قرار داد: شرایط کم انرژی و شرایط پرانرژی (شکل ۳-۶).

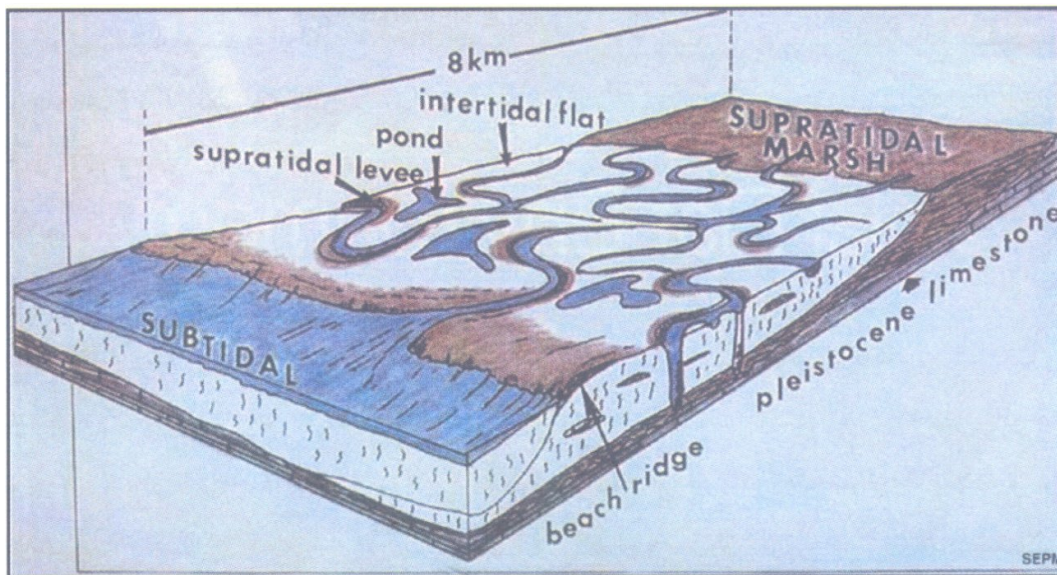
¹ Inner Shelf



شکل ۴-۶: موقعیت سکوی درونی در حالت کلی سکوه‌ای حاشیه‌ای

الف) شرایط کم انرژی: اگر وضعیت سکوی درونی را در شرایط آب و هوایی مرطوب در نظر بگیریم، رسوبات معرف پهنه (شکل ۳-۷) همراه با کانال‌ها، خاکریزها^۱ و باتلاق‌های جلبکی درون خشکی خواهند بود اما در شرایط اقلیم خشک رسوبات سکوی درونی شامل باتلاق‌های جلبکی در درون منطقه کسندی و رسوبات محیط صابخایی می‌باشند.

¹ Levee



شکل ۴-۷: پهنه کشندی و تقسیمات آن

ساختمان های رسوبی و زیست زایشی در محیط سکوی درونی کم انرژی شامل کانال هایی با قاعده تقریباً صاف و شسته شده هستند که بر روی آن ها ماسه هایی وجود دارند که رو به بالا دانه ریز می شوند و دارای ساختمان لایه بندی چلیپایی هستند و در راس به لایه های ماسه ای موج دار ختم می شوند. خاکریزهای طبیعی کنار کانال ها و پشته های ماسه ای ساحلی به صورت لایه بندی لامینه ای دیده می شوند که از نظر بافت و دانه ها این محیط در برگیرنده مادستون تا گرینستون است که از نظر جورشدگی بسیار ضعیف هستند. آثار سنگواره ای در آن محدود است. دانه ها گاهی در جازا و برخی دیگر حاصل از تخریب و فرسایش هستند و به صورت حمل شده از رخنمون های قدیمی محاطی وارد گردیده اند. علاوه بر آن ها اینتراکلاست ها نیز دیده می شوند.

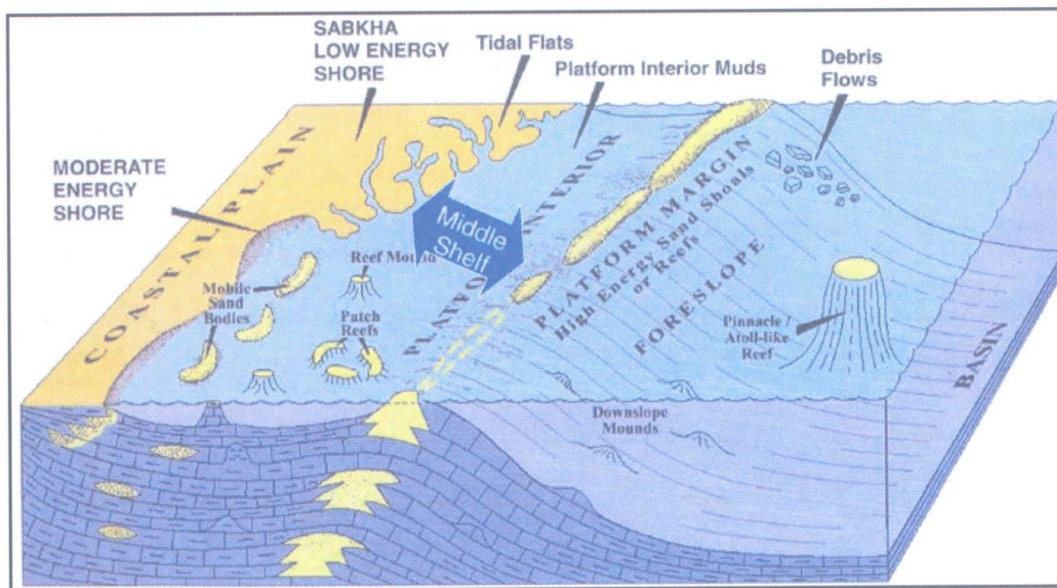
ب) شرایط پرانرژی: وضعیت کلی سکوی درونی در شرایط پرانرژی شامل سواحل ماسه ای، جزایر سدی، تپه های ماسه ای، دلتاهای کشندی و مخروط های بازشویی شده است و از نظر ساختمان های رسوبی دارای لایه بندی چلیپایی و از نظر بافت و دانه ها در برگیرنده پکستون و گرینستون با دانه های خوب جور شده و گرد شده می باشد. منشا این دانه ها و ذرات از ناحیه زیر کشندی است.

ج) زمین شناسی نفت: رسوبات کربناتی که در محیط های پراثری توسعه می یابند متعلق به ناحیه خط ساحلی هستند و در محیط کم انرژی پهنه های کربناتی، گل های آهکی دولومیتی شده ای می باشند که می توانند به عنوان سنگ مخزن مورد بحث و توجه قرار گیرند. از نظر شکل گسترش این سنگ های مخزنی به صورت نواری است و در حالت پسروری دریا گسترش صفحه ای دارند. گاهی نیز سنگ های مخزنی ایجاد شده این محیط به صورت لایه های نازک انباشته شده بر روی هم می باشند. انواع تخلخل در این محیط، بین بلوری، بین دانه ای و گاهی حفره ای است و از دیدگاه تراوایی معمولاً در محیط های پر انرژی خوب، در محیط های کم انرژی در صورت دولومیتی شدن خوب و در غیر اینصورت ضعیف هستند. در محیط کم انرژی امکان پدید آمدن تله های چینه ای نیز وجود دارد چراکه تغییرات جانبی محیط کربناتی میانی رو به سوی خشکی در تداخل با رسوبات تبخیری و رو به دریا با آهک های متراکم است. این وضعیت وجود پوش سنگ های جانبی را تامین می نماید و با حضور پوش سنگ فوقانی می تواند نفتگیر چینه ای را بوجود آورد. از دیدگاه سنگ منشا، رسوبات ماندابی و یا رسوبات حوضه عمیق در جوار این محیط می توانند با زایش هیدروکربور به صورت جانبی به سنگ های مخزنی یاد شده راه یابند. به طور خلاصه محیط سکوی درونی از نظر نفتی دارای پتانسیل در نظر گرفته می شوند.

۴-۳-۲- سکوی میانی^۱

بررسی این محیط در دو حالت امکان پذیر است: اول این که سکوی میانی مشرف به دریای باز و دوم مشرف به دریای محدود باشد (شکل ۳-۸).

¹ Middle Shelf



شکل ۴-۸: موقعیت سکوی میانی در یک حالت کلی از سکوی حاشیه ای.

شرایط اشراف به دریای باز

وضعیت کلی: در این محیط چرخش آب به خوبی صورت می گیرد، شوری آب طبیعی می باشد، حرارت آب دریا نیز عادی و مواد مغذی به اندازه کافی موجود است. کف دریا در زیر پایه امواج دریا در شرایط عادی است ولی پایه امواج طوفانی و جریان های ساحلی بر کف دریا موثر است. گسترش رخساره ها در تبعیت و به موازات خطوط میزان عمق هستند و از خط ساحلی فاصله دارند.

ساختمان رسوبی و زیست زایشی: این محیط به شدت تحت تاثیر فعالیت های زیستی است که عامل تولید ذرات کوچک و مواد آژند رسوبی و همچنین نودول ها و رسوبات فاقد لایه بندی می باشند. لایه بندی چلیپایی در ابعاد کوچک در اثر طوفان ها ایجاد می شوند.

دانه و بافت: دانه ها شامل بایوکلاست و پلوئیدهایی هستند با جورشدگی ضعیف، انواع بافت های دانه متکی و گل متکی در این محیط به فراوانی یافت می شود، سنگواره ها نیز بیشتر از نوع ضعیف در برابر تغییرات شوری آب دریا می باشند.

شرایط اشراف به دریای محدود

وضعیت کلی: این محیط ها در پشت جزایر سدی و ریف ها به صورت ماندآب های نیمه مسدود رو به خشکی به وجود می آیند. آب کم عمق، چرخش آب آرام و کند، شوری و حرارت آب غیر عادی و زیاد است و مواد مغذی از میان می روند.

ساختمان رسوبی و زیست زایشی: در این محیط آشفتهگی های حاصل از فعالیت های زیستی موجب تولید ذرات ریز آژند ساز و لایه بندی نودولی می شود. ساختمان های حاصل از جریان های کشتی در بستر این محیط کمتر یافت می شوند.

دانه ها و بافت: غالباً مادستون و وکستون هستند که با جورشدگی ضعیف همراه می باشند. جانوران این محیط در برابر تغییرات شوری آب دریا بسیار پر طاقت می باشند، مانند نرم تنان، روزنبران کف زی و استراکودها.

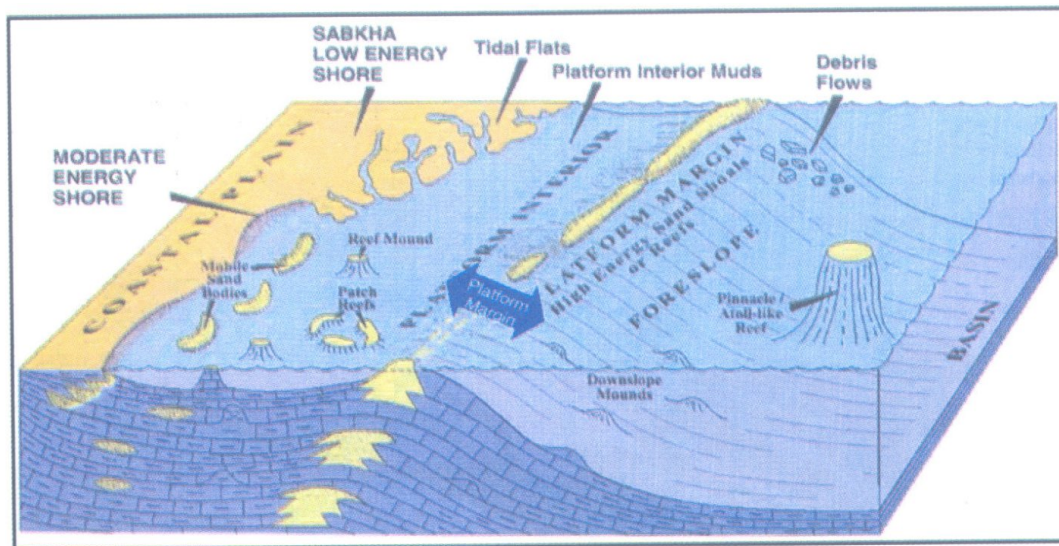
۴-۳-۲-۳- سکوی بیرونی^۱ یا محیط حاشیه پلاتفرم

به طور کلی این محیط جدا کننده محیط پر شیب پلاتفرم از محیط سکوی میانی می باشد. این تفکیک در حقیقت به کمک دو محیط آبتل های ماسه ای^۲ و ریف های حاشیه ای^۳ صورت می گیرد (شکل ۳-۹).

¹ Outer Shelf

² Sand Shoals

³ Reef Rimmed



شکل ۴-۹: شمای کلی محیط پلاتفرم و موقعیت حاشیه پلاتفرم یا سکوی بیرونی

الف) آبتل های ماسه ای: تلماسه های کشندی: به صورت نواری به عرض یک کیلومتر و طول ۲۰

کیلومتر در جهت امتداد شیب دامنه قاره ای و به موازات جریان های کشندی ایجاد می شوند.

