

# راه دسترسی بند انحرافی ابیورد، یک نمونه موفق از پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش

نویسندگان: دکتر عباس ستوده‌نیا؛ دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)  
علی کبیری جهان‌آبادی، سید مهدی رضوی، مهدی روانشادنیا؛ شرکت مهندسی عمران مارون

## چکیده:

مهندسی ارزش ابزار مدیریتی مهندسی است که در سال‌های اخیر استفاده گسترده‌ای در طرح و اجرای پروژه‌های عمرانی یافته است. کاربرد این ابزار در مرحله پیش از طراحی به صورت برنامه‌ریزی ارزش و تحلیل ارزش و در مرحله طراحی به صورت مهندسی ارزش نمود می‌یابد. در مرحله ساخت این ابزار توسط پیمانکاران برای ارائه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش<sup>1</sup> VECP استفاده می‌گردد. کاربرد این ابزار در کشورهای پیشرو در زمینه مهندسی ارزش همچون آمریکا، کانادا، انگلستان و عربستان باعث دستیابی پیمانکاران به یک آیت سودآور گردیده است. به طوری که در برخی پروژه‌ها، پرداخت کارفرما به پیمانکار ناشی از ارائه پیشنهاد تغییر در طرح اولیه با سود پیمانکار ناشی از اجرای آن پروژه برابری می‌کند. در ایران نیز با تلاش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی زمینه‌های قانونی اینگونه اقدامات با ابلاغ دستورالعمل‌های مربوطه فراهم آمده است و می‌توان امیدوار بود در سال‌های آتی این ابزار در بهبود طرح‌های عمرانی به کار رود. در این مقاله سعی می‌گردد ضمن بررسی اجمالی نتایج تجربیات بومی در این زمینه، به تفصیل به یک پیشنهاد پیمانکار در قالب پیشنهاد تغییر به روش ارزش که تاییدات اولیه کارفرما را نیز کسب کرده است، پرداخته شود.

**کلمات کلیدی:** پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، هزینه طول عمر، شاخص ارزش، راه دسترسی، بند انحرافی

سابقه بکارگیری مهندسی ارزش در ایران، به سال ۱۳۵۴ بازمی‌گردد. در این سال و در وزارتخانه نفت و برخی سازمانها مطالعه بر روی این روش آغاز گردید. اما به دلیل وقوع انقلاب اسلامی استفاده از این روش تا مدت‌ها پس از آن در ایران ابتر ماند تا پس از یک وقفه طولانی در بند ج ماده ۶۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تصریح گردید، دستگاه‌های اجرایی موظف اند طرح‌های عمرانی در دست اجرای خود را به منظور ساده سازی با اعمال مهندسی ارزش ضمن رعایت استانداردهای فنی مورد بازنگری قرار دهند.

در واقع این الزات قانونی به همراه فعالیت‌های پراکنده در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در نهایت منجر به ورود مجدد تکنیک مهندسی ارزش به عرصه مهندسی - مدیریتی کشور و متعاقب آن تأسیس انجمن مهندسی ارزش در سال ۱۳۸۰ گردید. پس از آن نیز ضرورت اعمال مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی در قوانین و مقررات مختلف از جمله در برنامه چهارم توسعه و در پی آن در «دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش» سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی مورد تأکید قرار گرفت.

یکی از این مجموعه‌های قوانین و مقررات ابلاغ شده، مجموعه دستورالعمل‌های «تهیه، ارایه و بررسی پیشنهاد‌های تغییر به روش مهندسی ارزش» می‌باشد که در آن به روند قانونی و پاداش‌های ناشی از اعمال مهندسی ارزش توسط پیمانکار و در مرحله ساخت و اجرا پرداخته شده است. ابلاغ این دستورالعمل را می‌توان بازتاب ضرورت درگیر شدن پیمانکاران با فرآیند اعمال مهندسی ارزش دانست. ضرورتی که پیش از این نیز در کشورهای پیشرو در این زمینه نظیر ایالات متحده بدان توجه گردیده و قوانین انگیزشی متعدد و دقیقی در سازمان‌های مختلف در این خصوص، ابلاغ گردیده است که نتیجه آن نیز بدست آمدن میلیاردها ریال صرفه‌جویی سالانه با اعمال مهندسی ارزش توسط پیمانکاران در پروژه‌های مختلف عمرانی و صنعتی می‌باشد. به طور مثال نتایج پیاده‌سازی مهندسی ارزش در سازمان عمران و آبادانی امریکا در سال‌های اخیر به صورت جدول ذیل بوده است که همانطور که مشاهده می‌شود، سهم پیمانکاران از صرفه‌جویی‌های بدست آمده در اثر اعمال مهندسی ارزش در این سازمان، قابل توجه می‌باشد:

جدول ۱: نتایج پیاده‌سازی مهندسی ارزش در سازمان عمران و آبادانی امریکا

سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۳ (دلار)	سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۰ (دلار)	شرح
۴۵,۲۷۴,۰۰۰	۴۸,۴۴۵,۰۰۰	صرفه‌جویی
۴۷,۹۶۶,۰۰۰	۶,۰۰۱,۰۰۰	پرهیز از هزینه
۹۳,۲۴۰,۰۰۰	۵۴,۴۴۷,۰۰۰	جمع صرفه‌جویی و پرهیز از هزینه
<b>۴۳۴,۱۲۵</b>	<b>۳۹۵,۰۰۰</b>	<b>سهم پیمانکاران</b>
۱,۶۲۰,۰۰۰	۱,۷۲۲,۰۰۰	هزینه مطالعات ارزش
۳,۴۹۰,۰۰۰	۳,۴۷۲,۰۰۰	هزینه کل برنامه پیاده‌سازی
۲۶/۷ : ۱	۱۵/۶۸ : ۱	بازگشت سرمایه

و یا به طور مثال آمار و نتایج ارایه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در اداره فدرال بزرگراه‌های ایالات متحده<sup>۲</sup> در سالهای اخیر به صورت جدول زیر بوده‌است:

جدول ۲: آمار ارایه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در اداره فدرال بزرگراه‌های ایالات متحده

سال	تعداد پیشنهادات	تعداد پذیرش‌ها	درصد پذیرش	صرفه‌جویی (\$) کیفیت پیشنهاد (صرفه‌جویی بر واحد)
1997	ثابت نشده	333	-	31,069,777
1998	376	329	87.50%	38,400,000
1999	335	286	85.37%	35,020,000
2000	354	269	75.99%	40,655,000
2001	359	299	83.29%	66,305,000
2002	416	347	83.41%	61,101,000
2003	330	288	87.27%	54,140,000
2004	310	255	82.26%	40,129,000
جمع	2,480	2,406	-	366,819,777
میانگین	354	296	83.59%	45,852,472

### اثرات ارائه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش توسط پیمانکار

با اینکه مناسب‌ترین زمان استفاده از مهندسی ارزش، در انتهای طراحی شماتیک می‌باشد، با این حال استفاده پیمانکاران از این روش نیز دارای منافع فراوانی هم برای پیمانکار و هم برای

<sup>۲</sup> Federal Highway Association (FHWA)

کارفرما می‌باشد. از مزایای ارائه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کاهش هزینه طرح در اثر صرفه جویی حاصل از ایده های نو
- افزایش قابلیت اجرایی و ساخت پذیری طرح ها و کاهش ایرادات و مشکلات فنی
- تسریع در اجرای پروژه‌ها از طریق حل سریع‌تر مشکلات
- ایجاد تعامل برنده / برنده بین کارفرما و پیمانکار
- استفاده از حداکثر خلاقیت و توان اجرایی پیمانکاران در طرح ها
- امکان استفاده از ایده های پیمانکاران در طرح‌های مشابه
- افزایش توان فنی پیمانکاران با فعال کردن دفاتر فنی
- انتقال دانش بین کارفرما، پیمانکاران و مشاوران
- رواج استفاده از تکنولوژی و تفکرات نو
- افزایش دقت مشاورین در ارائه طرح‌ها به دلیل بررسی شدن آنها توسط پیمانکاران

### **زمینه‌های قانونی پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در ایران**

در راستای سیاست کلی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در استفاده از مهندسی ارزش در مراحل طراحی و ساخت پروژه‌های عمرانی، پس از تأکيدات در برنامه سوم و چهارم توسعه و تدوین و انتشار «دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش» (نشریه ۳۲۹۱۸) در سال ۱۳۷۹ و نسخه اصلاح شده آن با عنوان «مجموعه دستورالعمل‌های مطالعات مهندسی ارزش در دوره پیش از ساخت و اجرا»، در سال ۱۳۸۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