ساختمان های رسوبی و زیست زایشی: لایه بندی چلیپایی و چینه بندی ریپلی در این رسوبات

فراوان است. معمولا در آبتل های انیدی ساخت های زیست زایشی نادر هستند.

دانه ها و بافت: دانه ها و ذرات در این محیط بیشتر شامل الئیدها و ذرات اسکلتی خوب گردشده به

همراه جانوران درشت کف زی هستند که موجب تولید آهک هایی از انواع پکستون و گرینستون می

گردند.

زمین شناسی نفت آبتل ماسه ای:

خواص مخزن: این خواص در دو حالت قابل بررسی است: اول آنکه کنش کشند بر کنش امواج برتری

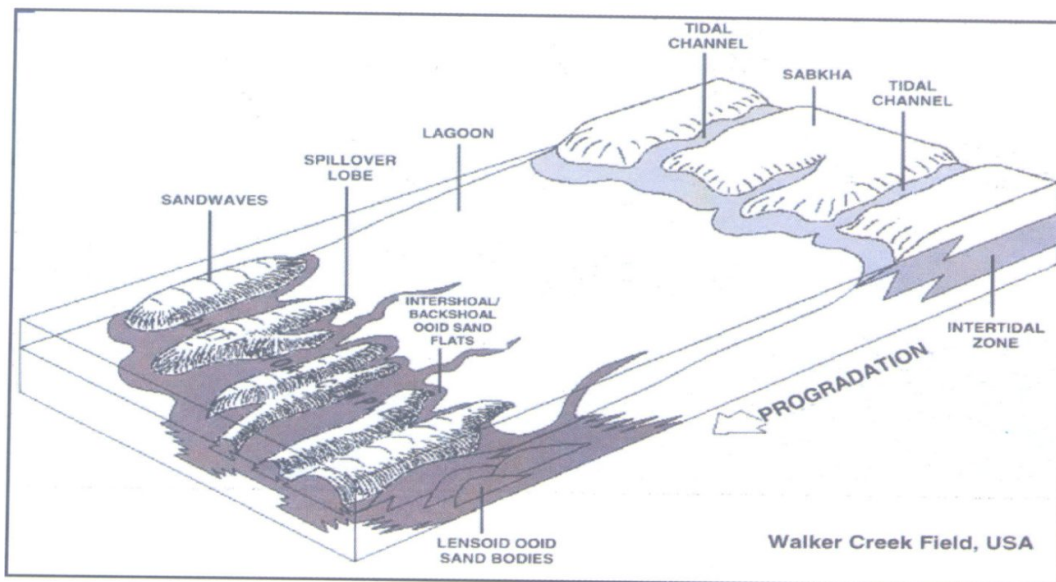
دارد. در این حالت کمربندی از تلماسه های کشندی و دلتاهای کشندی عمود بر دامنه پرشیب

پلاتفرم ایجاد می شود. دوم بر عکس حالت اول کنش امواج بر کنش کشند برتری دارد. در این حالت

کمربندهای ماسه ای دریایی تشکیل می شوند که به صورت موازی با دامنه پرشیب پلاتفرم استقرار

می یابند. نمونه امروزی این حالت در سواحل باهاما با عرض ۴ کیلومتر و طول ۷۵ کیلومتر دیده می شود. در این محیط سیمان دریایی نسبت به محیط ریف های حاشیه ای کمتر است.

نفتگیر: در صورتی که پسروری دریا موجب پوشیده شدن این محیط با مادستون های محیط ماندآبی و یا تبخیری های صبخه ای شود نفتگیر های چینه ای به وجود خواهند آمد.

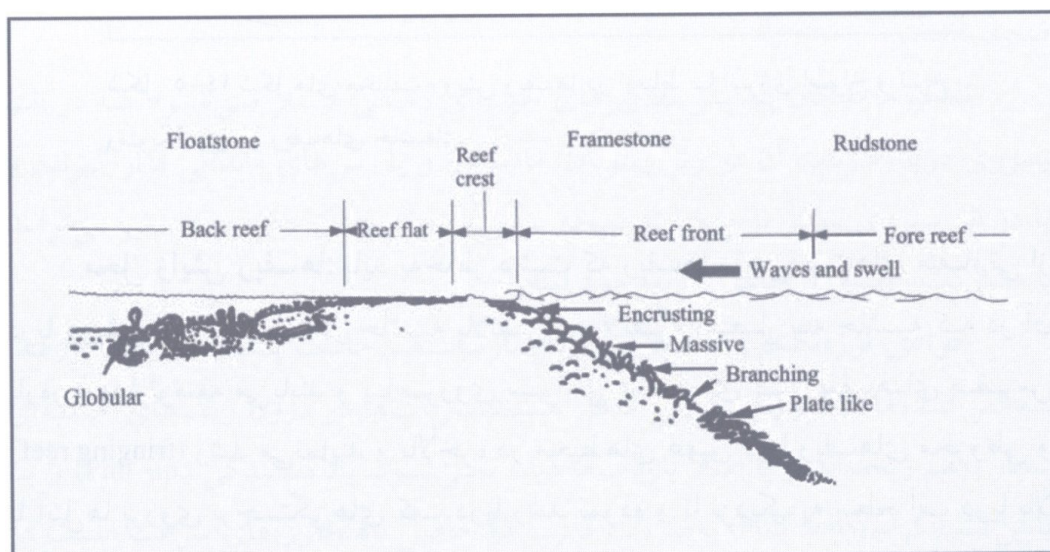


شکل ۴-۱۰: آبتل های ماسه ای کناری در محیط حاشیه پلاتفرم یا سکوی بیرونی

(ب) **ریف های حاشیه ای:** ریف ها به طور کلی در شرایط خاص رشد و نمو می نمایند، لذا حضور آن ها در سنگ ها از شاخص های محیطی به شمار می آید. ریف ها در دریاهایی با شوری و حرارت عادی، دارای چرخش خوب و مناسب آب دریا، با مواد مغذی به حد کافی و بالاخره دارای بستر سنگی به وجود می آیند. شکل ریف ها از سویی در تبعیت از بستر سنگی زیرین و از طرفی نیز مرتبط با تغییرات نسبی سطح آب دریا، شرایط فیزیکی غالب و بالاخره حضور و بقا جانوران ریف ساز است.

گاهی در فرایند ساخت ریف ها، ساختمان های نرماده، برجستگی های کوچک^۱ و فرورفتگی های شیاری^۲ نیز ایجاد می شوند.

ساختمان رسوبی و زیست زایشی: در پیشانی ریف ها، طبقاتی دیده می شود که فاقد دانه بندی از خرسنگ ها تا خرده سنگ ها بوده و از تخریب هسته ریف ها و یا دیواره های ریفی بر روی دامنه رو به دریای ریف جابجا شده اند و به صورت گوه مانند هستند. در هسته ریف ها چارچوبی برجا از کلنی های اسکلتی مخلوط با قطعات خرد شده ریف ها به همراه حفره هایی نیمه پر شده از ذرات، قابل رویت است. در پشت ریف ها، ماسه ها و قلوه سنگ ها در لایه بندی چلیپایی در برجستگی ها و خرپشته های^۳ پسونده دیده می شوند. در شکل ۳-۱۱ به تقسیمات ریف ها توجه کنید.



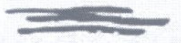
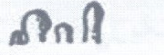
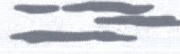
شکل ۴-۱۱: برشی از بخش های مختلف ریف های حاشیه ای و محیط رویش ارگانیزم های ریف ساز در حاشیه پلاتفرم.

¹ Spur

² Groove

³ Lobe

دانه ها و بافت: جورشدگی دانه های آن ها بسیار ضعیف است. انواع بافت های پکستون، گرینستون و باندستون در آن ها یافت می شود. جانوران موثر شامل جانوران سازنده چارچوب ریف، جانوران ساکن ریف می باشند (شکل ۳-۱۲).

GROWTH FROM		ENVIRONMENT	
		Wave Energy	Sedimentation
	Delicate, branching	low	High
	Thin, delicate, plate-like	low	low
	Globular, bulbous, columnar	Moderate	High
	Robust, dendroid, branching	Mod-high	Moderate
	Hemispherical, domal, irregular, massive	Mod-high	low
	Encrusting	Intense	low
	Tabular	Moderate	low

شکل ۴-۱۲: شکل های مختلف رویش ریف ها در ارتباط با انرژی امواج و نرخ رسوبگذاری در ریف های

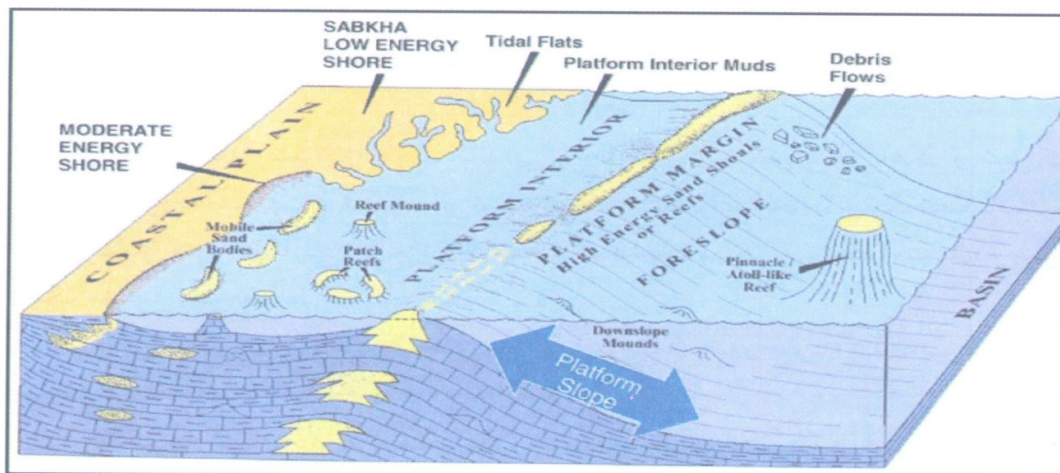
حاشیه ای

محل زایش ریف ها: باید توجه داشت که ریف ها در موقعیت های متفاوتی از دریا رویش می یابند مثلا در حاشیه پلاتفرم و پلاتفرم متصل به حاشیه که در آن پاره ریف ها توسعه می یابند و یا بر روی سواحل صخره ای که ریف های مژرس^۱ رشد می نمایند و بالاخره در محیط های عمیق دریا ریف های مخروطی یا آبتل ها بر روی برجستگی های کف دریا رشد نموده و تا نزدیک به سطح آب دریا بالا می آیند. در شکل ۳-۱۲ به انواع رویش مرجان ها در شرایط اقلیمی و رسوبگذاری متفاوت توجه کنید.

¹ Fringing Reef

۴-۳-۴-۴ - دامنه پرشیب پلاتفرم^۱

دامنه ای پرشیب است که لبه حاشیه پلاتفرم را به حوضه عمیق هم جوار متصل می سازد (شکل ۳-۱۳). در این دامنه فرایند جابجایی توده های رسوبی صورت می گیرد. این فرایند شامل فروریزش قطعات سنگی، لغزش توده ها، واریزش و جریان جامدات در اثر نیروی ثقل می باشد.

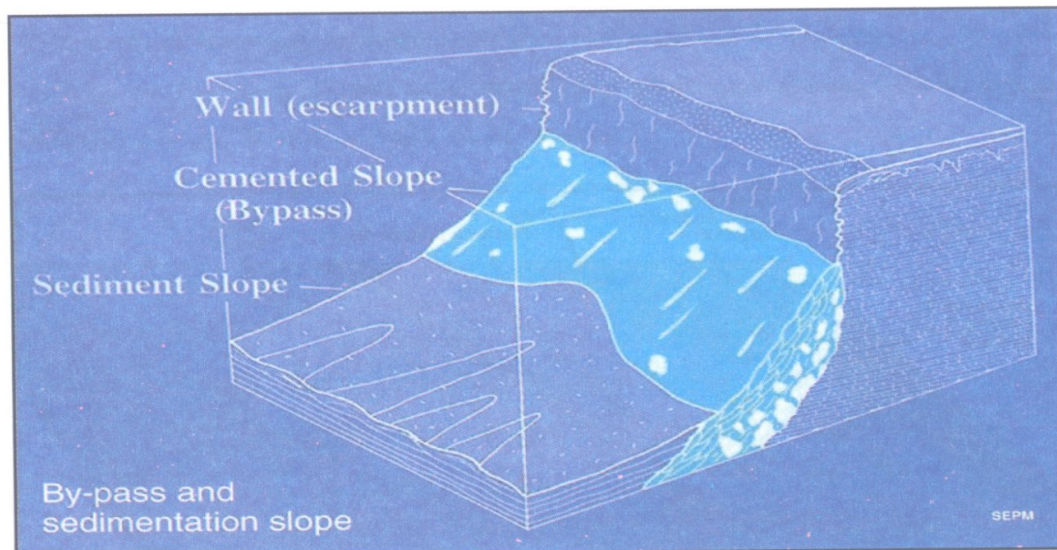


شکل ۴-۱۳: شمایی از موقعیت دامنه پرشیب پلاتفرم در میان دیگر محیط ها

دامنه پرشیب پلاتفرم ممکن است در یک فاز به وجود آمده باشد به این مفهوم که آن دامنه تنها بوسیله رسوبات پوشیده شده باشد، در این حالت به آن دامنه رسوبی^۲ گویند و یا آنکه ممکن است دامنه در بلافصل پرتگاه لبه پلاتفرم در ابتدا بوسیله رسوباتی پوشیده شده سپس آن رسوبات سیمان شده باشند، این دامنه سیمان شده که موجب کاهش دامنه پلاتفرم نیز می شود Bypass خوانده می شود. بر روی این دامنه سیمان شده و یا عمیق تر به سوی قعر حوضه، دامنه رسوبی به وجود می آید (شکل ۳-۱۴).

¹ Platform Slope

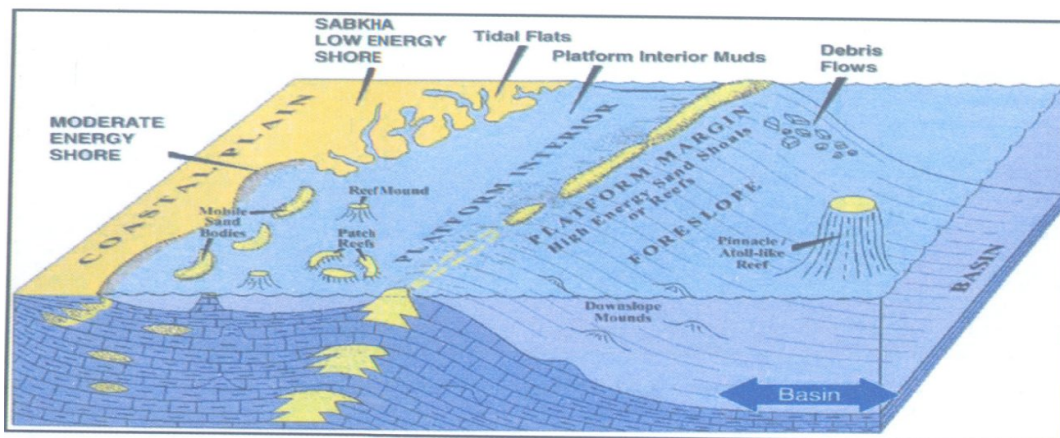
² Sediment Slope



شکل ۴-۱۴: شمایی از دیوار (پرتگاه)، دامنه سیمان شده By pass و دامنه رسوبی در دامنه پرشیب پلاتفرم دانه ها و بافت: بلوک ها و قطعات بزرگ ریفی در واریزه هایی با جورشدگی ضعیف و رسوباتی از ذرات و دانه های جریان یافته قابل تشخیص می باشند. دانه های ماسه ای به علت حمل و نقل و جابجایی در اثر جریان های ثقلی دارای جورشدگی ضعیف هستند. رو به اعماق به تدریج اندازه دانه ها کاهش یافته و مقدار ذرات در ابعاد گل فزونی می یابند. از نظر جانوران و یا سنگواره های جانوری، انواع کف زی ها با پلانکتون ها اختلاط حاصل می نمایند.

۴-۳-۵- حوضه های عمیق (Basin)

در بالای حد انحلال کربنات ها یعنی محلی که پلانکتون ها حضور فعال دارند، آهک های دانه ریز گسترش می یابند (شکل ۳-۱۵).



شکل ۴-۱۵: شمایی از حوضه های عمیق در کنار حوضه های رسوبی محاطی

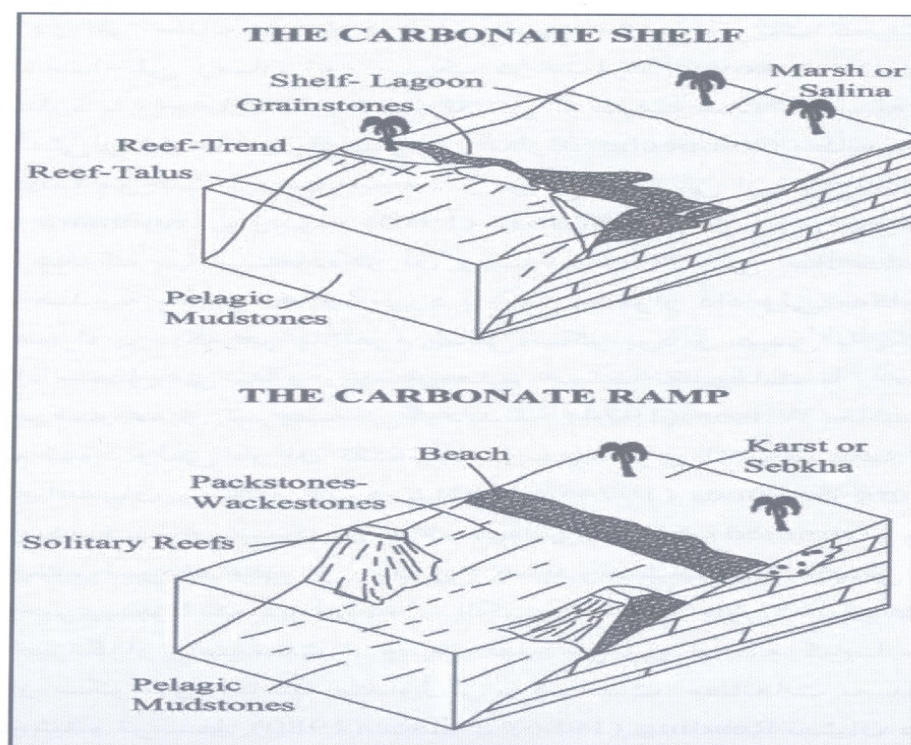
ساختمان های رسوبی و زیست زایشی: به علت نرخ پائین رسوب گذاری و بازشویی متداول این محیط ساختمان های رسوبی بزرگ کمتر در آن یافت می شود ولی گاهی واریزه ها^۱ و ریپل مارک ها و آثاری از کانال های زیردریایی قابل تشخیص است. لایه بندی نودولی، فلاسر و توربیدایت ها در این محیط به فراوانی یافت می شوند.

دانه و بافت: به طور کلی رسوبات این حوضه دانه ریز و بافت غالب آن ها مادستون تا وکستون می باشد. توربیدایت های آن حاوی قطعات و ذراتی است که خود از پلاتفرم تخریب و رانده شده اند. از نظر گسترش جانوران در این محیط دو حالت قابل پیش بینی است: اول اینکه چرخش آب در محیط ضعیف باشد که در این صورت پلانکتون ها ارگانیسم غالب هستند. دوم حالتی است که چرخش آب به خوبی صورت گیرد. در این حالت پوسته و قطعات اسکلتی جانوران بزرگ تر مانند خارپوستان، اسفنج ها، مرجان های آب های عمیق و بریوزوها که غالباً کف زی می باشند در رسوبات حضور دارند.

¹ Slamps

۴-۳-۳- سرایشب کربناتی^۱

این اصطلاح بنا به دلایل متفاوت تا سال ۱۹۸۰ چندان معمول نگردید تا آنکه Read(1982,1985) دوباره آن را تعریف نمود و تعاریف جدیدی چون Homocline Ramp را بیان نمود. در بعضی از کارهای ابتدایی برای سرایشب های کربناتی تقسیماتی نیز تعریف شده بود مانند: سرایشب داخلی، سرایشب کم عمق زیرکشدی و محیط سرایشب عمیق تر . (Read, 1980) ولی در این تقسیمات حد و محدوده عمقی ارایه نشده بود اما بعدا اصطلاحاتی مانند سرایشب داخلی، سرایشب میانی و سرایشب بیرونی و اختصاصات رخساره ای هر کدام به وسیله Burchette & Wright (1992) به خوبی تشریح و توصیف شد و از آن پس این اصطلاحات متداول گردید.



شکل ۴-۱۶: مقایسه سکوی کربناتی و سرایشب کربناتی

¹ Carbonate Ramp

گاهی اصطلاح سرایش کربناتی در مقالات اولیه نابجا به کار گرفته شده است. مثلاً دامنه های پرشیب قاره ای در حاشیه غیر فعال قاره ها به نحوی سرایش خوانده شد است که صحیح نیست. در حقیقت سرایش کربناتی به سطح قاعده محیط رسوب گذاری گفته می شود که از یک سو به خط ساحلی و از طرف دیگر با شیب کم به حوضه رخساره های کم عمق، عمیق و عمیق تر دیده می شوند، لذا رخساره ها قسمتی از تعریف بوده و بدون آنها استفاده از اصطلاح سرایش کربناتی برای سطح شیب دار قابل قبول نیست. بنابر مفاهیم کلی، سرایش کربناتی و سکوی ساحلی بیان کننده شکل های عمقی سطوح قاعده محیط رسوبی و رخساره های نهشته شده بر روی آن ها از ساحل تا آب های عمیق تر هستند. پلاتفرم واژه عمومی است که دربرگیرنده سرایش، سکوی ساحلی و پلاتفرم های منفک می باشند.

۴-۴- رخساره های رسوبی کربناته

رخساره ها در سنگ های کربناتی تجمعی است از خواصی چون رسوب شناسی، دیرین شناسی، سنگ شناسی و بالاخره شیمیایی که در فرایند رسوبی و دیاژنز تداخل داشته اند و لذا می توان رخساره های کربناتی را به صورت ذیل خلاصه نمود:

۱. رخساره های رسوبی

- سنگ رخساره ها

- زیست رخساره ها

۲. رخساره های دیاژنتیکی

- مرتبط با محیط

- تدفین کم عمق

- تدفین عمیق

مطالعه رخساره ها دارای سطوح متفاوتی است. به کارگیری میکروسکوپ های الکترونی اطلاعات و جزئیات فراوانی را به خصوص در قلمرو دیاژنز تحت اختیار می گذارد. استفاده از میکروسکوپ با نور معمولی برای شناخت ریز رخساره ها کافی است و می تواند خواص دیاژنتیک و رسوبی را آشکار سازد. این در حالی است که مطالعات ماکروسکوپی و صحرایی نیز می تواند اطلاعات بیشتری در زمینه رسوب شناسی، رخساره ها و دیاژنز در اختیار بگذارد.

۱. رخساره های رسوبی

هر رخساره رسوبی منعکس کننده طیفی از اطلاعات پیرامون فرایندهای موثر در محیط رسوبی است که شامل فعالیت های شیمیایی، مکانیکی و زیست شناسی می باشد و بعضا تحت عنوان سنگ رخساره و یا زیست رخساره مورد توجه است. با شناخت رخساره ها می توان محیط رسوبی را مورد شناسایی قرار داد و در عین حال الگویی را به دست آورد که بر اساس هم خوانی زمانی که محیط رسوبی ثابت باشد آن ها را تفکیک نمود چه تداوم ناحیه ای رخساره ها از دیدگاه زمین شناسی نفت حائز اهمیت بسیار است. گاهی اوقات رخساره رسوبی دربرگیرنده نوع سنگ و حتی واحد سنگی چینه ای می گردد.

- **سنگ رخساره ها:** رخساره های رسوبی کربناتی با تشخیص عواملی مانند کانی شناسی، فراوانی دانه ها، نوع دانه ها، ساختمان رسوبی و بافت رسوبی امکان پذیر می گردد. تلفیق این داده ها به تشخیص محیط رسوبی می انجامد و برعکس در صورتی که این اطلاعات ناقص باشد بازسازی محیط رسوبی امکان پذیر نیست. مثلا اگر به واژه Bioplemicrudite معرفی شده به وسیله Folk(1962) توجه کنیم نوع دانه ها، اندازه دانه ها و بافت رسوبی را توصیف نموده است ولی به علت کافی نبودن و عدم توصیف ساختمان رسوبی، تداوم جانبی و کانی شناسی این واژه برای وصف کامل رخساره کامل نیست.

- **زیست رخساره ها:** اسکلت جانوران یکی از مهمترین عوامل تولید کننده دانه ها و ذرات کربناتی است و در عین حال آن ها شاخص شرایط محیطی نیز می باشند. باید در نظر داشت که آثار جانوری در رسوبات حاوی اطلاعات مهمی هستند که ارزش آن ها از مشارکت اسکلت جانوران در ساخت رسوبات بیشتر است. بقایای جانوری که که حمل، فرسوده و یا دچار انحلال نشده باشد می تواند به عنوان معرف گروه های جانوری کف زی و همزیست در نظر گرفته شود. شناخت این گروه های تجمعی زیستی منجر به شناخت رخساره های زیستی می گردد و در سنگ های کربناتی این شناخت منجر به تشخیص و بازسازی محیط رسوبی می شود.

۲. رخساره های دیاژنتیکی

رخساره های دیاژنتیکی منعکس کننده انواع فرایند های موثر در محیط های دیاژنتیک هستند. بر عکس رخساره های رسوبی رخساره های دیاژنتیک معرف زمان نسبی وقوع پدیده های دیاژنز می باشند که تفاوت های محیط های دیاژنتیک خود گاهی معرف عمق تدفین است.

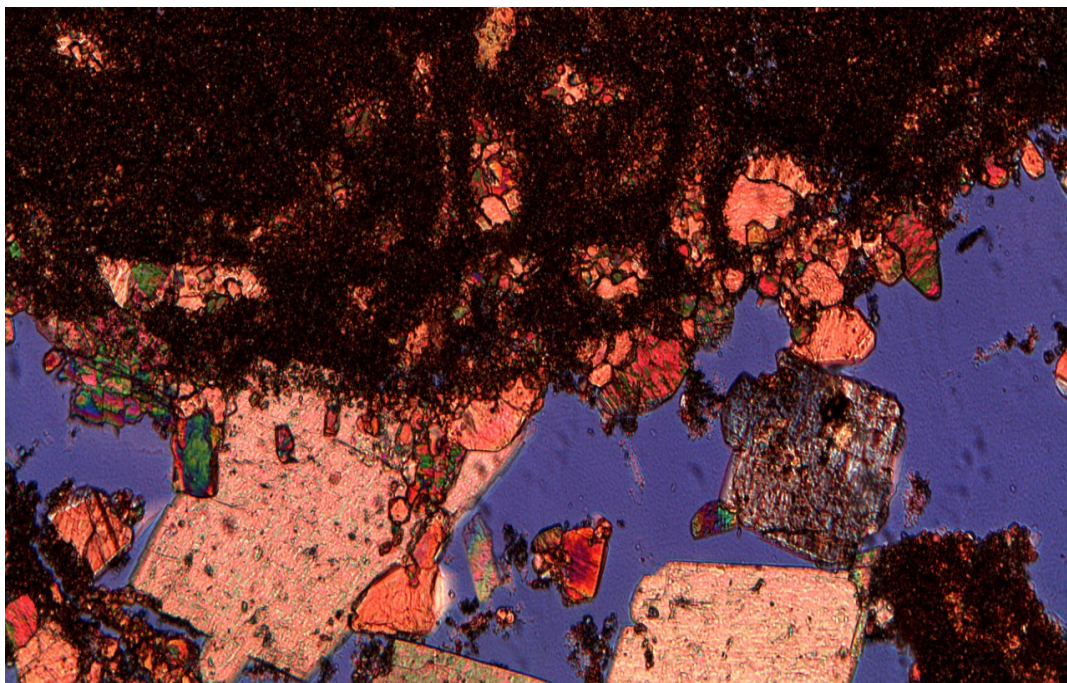
۵- مواد و روش

۵-۱- مقدمه

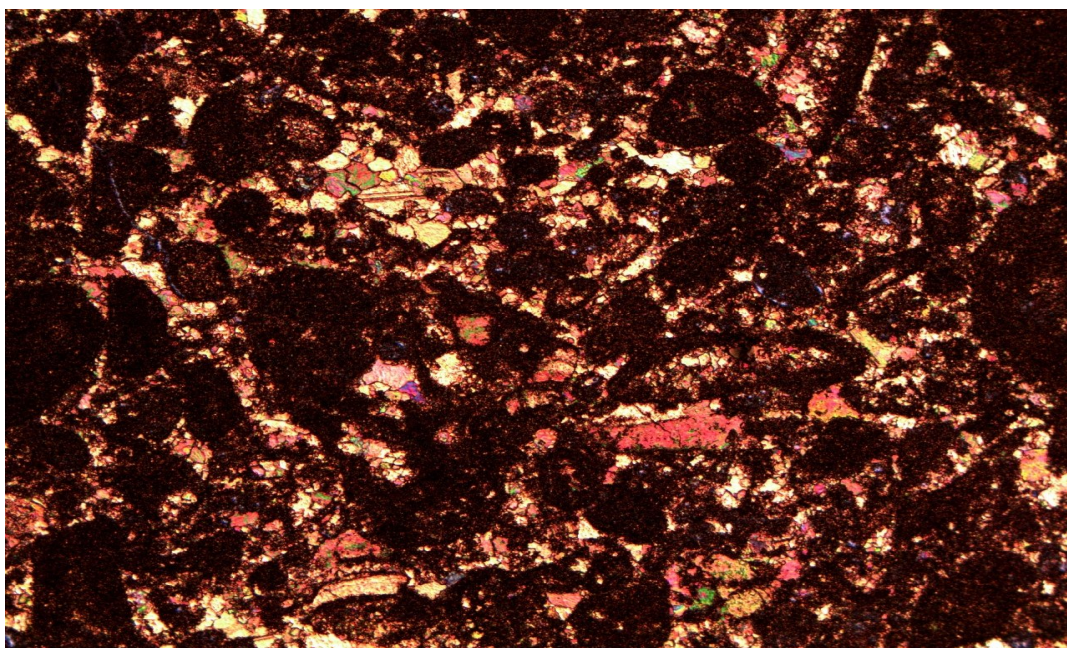
در این فصل با توجه به مطالبی که در فصل های گذشته به آن ها پرداخته شد، مراحل انجام مطالعه بیان خواهد شد و سپس منطقه دورود به عنوان منطقه ای که بر روی آن مطالعه موردی صورت گرفته شده معرفی می شود و در انتها نتایج گرفته شده از این منطقه بیان خواهد شد.

۵-۲- تهیه مقاطع نازک

اولین قدم در انجام هر تحقیق تعیین داده های مورد نیاز برای انجام کار می باشد. در این مطالعه داده های مورد استفاده مقاطع نازک هستند. تمام مقاطع نازک مورد استفاده از میادین نفتی خلیج فارس و توسط شرکت نفت فلات قاره تهیه شده اند و نگارنده نقشی در نمونه برداری، تهیه و آماده سازی مقاطع صیغلی نداشته و تمامی مقاطع بصورت آماده تحویل گرفته شده است. در ابتدا تعداد ۶۳ مقطع نازک مربوط به یکی از میادین خلیج فارس از شرکت فلات قاره تحویل گرفته شد. در بررسی های مقدماتی توسط میکروسکوپ پلاریزان، پدیده دولومیتی شدن به وفور در تمامی مقاطع قابل رویت بود و همچنین تخلخل و انحلال شدیدی در بسیاری از مقاطع دیده شد که این مسائل باعث برهم ریختن و آشفته گی شدیدی در بافت اولیه شده بود و در نتیجه عملاً تصمیم گیری در مورد بافت اولیه مقطع صیغلی را ناممکن می کرد. کار کردن بر روی این مقاطع امکان پذیر نبود در نتیجه مقاطع تحویل داده شد و مقاطع نازک جدیدی تحویل گرفته شد. در شکل های ۴-۱ و ۴-۲ تخلخل و دولومیتی شدن شدید مقاطع قابل مشاهده است.



شکل ۵-۱: انحلال شدید در مقاطع نازک (بزرگنمایی ۲۵ برابر)



شکل ۵-۲: دولومیتی شدن شدید در مقاطع نازک (بزرگنمایی ۲۵ برابر)

در مرحله بعد، تعداد ۱۲۵ مقطع نازک مربوط به چاه دیگری تحویل گرفته شد که در بررسی های مقدماتی توسط میکروسکوپ مشخص شد امکان کارکردن بر روی این مقاطع وجود دارد.

۵-۳- تهیه عکس از مقاطع صیقلی

از آنجایی که داده های ورودی نرم افزار به صورت تصاویر دیجیتال می باشد، در این مرحله به کمک میکروسکوپ کانی شناسی و دوربین دیجیتال اقدام به عکس برداری از مقاطع نازک شد. برای تصویر برداری از مقاطع نازک از میکروسکوپ و دوربین پارک علم و فن آوری شاهرود استفاده شد. میکروسکوپ مورد استفاده ساخت شرکت Ziess می باشد و دوربین به صورت فابریک و کالیبره شده بر روی آن قرار گرفته بود. تصویر برداری از مقاطع به کمک یک کامپیوتر و نرم افزار همراه با میکروسکوپ صورت گرفت و تمامی پارامترهای نرم افزار نیز به صورت پیش فرض مورد استفاده قرار گرفت و دستکاری نشد. در شکل ۴-۳ تجهیزات تصویر برداری از مقاطع نازک شامل میکروسکوپ، دوربین دیجیتال و کامپیوتر قابل مشاهده است.



شکل ۵-۳: تجهیزات تصویربرداری از مقاطع نازک شامل میکروسکوپ کانی شناسی،

تصاویر دیجیتال تهیه شده به صورت رنگی و با فرمت bmp تهیه شد. انتخاب فرمت bmp برای تصاویر الزامی نمی باشد و تنها به این دلیل که این فرمت یک فرمت رایج و کم حجم برای تصاویر دیجیتال می باشد انتخاب شد و در اینجا لازم به ذکر است که از سایر فرمت های تصاویر دیجیتال مانند

jpeg, TIFF نیز می توان استفاده کرد. در این مرحله از کار، رعایت نکات زیر حائز اهمیت می باشد و در نتیجه سعی شد در تمامی مدت عکس برداری این نکات رعایت شود:

۱. **شدت روشنایی تصویر:** یکی از پارامترهایی که نرم افزار به منظور شناسایی نوع سنگ کربناته مورد استفاده قرار می دهد تعداد پیکسل های با تن روشن و تیره می باشد. از این رو میزان روشنایی مقطع نازک بر روی این پارامتر به طور مستقیم تاثیر گذار می باشد و در نتیجه در تمام مدت تصویر برداری سعی شده است تا روشنایی مقاطع تغییر پیدا نکند. در اینجا این نکته قابل ذکر است که به منظور به کارگیری این نرم افزار به صورت صنعتی باید در هنگام تصویربرداری و تهیه تصاویر دیجیتال میزان روشنایی میکروسکوپ بر اساس استاندارد تنظیم شود تا اشتباه های نرم افزار در تشخیص مقطع را به حداقل برساند. از آنجایی که در هنگام تصویربرداری تجهیزات مورد نیاز برای اندازه گیری شدت روشنایی موجود نبود این پارامتر مورد اندازه گیری قرار نگرفت ولی در صورت فراهم بودن تجهیزات مورد نظر نرم افزار نسبت به این پارامتر قابلیت کالیبره شدن را دارد.

۲. **شدت رنگ های اصلی (قرمز - آبی - سبز):** تصاویر نهایی مورد استفاده در نرم افزار به صورت تن خاکستری می باشد ولی با توجه به اینکه در مرحله تصویر برداری، تصاویر به صورت رنگی تهیه شده است ثابت ماندن شدت رنگ های اصلی الزامی می باشد. در صورتی که شدت رنگ های اصلی تغییر کند احتمال اینکه در مرحله تغییر عکس از حالت رنگی به خاکستری برخی پیکسل ها دچار تغییر تن خاکستری شوند وجود دارد و به همین خاطر در هنگام تصویر برداری مقادیر این پارامتر تغییر داده نشد.

۳. **بزرگنمایی میکروسکوپ:** یکی از پارامترهای اساسی در هنگام تصویر برداری از مقاطع نازک، میزان بزرگنمایی عدسی میکروسکوپ می باشد. این پارامتر از آنجا اهمیت دارد که در صورتی که بزرگنمایی میکروسکوپ از حدی بیشتر شود در بیشتر موارد این حالت پیش می آید که یک دانه کوچک در مقطع نازک کل تصویر را در بر می گیرد که این حالت نماینده مناسبی از کل مقطع

نمی باشد. همچنین در حالتی که بزرگنمایی میکروسکوپ از حد مطلوب کمتر شود دانه های موجود در مقطع به حدی کوچک دیده خواهند شد که ممکن است به عنوان گل در نظر گرفته شوند و با توجه به اینکه یچیدگی تصویر به شدت بالا می رود تشخیص نرم افزار را با خطای زیادی همراه می سازد. در نتیجه تصویر گرفته شده در هر دو حالت بحث شده کاربر و نرم افزار را در تشخیص نوع سنگ کربناته دچار اشتباه می کند و انتخاب بزرگنمایی بهینه برای تصویر برداری را الزامی می سازد. برای تعیین میزان بزرگنمایی بهینه میکروسکوپ محدودیت هایی وجود داشت از جمله اینکه معمولاً عدسی چشمی میکروسکوپ ها ثابت می باشد و میزان بزرگنمایی آن ۱۰ برابر است (میزان بزرگنمایی دوربین تصویر برداری میکروسکوپ نیز ۱۰ برابر است) در نتیجه برای تغییر بزرگنمایی باید عدسی شئی را تغییر داد که در این حالت نیز عدسی های شئی در چند بزرگنمایی خاص مانند ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۵ برابر یا بزرگتر ساخته می شوند که استفاده از حالت بینی این بزرگنمایی ها امکان پذیر نمی باشد. برای تعیین عدسی شئی مطلوب و دارای بهترین نتیجه عدسی های شئی با بزرگنمایی متفاوت مورد استفاده قرار گرفت که در نهایت مشخص شد استفاده از عدسی شئی با بزرگنمایی ۲/۵ برابر بهترین نتیجه را در پی دارد.

۴-۵- پردازش تصویر

در این مطالعه، از پردازش تصویر به عنوان ابزاری برای استخراج مشخصات استفاده شده است که پارامترهای لازم برای نام گذاری سنگ کربناته به کمک شبکه عصبی را فراهم می کند. در این قسمت روند و مراحل انجام شده برای کاهش نویز و استخراج مشخصات تصویر بیان می شود.

۵-۴-۱- کاهش نویز

با توجه به اینکه تصاویر با کیفیت و وضوح قابل قبول و خوبی تهیه شده اند در این مرحله احتیاجی به استفاده از فیلترهای خاص احساس نمی شد و تنها از یک فیلتر با همسایگی 3×3 برای افزایش وضوح لبه ها استفاده شد.

۵-۴-۲- استخراج مشخصات

در این مطالعه مهمترین قسمت در مرحله پردازش تصویر، استخراج پارامترها و مشخصات از تصویر می باشد. مشخصات کسب شده از تصویر از آن جهت دارای اهمیت هستند که به عنوان ورودی برای شبکه عصبی به کار می روند. در نهایت ۱۱ مشخصه به عنوان مشخصه های کلیدی برای استفاده در شبکه عصبی از تصاویر استخراج شد که این پارامترها عبارتند از:

۱. درصد بیشترین تن خاکستری
۲. تعداد پیکسل های لبه در محیط های تیره
۳. تعداد پیکسل های لبه بین محیط های تیره و روشن (پیکسل های محیطی)
۴. تعداد محیط های روشن
۵. تعداد پیکسل های محیط های روشن
۶. تعداد محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل
۷. تعداد پیکسل های محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل
۸. تعداد پیکسل های محیط های روشن
۹. طول به پیکسل محیط های روشن

۱۰. تعداد کانوکس^۱ های کوچک

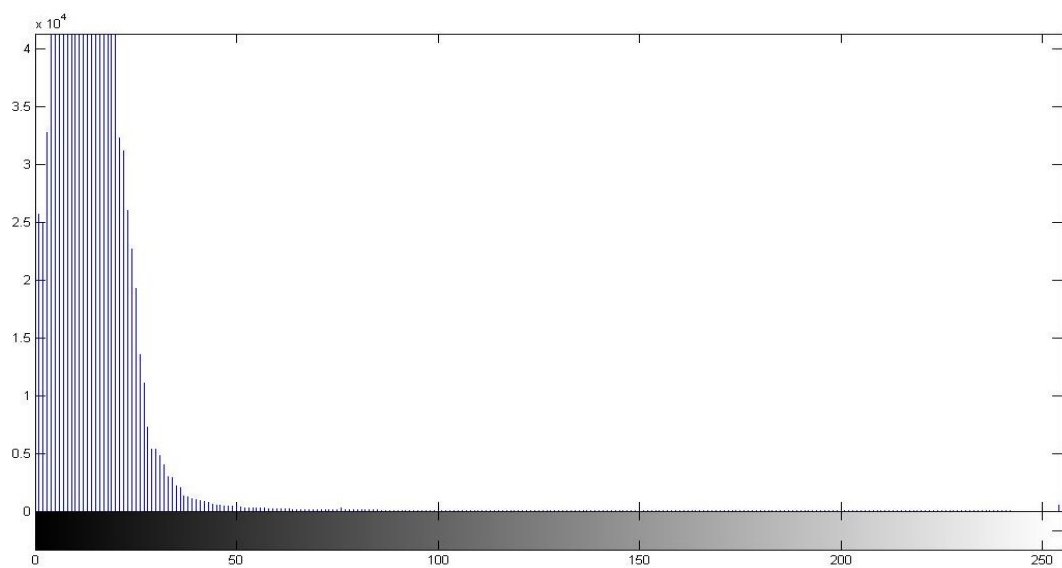
۱۱. تعداد کانوکس های بزرگ

پارامترهای ۸ تا ۱۱ وابسته به محیط های سفید با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل هستند. به دلیل اینکه برخی مشخصات استخراج شده مربوط به حیطه هوش مصنوعی می شوند از تشریح تمامی این پارامترها خودداری شده است و ۷ پارامتر اول که مهم تر و ملموس تر هستند در زیر توضیح داده خواهند شد:

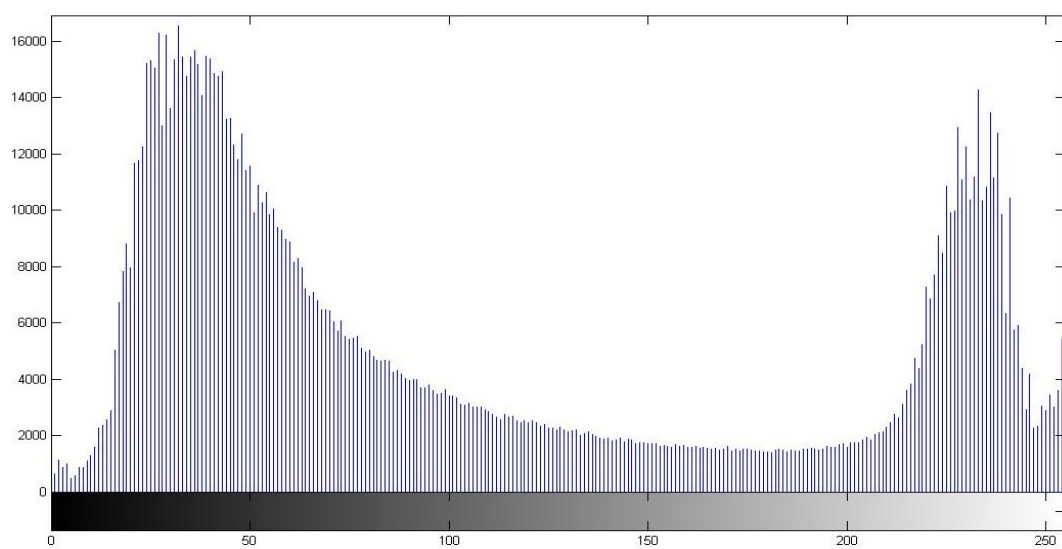
۵-۴-۲-۱- درصد بیشترین تن خاکستری

برای تعیین درصد بیشترین تن خاکستری، هیستوگرام هر تصویر رسم شد. هیستوگرام رسم شده برای هر تصویر دارای ۲۰ بازه می باشد که بین ۰ تا ۲۵۵ را تقسیم می کند. برای تعیین درصد بیشترین تن خاکستری فراوانی پیکسل هر یک از بازه ها بر تمامی پیکسل ها تقسیم شد و درصد بیشترین فراوانی تن خاکستری مشخص شد. تصویر یک گرینستون دارای یک هیستوگرام پهن و کوتاه می باشد زیرا در یک گرینستون تعداد زیادی پیکسل با تن های خاکستری مختلف وجود دارد در حالی که تصویر یک مادستون دارای هیستوگرام بلند و باریک است و علت آن اینست که ریز دانه بودن عناصر تشکیل دهنده مادستون باعث می شود تا توزیع فراوانی تن های خاکستری تصویر آن تنها در محدوده تن های تیره قرار بگیرد. در شکل ۴-۴ و ۴-۵ به ترتیب هیستوگرام تصویر یک مادستون و گرینستون نمایش داده شده است.

¹ Convex



شکل ۴-۵: نمودار توزیع فراوانی تصویر مقطع صیغلی مادستون



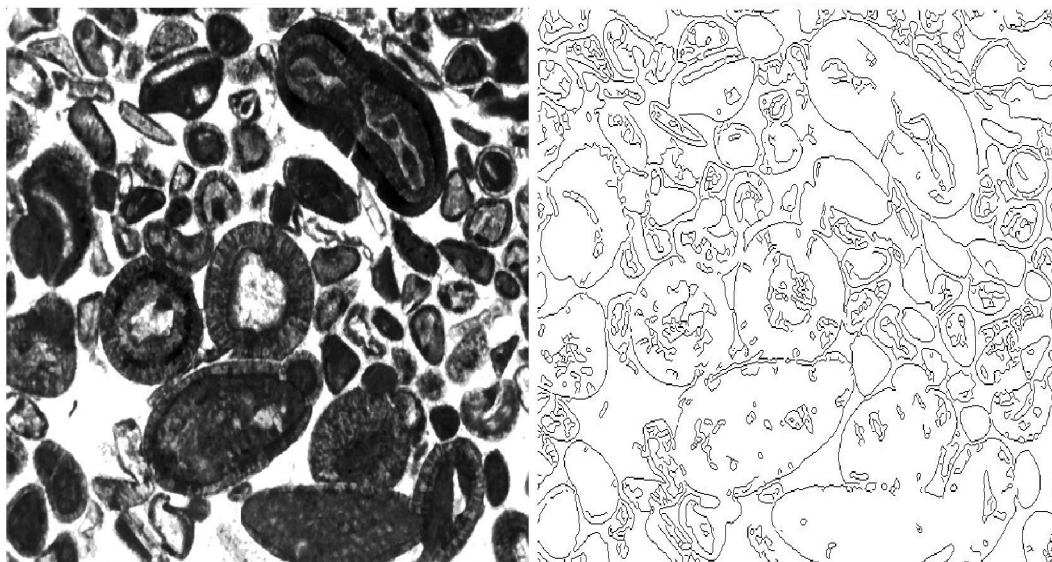
شکل ۵-۵: نمودار توزیع فراوانی تصویر مقطع صیغلی گرینستون

۵-۴-۲- تعداد پیکسل های لبه در محیط های تیره

برای مشخص کردن پیکسل های لبه در تصاویر از عملگر کانی^۱ استفاده شد. این عملگر نسبت به تغییر شدید تن در پیکسل های متوالی حساس می باشد و در صورتی که در دو سوی یک پیکسل چنین تغییری مشاهده کند آن را به عنوان پیکسل لبه ثبت می کند. توابع و عملگرهای زیادی برای تشخیص لبه در تصاویر وجود دارند ولی علت انتخاب این عملگر، تشخیص و شناسایی خوب آن در مورد لبه های ضعیف است. تصویر نهایی حاصل، یک تصویر دودویی^۲ یا سیاه و سفید است که در آن پیکسل های سیاه نماینده پیکسل های لبه هستند و مقدار این پارامتر تعداد پیکسل های سیاه تصویر می باشد. به خاطر اینکه گرینستون دارای بافت دانه متکی می باشد و از تعداد زیادی دانه های اسکلتی و غیر اسکلتی تشکیل شده است تصویر آن دارای لبه های زیادی می باشد درحالی که تصویر یک مادستون به سبب داشتن یک بافت گل متکی و همگن و دانه های بسیار ریز دارای لبه های بسیار کمی است. در شکل ۴-۶ تصویر یک گرینستون در کنار تصویر حاصل از جداسازی لبه ها نشان داده شده است.

^۱ Canny Operator

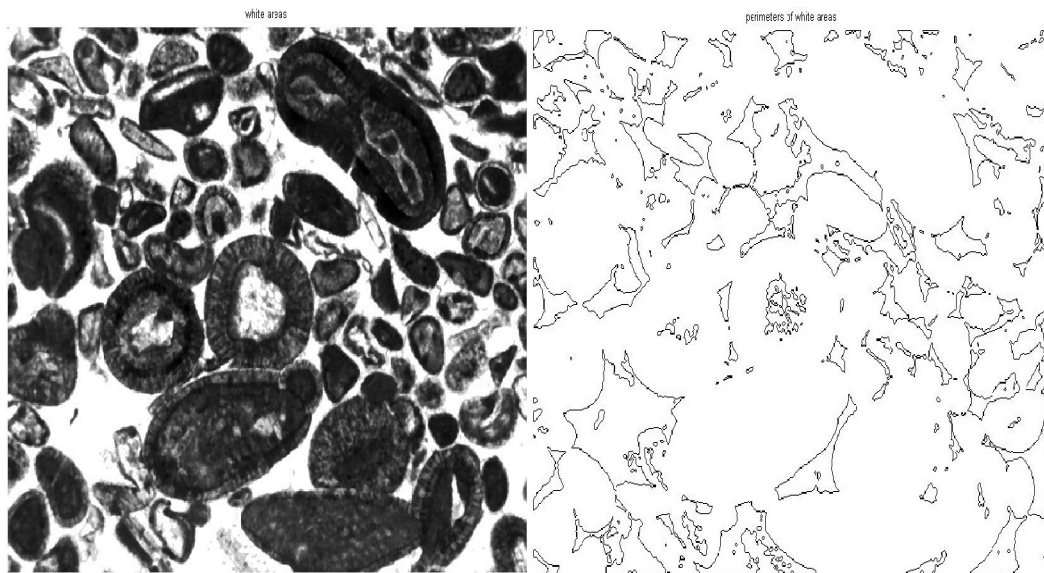
^۲ Binary



شکل ۵-۶: تصویر گرینستون و تصویر آن پس از عبور از فیلتر جداسازی لبه ها

۵-۴-۳- تعداد پیکسل های لبه بین محیط های تیره و روشن (پیکسل های محیطی)

در این مطالعه یک پیکسل در صورتی به عنوان یک پیکسل محیطی شناخته می شود که به صورت یک پیکسل سفید باشد و در همسایگی 8×8 آن یک یا تعداد بیشتری پیکسل تیره وجود داشته باشد. مقدار این پارامتر تعداد پیکسل های محیطی می باشد. در یک مقطع نازک سنگ کربناته محیط های سفید ناشی از سیمان اسپاری است که فضاهای درون و بین دانه ای و فضاهای ناشی از تخلخل را پر می کند. یک گرینستون به خاطر داشتن محیط های سفید زیاد پیکسل های محیطی زیادی دارد درحالی که یک مادستون پیکسل های محیطی کمی دارد و از این طریق قابل شناسایی است. در شکل ۴-۷ تصویر یک گرینستون در کنار لبه های جداسازی شده بین محیط های تیره و روشن نشان داده شده اند.



شکل ۵-۷: تصویر گرینستون در کنار تصویر آن پس از جداسازی لبه های محیطی

۵-۴-۲-۴- تعداد محیط های روشن

تصویر با تن خاکستری توسط یک تابع به یک تصویر سیاه و سفید تبدیل می شود. سپس به وسیله یک الگوریتم تعداد محیط های سفید شناسایی و شمارش می شوند. مقدار این پارامتر تعداد محیط های سفید می باشد. یک گرینستون دارای تعداد محیط های سفید بیشتری نسبت به مادستون است.

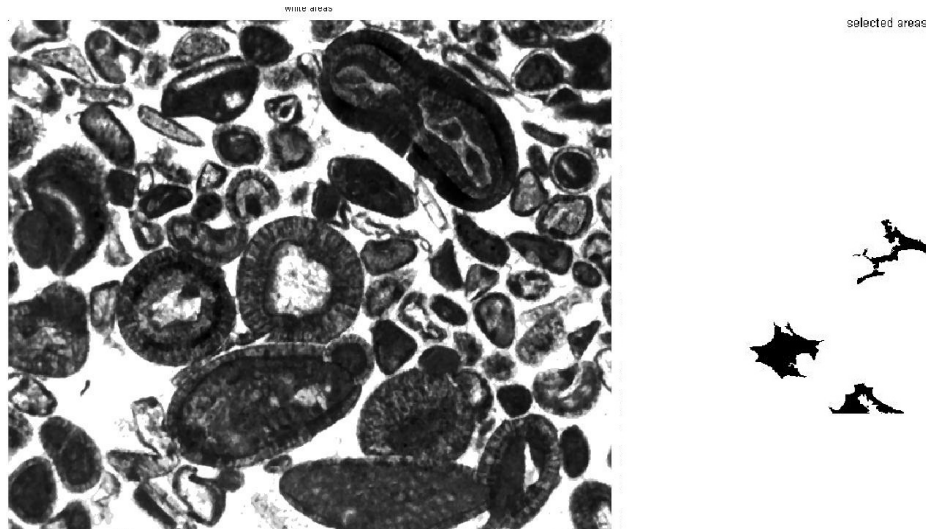
۵-۴-۲-۵- تعداد پیکسل های محیط های روشن

پیکسل های محیط های روشنی که در مرحله قبل شناسایی شده اند شمارش می شوند و به عنوان مقدار این پارامتر در نظر گرفته می شوند.

۵-۴-۲-۶- تعداد محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل

در این مرحله تعداد پیکسل های هر یک از محیط های روشن تخمین زده شدند و سپس محیط هایی که تعداد پیکسل های آن ها بیشتر از ۱۵۰ پیکسل بود شناسایی شدند. مقدار این پارامتر تعداد این محیط های سفید است. انتخاب مقدار ۱۵۰ پیکسل به عنوان آستانه بر اساس مطالعه تعداد زیادی از

مقاطع گرینستون و پکستون صورت گرفته است. در شکل ۴-۸ نمایی از یک گرینستون همراه با محیط های روشن شناسایی شده آن نمایش داده شده است.



شکل ۵-۸: نمایی از یک گرینستون و مناطق روشن تشخیص داده شده توسط نرم افزار (مناطق سفید با پیکسل سیاه نمایش داده شده اند).

۵-۴-۷- تعداد پیکسل های محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل

تعداد پیکسل های محیط های سفید شناسایی شده در مرحله قبل شمارش شدند و به عنوان مقدار این مشخصه در نظر گرفته شد.

۵-۵- نرمال سازی پارامترها

برای جلوگیری از ایجاد داده های با مقدار بسیار بالا در ورودی شبکه عصبی و همچنین به منظور اینکه داده ها از لحاظ عددی قابل مقایسه باشند، توسط یک تابع انتقال خطی مقادیر تمامی پارامترها به مقدار ۱- تا ۱ محدود شد.

۵-۶- شبکه عصبی

همانطور که در فصل های گذشته اشاره شد شبکه های عصبی مدل هایی برای بیان علمی و ریاضی مسائل هستند که الهام گرفته از مکانیزم عصبی انسان می باشند و مانند مغز انسان عناصر عملیاتی در شبکه های عصبی مصنوعی نیز نرون ها می باشند. یک شبکه عصبی از تعداد زیادی نرون تشکیل شده است که بوسیله یک سری پل های ارتباطی وزن دار به هم متصل شده اند.

در فصل ۲ اشاره شد که شبکه های عصبی در مورد مسائل زیر بسیار کارآمد و مفید هستند:

- الگوریتم یا مدلی برای حل مسئله وجود نداشته باشد.
- تعداد زیادی مثال آماده برای آموزش نظارت شده شبکه وجود داشته باشد.

در این مطالعه شرایط گفته شده در بالا فراهم می باشد. بنابراین شبکه عصبی ابزار مناسبی برای حل این مسئله می باشد.

به منظور طراحی یک شبکه عصبی مطلوب برای حل مسئله و کلاس بندی دقیق، جزئیات ریاضی یک شبکه عصبی نظارت شده باید به صورت دقیق تعریف شوند. برای این منظور نیاز است تا مسائل زیر به درستی مشخص شوند:

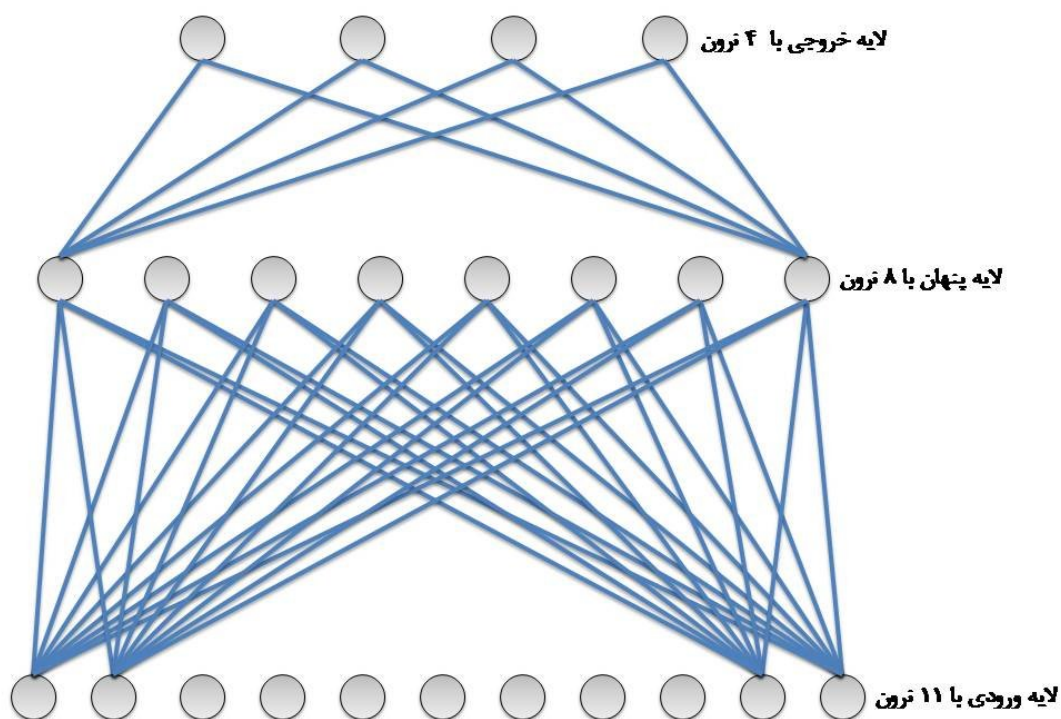
۱. مدل شبکه عصبی
۲. تابع فعال سازی برای هر نرون
۳. تابع خطا و حداقل سازی
۴. الگوریتم آموزش

۵-۶-۱- مدل شبکه عصبی

به عنوان مدل شبکه عصبی از یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه^۱ استفاده شد. علت استفاده از این مدل این است که تعداد خروجی های مسئله ثابت می باشد. شبکه MLP یک شبکه سه لایه پیش رونده^۲ می باشد و نرون های این شبکه در سه لایه ورودی، خروجی و لایه پنهان دسته بندی شدند و هر یک از نرون های یک لایه به تمام نرون های لایه بعدی اتصال دارند. مدل شبکه عصبی شامل ۱۱ نرون در لایه ورودی برابر با تعداد پارامترهای بدست آمده از مرحله پردازش تصویر، ۸ نرون در لایه پنهان و ۴ نرون در لایه خروجی برابر با تعداد کلاس های طبقه بندی دانهام می باشد. در شکل ۴-۸ شماتیک مدل شبکه عصبی قابل مشاهده است.

^۱ Multi Layer Perceptron(MLP)

^۲ Feed-Forward



شکل ۵-۹: شکل شماتیک مدل شبکه عصبی MLP

۵-۶-۲- تابع فعال سازی برای هر نرون

تابع فعال سازی مورد استفاده در شبکه عصبی تابع تانژانت هایپربولیک ($\tanh$) است. در معادله زیر تابع تانژانت هایپربولیک نشان داده شده است. مقادیر لایه های خروجی بین مقادیر ۰ تا ۱ است و مجموع خروجی ها برابر ۱ است.

$$\phi(x) = \tanh(\beta x)$$

۵-۶-۳- تابع خطا و حداقل سازی

در مدل شبکه عصبی استفاده شده، تابع Cross-entropy به عنوان تابع خطا و تابع Quasi-Newton به عنوان تابع حداقل ساز خطا به کار برده شد.

۵-۶-۴- الگوریتم آموزش

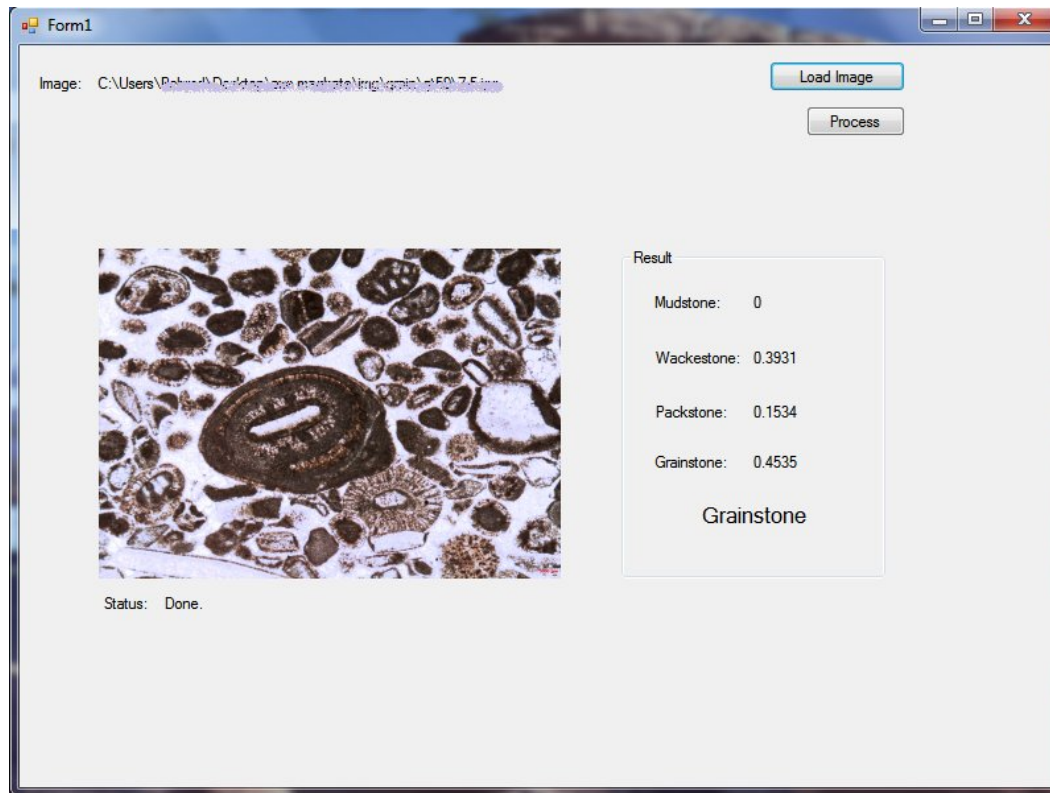
در این مطالعه از روش آموزش نظارت شده^۱ برای آموزش شبکه عصبی استفاده شد. برای این منظور از یک سری از مشخصات ورودی، همراه با خروجی مطلوب این مشخصات استفاده شد. پروسه آموزش شبکه عصبی روش بازگشتی^۲ می باشد. در این آموزش ۱۱ پارامتر بدست آمده از مرحله پردازش تصویر به لایه ورودی شبکه ارائه و خروجی از شبکه دریافت شد. در صورتی که خروجی ارائه شده به وسیله شبکه با خروجی مطلوب متفاوت بود یک پروسه، تفاوت میان خروجی شبکه و خروجی مطلوب را (میانگین مربعات خطا) محاسبه می کند و وزن ها را به گونه ای تغییر می دهد که خطا کمترین مقدار شود. این فرایند تا زمانی که خطا کمترین مقدار شود ادامه می یابد. در این مطالعه ۴۰۰ تصویر دیجیتال حاصل از مقاطع نازک برای آموزش شبکه عصبی استفاده شد که در این مجموعه از هر کلاس در طبقه بندی دانهام ۱۰۰ تصویر وجود دارد.

¹ Supervised training

² Back-propagation

۵-۷- تهیه اینترفیس^۱ نرم افزار

در این مرحله در محیط نرم افزار ویژوال بیسیک^۲، یک اینترفیس از نرم افزار تهیه شد. در این اینترفیس با وارد کردن تصویر رده بندی دانه‌ها آن تخمین زده می شود. در شکل ۴-۹ نمایی از نرم افزار قابل مشاهده است.



شکل ۵-۱۰: نمایی از اینترفیس نرم افزار

۵-۸- تست نرم افزار برای تخمین رده بندی دانه‌ها مقاطع

در این مرحله حدود ۴۰۰ تصویر به نرم افزار داده شد تا رده بندی دانه‌ها آن ها مشخص شود. تصاویر داده شده همگی مربوط به میدان دورود می باشند و هیچ یک از تصاویر داده شده در مرحله آموزش،

^۱ Interface

^۲ Visual Basic

در این مرحله مورد استفاده قرار نگرفته اند. همچنین در این تصاویر نیز از هر یک از دسته های دانهام ۱۰۰ مقطع وجود دارد. در این مرحله دو هدف مورد نظر است. اول اینکه دقت نرم افزار مورد ارزیابی قرار گیرد و دوم، از نتایج حاصل از تخمین نرم افزار به عنوان پارامتری برای شناسایی محیط رسوبی مقاطع و میدان مورد استفاده قرار گیرد.

تخمین نرم افزار دقت قابل قبولی داشت. در این میان نرم افزار مادستون را به طور کامل و گرینستون ها را با دقت بالای ۹۵ درصد شناسایی کرد. مشکل اصلی نرم افزار در شناسایی پکستون و وکستون می باشد به طوری که نرم افزار برخی از پکستون های داده شده را به عنوان گرینستون و وکستون شناسایی می کرد و برخی از وکستون ها را به عنوان مادستون یا پکستون تفکیک می کرد. در جدول ۴-۱ نتایج حاصل از دسته بندی دانهام ۴۰۰ مقطع نازک به وسیله انسان و تخمین نرم افزار قابل مشاهده است.

جدول ۵-۱: نتایج حاصل از تست نرم افزار و مقایسه آن با نتایج واقعی

تخمین نرم افزار	رده بندی صحیح			
	Mudstone	Wackstone	Packstone	Grainston
Mudstone	100	11	-	-
Wackstone	-	76	18	-
Packstone	-	13	71	13
Grainstone	-	-	11	87

با توجه به نتایج به دست آمده دقت نرم افزار در تعیین مادستون، وکستون، پکستون و گرینستون به ترتیب ۱۰۰، ۷۶، ۷۱ و ۸۷ درصد می باشد.

۵-۹- موقعیت جغرافیایی منطقه

۵-۹-۱- حوضه خلیج فارس

خلیج فارس دریایی است که در بین رشته کوههای زاگرس در شمال و صفحه عربی در جنوب واقع گردیده است. طول آن در حدود ۸۰۰ کیلومتر و عرض آن ۱۱۵-۱۸۵ کیلومتر بوده و سطحی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع را می پوشاند. عمق آن به طور متوسط حدود ۳۵ متر و عمیق ترین نقطه آن در تنگه هرمز در حدود ۱۰۰ متر است، و فقط از طریق تنگه هرمز با عرض حدود ۵۳ کیلومتر با دریای عمان در ارتباط است. خلیج فارس محدوده عرض جغرافیایی ۲۴ تا ۳۰ درجه و طول جغرافیایی ۴۸ تا ۵۸ درجه با روند کلی شرقی- غربی را در بر می گیرد و دارای آب و هوایی خشک و نیمه استوایی است.

محور طولی خلیج فارس به دلیل عدم تقارن دو ناحیه ریخت شناسی جداگانه را مشخص می کند. کف حوضه در بخش ایرانی که از نظر تکتونیکی ناپایدار است (شیب ۱۷۵ سانتی متر در هر کیلومتر) در حالیکه در بخش عربی پایدار و شیب ملایمی به طرف محور بایومتریک حوضه دارد (۳۵ سانتی متر در هر کیلومتر) و در حال حاضر به صورت یک رمپ کربناته است لذا این محور به ویژه در نیمه شرقی حوضه به سواحل ایرانی نزدیک است و موقعیت و جهت یافتگی عناصر آن معلول روند های تکتونیکی بخش ایرانی است. خلیج فارس به یک سری ایالت بایومتریک تقسیم می شود، یک برجستگی مشخص به نام برآمدگی مرکزی (Central Swell) با روند شمال غربی - جنوب شرقی که مربوط به سیستم چین خورده ایرانی یا احتمالاً از منشا رسوبی نیمه ایرانی است حوضه را به دو فرو افتادگی ثانویه تحت عناوین حوضه غربی و حوضه مرکزی تقسیم نموده است. بخش عربی خلیج فارس توسط (Seibold & Vollbrecht , 1969) اساساً بدلیل اقیانوس شناسی تحت عنوان سکوی کم عمق عربی نامیده شده است. بهر حال باید توجه داشت که این بخش توسط (kassler) هموکلاين

عربی نامیده شده است. گرچه شیب هموکلاين عربی ملایم است ولی امواج در طول ساحل عربی آشفته می باشد [27].

۵-۹-۲- زمین شناسی خلیج فارس

خلیج فارس امروزی یک فروافتادگی زمین ساختگی کم عمق است که در اواخر دوران سنوزوئیک در بخش پیشین سلسله جبال زاگرس تشکیل گردیده است. ساحل خشک و پایین افتاده کشورهای عربی و دریای کم عمق مجاور آن بوسیله تاقدیس های با شیب کم و روند شمال - جنوب یا شمال شرقی - جنوب غربی مشخص می گردند که شامل اغلب حوضه های نفتی ناحیه می شود. تعدادی از این تاقدیس ها مانند بحرین و دوخان احتمالاً دارای برجستگی ممتد بوده که بدلیل رشد نمک از زمان مزوزوئیک می باشد. قسمتی از خط ساحلی کشورهای عربی توسط فرایند های ساختمانی کنترل می شود. بر خلاف سواحل عربی، سواحل ایران اکثراً مرتفع می باشند [27].

ساختمان های گنبدی شکل موجود در خلیج فارس (جزایر خلیج فارس) را می توان به سه دسته تقسیم نمود: [27]

دیابیرهای نمکی، که شدت بالآمدگی توده نمک بحدی بوده که تمام طبقات رسوبی را قطع نموده و اغلب بصورت جزایری (موازی روند زاگرس) نمودار می گردند همانند جزایر هرمز، لارک، ابوموسی و هنگام.

ساختمان های تاقدیسی که دارای دامنه شدید بوده و مطالعات ژئوفیزیکی و حفاری های اکتشافی نشان داده است که هیچیک از طبقات زمین شناسی حتی تا افق خوف مورد یورش نمک کامبرین قرار نگرفته اند. از این ساختمان ها فارسی، گلشن، اورنگ، تندر را می توان نام برد.

ساختمان های تاقدیسی شکل که از آرامش نسبی بیشتری برخوردار بوده و دارای دامنه های آرامتری می باشد. اکثر میدان های نفتی فلات قاره ایران در خلیج فارس از این نوع می باشند.

بنابراین جزایر خلیج فارس که در مجاورت سواحل ایران قرار دارد یا به صورت تاقدیس (مانند جزایر خارگ، لاوان، هندورابی و کیش) و یا به صورت گنبد های نمکی (مانند جزایر بنی فارور، تنب بزرگ و کوچک) می باشند.

۵-۹-۳- نوع رسوبات در خلیج فارس

خلیج فارس که از دریا های حاشیه ای^۱ عهد حاضر است، دارای رسوبات کربناته به مقدار زیاد در سواحل جنوبی می باشد. در مناطق عمیق این حوضه، در طول محور خلیج فارس بیشتر رسوبات دانه ریز (گلی) کربنات کلسیم تشکیل می شود که حاوی مقداری پوسته جانوران و ذرات ریز آواری می باشد. میزان مواد ارگانیکی در رسوبات این منطقه زیاد بوده و سنگ حاصله مادستون تیره رنگی است که حاوی فسیل می باشد. این نهشته ها به طرف ساحل به رسوبات دانه متوسط مناطق کم عمق تر تبدیل می شوند. به علت رسوبگذاری آرام، در مناطق عمیق تر این حوضه، دانه های گلوکونیت تشکیل می شود. در نواحی کم عمق این حوضه، ریف های مرجانی و آئید نیز دیده می شود به سمت ساحل رسوبات دانه ریز کربناتی در محیط آرام، در پشت سد های ریفی و الیتی، در مناطق مردابی رسوب کرده اند [27].

بدلیل تغییرات درجه شوری در این حوضه، تنوع موجودات آن کم است. بنابراین سنگ آهک حاصل از ته نشست رسوبات آن به صورت مادستون پلت داری است که بسیار کم فسیل می باشد. در طول ساحل، پهنه های جزر مدی توسط جلبک های سبز - آبی و ورقه های استر ماتولیتی پوشیده است. این پهنه های جزر مدی دارای ترک های گلی نیز می باشند. در پهنه های بالای جزر ومدی، یا محیط های سبخایی، رسوبات گلی کربناته ای تشکیل می شود که حاوی مقدار کمی بلورهای ریز

¹ Epicontinental

دولومیت و بلورهای از ژئوپس و انیدریت است. بنابراین سنگ حاصل از ته نشست رسوبات این منطقه مادستون لامینه داری بوده که ممکن است حاوی استروماتولیت، دولومیت و ژئوپس باشد [27].

۵-۹-۴- فلات قاره و تقسیمات هیدروکربوری منطقه

فلات قاره ایران در خلیج فارس مابین دو حوضه نفتی عظیم قرار گرفته است: مناطق نفت خیز جنوبی ایران از شمال و نواحی نفت خیز واقع در آب های بین المللی از طرف جنوب.

اکتشاف نفت در قسمت جنوبی فلات قاره خلیج فارس در اوایل دهه ۱۹۵۰ و در فلات قاره ایران در اواخر این دهه شروع گردیده است. در سال ۱۹۷۵ برای اولین بار قرار داد نفتی جهت اکتشاف و بهره برداری از منابع نفتی فلات قاره ایران بین شرکت ملی نفت ایران و شرکت ایتالیایی آچیپ و شرکت نفتی آمریکایی پان آمریکن منعقد گردید. میدان نفتی بهر گانسر اولین میدان نفتی است که در فلات قاره ایران در سال ۱۹۶۰ کشف شده. در سال ۱۹۶۲ میدان نفتی درود (داریوش) و متعاقباً میادین دیگر کشف گردید.

فلات قاره ایران در خلیج فارس بر اساس ویژگی های چینه ای، ساختمانی، سنگ منشاء سنگ مخزن و سنگ پوشش به پنج ناحیه تقسیم شده است [27].

ناحیه اول: شامل غرب فلات قاره ایران در خلیج فارس است و از نظر منابع هیدروکربور غنی ترین ناحیه است. سنگ مخزن در این ناحیه بیشتر از نوع ماسه سنگی و شامل سازندهای کژدمی (Burgun)، بخش ماسه سنگی اهواز (غار) و گدوان یا (Zubair) است، سنگ مخزن های آهکی بیشتر در سازندهای آسماری داریان و فهلپان قرار دارند. میادین موجود در این ناحیه شامل میادین ابوذر، اسفندیار، بهرگانسر، خارگ، درود است. بعضی از طاقدیس ها در ناحیه روند شمالی - جنوبی داشته و در راستای ساختمان های زمین شناسی عربستان اند (مانند میادین نوروز، درود) بعضی تاقدیس ها (مانند میادین ابوذر و سیری) دارای ساختمان های متفاوت با دامنه کم هستند.

ناحیه دوم: این ناحیه از حوالی بندر بوشهر شروع شده و تا جزیره لاوان را شامل می شود. سنگ مخزن در این ناحیه بر اثر حرکت دیپایر ها است، که با سایر نقاط خلیج فارس و زاگرس متفاوت است. حرکت دیپایر ها موجب کاهش ضخامت در بخش های فوقانی طاقدیس، تضعیف سنگ پوشش و مهاجرت مواد هیدروکربور به سمت قسمت های سطحی می شود. این حالت در میدان فارسی وجود دارد.

ناحیه سوم: این ناحیه قسمت شمالی و شرقی بلندی قطر (آرک قطر) را در بر می گیرد. بزرگترین مخازن گازی دنیا در سازندهای پرمین – تریاس (میدان پارس جنوبی) در این ناحیه قرار دارد.

ناحیه چهارم: این ناحیه بین بلندی قطر و تنگه هرمز قرار دارد. سنگ مخزن این ناحیه کربناته و بیشتر از سازند های سروک، داریان و بخش فوقانی سازند سورمه (زون عرب) می باشد.

ناحیه پنجم: این ناحیه تنگه هرمز را در بر می گیرد. مخازن آن بیشتر کربناته و شامل سازندهای سروک و داریان هستند.

۵-۹-۵- موقعیت و تاریخچه میدان درود

ساختمان میدان نفتی درود طاقدیس نامتقارنی است که از شرق به سمت جنوب غربی امتداد یافته است این ساختمان بین مختصات $X = 2017000$, $Y = 830000$, $X = 2005000$, $Y = 804000$ در سیستم مختصات لامبرت قرار گرفته است و وسعتی بالغ بر ۱۲۵ کیلومتر مربع را دارا می باشد. این میدان یکی از میادین نفتی مهم حوضه خلیج فارس محسوب می گردد که بخش جنوبی آن در آب های خلیج فارس و بخش شمالی آن در جزیره خارک واقع گردیده است. امتداد محوری این میدان با امتدادهای معمول زاگرس در تضاد است و معمولاً به این امتداد روند عربی می گویند که کم و بیش شمالی-جنوبی است [27].

این میدان نفتی در سال ۱۳۴۰ بوسیله شرکت IPAC (Iran Pan American Company) کشف گردید و یکسال پس از کشف، حفاری در آن آغاز گردیده و از سال ۱۳۴۳ بهره برداری از آن شروع شده است. از سال ۱۳۵۷ به سبب شکل گیری انقلاب اسلامی بهره برداری از آن موقتاً به تعویق افتاد. مخازن این میدان شامل قسمت بالایی بخش ماسه ای اهواز (آسماری) دارای نفت ۲۲ درجه API (نفت نسبتاً سنگین) و سازند فلهیان دارای نفت ۳۴ درجه API (نفت سبک) می باشد که تولید از این سازند صورت می گیرد و تا همان سال مجموع کل تولید تقریباً ۴۲۱ میلیون بشکه بوده است [27].

۵-۱۰- تعیین محیط رسوبی گذشته منطقه

همانطور که قبلاً اشاره شد تعداد کل مقاطع مورد استفاده ۱۲۵ مقطع به علاوه برخی از مقاطع نسبتاً سالم و دست نخورده میدان بلال و حدود ۱۰۰ مقطع موجود دیگر می باشد. با توجه به کمبود تصاویر و مقاطع تقریباً از هر مقطع حدود ۹ عکس تهیه شد تا نیاز به داده های لازم برای آموزش، اعتبار سنجی و تست نهایی را پوشش دهد.

برای تعیین محیط رسوبی گذشته منطقه از ۱۲۵ مقطع نازک میدان دورود، ۱ تصویر به نرم افزار داده شد. نتایج حاصل از این داده ها در جدول ۴-۲ آمده است.

جدول ۴-۵: نتایج حاصل از نرم افزار مربوط به میدان دورود

کلاس	گرینستون	پکستون	وکستون	مادستون
درصد	۲۸	۲۶	۴۲	۴

با توجه به اینکه نزدیک به نیمی از مقاطع به عنوان وکستون شناسایی شده اند محیط رسوبی منطقه نسبتاً آرام می باشد. همچنین جور شدگی دانه ها نیز ضعیف می باشد از این رو محیط رسوبی گذشته منطقه میانی و بیرونی سراسیب کریناته تشخیص داده شد.

۶- نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به مطالب گفته شده نتایج این مطالعه به شرح زیر ارائه می شوند:

۱. نرم افزار مادستون را به طور کامل و ۱۰۰ درصد تشخیص می دهد.
۲. دقت تشخیص وکستون و پکستون توسط نرم افزار نسبتا خوب است ولی به دلیل اینکه هر دو حاوی گل هستند و تنها تفاوت آن ها در دانه متکی و گل متکی بودن است گاهی نرم افزار این دو را به جای هم تشخیص می دهد.
۳. تشخیص گرینستون توسط نرم افزار با دقت بالای ۸۵ درصد صورت می گیرد ولی گاهی نرم افزار گرینستون را به عنوان وکستون ثبت می کند.
۴. در بسیاری از مقاطع مورد استفاده آثاری از دولومیتی شدن و یا انحلال قابل مشاهده است و قسمت زیادی از خطاهای رخ داده در تشخیص نرم افزار را می توان به این عامل نسبت داد.
۵. با توجه به اینکه درصد بالایی از مقاطع در میدان دورود به صورت وکستون ثبت شده اند و همچنین به دلیل اینکه جورشدگی ضعیفی در دانه های مقاطع مشاهده می شد محیط رسوبی منطقه به صورت منطقه میانی و بیرونی سراسیب کربناته تشخیص داده شد.
۶. به دلیل اینکه این مطالعه بر پایه شناخت بافت انجام شده است در تشخیص محیط رسوبی تنها عامل بافت رسوبی مد نظر قرار گرفته است. بنابراین محیط رسوبی تشخیص داده شده خالی از اشتباه نمی باشد.

همچنین پیشنهادات زیر در مورد این مطالعه قابل ارائه می باشد:

۱. در مرحله پردازش تصویر ۱۱ پارامتر به عنوان ورودی برای نرم افزار شناسایی شد که می توان با افزایش یا تغییر و بهینه سازی این پارامترها دقت نرم افزار را افزایش داد.

۲. با توجه به اینکه نرم افزار هنوز با مقداری خطا مواجه است پیشنهاد می شود تا شبکه عصبی با داده های بیشتری آموزش داده شود.
۳. در این مطالعه بر روی شناسایی فسیل ها کاری صورت نگرفته است. از آنجایی که نوع و پراکندگی فسیل در مقطع نازک یکی از پارامترهای مهم در تخمین محیط رسوبی می باشد بکارگیری روش های تشخیص الگو در کنار این روش می تواند بسیار مفید و راهگشا باشد.
۴. در بسیاری از مقاطع نازک تخلخل به عنوان پارامتری مزاحم در تعیین کلاس دانهام سنگ کربناته وجود دارد. استفاده از روش هایی برای کاهش و یا حذف تخلخل از نتایج می تواند خطای تخمین را تا حد قابل قبولی کاهش دهد.
۵. همانطور که قبلا اشاره شد یکی از پارامترهای تاثیرگذار در هنگام تصویربرداری از مقاطع نازک شدت روشنایی مقطع است. به منظور استفاده صحیح از نرم افزار بهتر است نرم افزار نسبت به تغییر روشنایی میکروسکوپ کالیبره شود.

۷- منابع

۱. قاسم زاده ح، پایاننامه، " شناسایی و طبقه بندی ترکهای سطح راه با استفاده از پردازش تصویر"، دانشگاه صنعتی شاهرود.
2. http://www.hubblesite.org/sci.d.tech/behind_the_pictures/
3. Gonzales R.C., Woods R.E.(2004), "Digital Image Processing using MATLAB", 2 ed., Dorsing Kindersley
4. Huiyu Z, Jiahaw W (2010), "Digital image processing", part 1, Ventus Publishing.
5. Muller B, Reinhardt J, StricklandM (1995), "Neural networks: An introduction", 2 ed., Springer-Verlag, Berlin
6. McCulloch WS, Pitts W (1943), "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity", Bull of Math Biophysics
7. Rosenblatt R (1962), "Principles of neurodynamics. Spartan Books", New York
8. Widrow B, Hoff ME (1960), "Adaptive switching circuits. IRE Eastern Electronic Show & Convention", Convention Record
9. Minsky ML, Papert S (1969), "Perceptrons. MIT Press", Cambridge, MA
10. Vapnik VN (1982), "Estimation of dependences based on empirical data", Springer-Verlag, New York
11. McCulloch WS, Pitts W (1943), "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.", Bull of Math Biophysics
۱۲. جلیوند م، ۱۳۸۵، جزوه درس هوش مصنوعی، مقدمه ای بر شبکه عصبی.
13. K.L. Du and M.N.S. Swamy(2006), "Neural Networks in a Softcomputing Framework", Springer-Verlag, Berlin
14. Erik Flugel (2004), "Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application.", Springer
15. Grabau , A. W. (1960). "Principles of Stratigraphy . Dover Publications" , New York , in two volumes, 1185 pp. Reprinted from 1924 edition.
16. Folk, R.L. (1959), "Practical classification of limestones.", Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.

17. Dunham, R.J. (1962), "Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classification of carbonate rocks.", Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem.
18. Embry, A.F., Klovan, J.E. (1971), "A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island", N.W.T. – Bull. Canadian Petrol. Geol
19. Pettijohn, F. J. (1975), "Sedimentary Rocks , 3rd ed. Harper & Row" , New York.

۲۰. مطیعی ه ، (۱۳۸۷)، " زمین شناسی نفت سنگ‌های کربناتی"، جلد اول، انتشارات آراین

زمین، تهران

21. Dr. Tanwi Basu et. Al.(2002), "Automated Facies Estimation from Integration of Core, Petrophysical Logs, and Borehole Images", AAPG Annual Meeting.
22. Hsien-Cheng Chang et. Al(2000), "Identification of lithofacies using Kohonen self-organizing maps", Computers & Geosciences, Elsevier.
23. Roberto Marmo et. Al.(2005), "Textural identification of carbonate rocks by image processing and neural network: Methodology proposal and examples", Computers & Geosciences, Elsevier.
24. Hsien-cheng Chang et. Al(2000), "Lithofacies identification using multiple adaptive resonance theory neural networks and group decision expert system", Computers & Geosciences, Elsevier.
25. Lianshuang Qi, Timothy R. Carr(2006), "Neural network prediction of carbonate lithofacies from well logs, Big Bow and Sand Arroyo Creek fields, Southwest Kansas", Computers & Geosciences, Elsevier.
26. Tati Richard Mengko et. Al(2000), "DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUE IN ROCK FORMING MINERALS IDENTIFICATION", IEEE.

۲۷. گزارش شرکت نفت فلات قاره شماره زش ۱/ ۱۳۸۲.

Abstract

According to there are 90% petroleum reserves in carbonate rocks, textural identification of carbonate rocks is one of most important in petroleum exploration in carbonate rocks. In traditional methods, since sampling in determined depth of the well, thin sections were prepared. Then petrology specialist study on thin section and nominate them. This procedure is very Time-consuming and costly and because of it is Time-consuming and difficult; probability of human error is very high. Application of a method based on computer and artificial intelligence can improve problems due time and cost.

In the study, software based on neural network and image processing is created. The software get digitized microscopic images from surface of thin section with 25x magnitude as input and determine type of carbonate rock. 400 thin sections were used to neural network training and each 100 thin sections belong to one of mudstone, wackstone, packstone and granstone groups. To validate neural network and software results 400 thin sections were used and these thin sections different with training thin sections. According to validation results accuracy of software to identification of each one of mudstone, wackstone, packstone and grainstone groups is 100, 76, 71 and 87 respectively.

Key words: carbonate rocks, textural identification, neural network, image processing



University of Shahrood
Mining Engineering Faculty

**Application of an algorithmic method based on image
processing for identification facies, depositional environments
petroleum source and reservoir rocks: A case study on
Persian Gulf**

By: Masoud Shakoury

**Supervisor:
Dr. M. Ziaii**

**Assistant Professor:
Dr. A.A. Pouyan**

**Industrial Consultant:
S. Sohrabi**

**A thesis submitted to the Graduate Studies Office
In partial fulfillment of the requirements for the degree of M.Sc. in Mine
Exploration Engineering**

September 2010

**Sponsored by Iranian Offshore Oil Company
Research and Development Dep.**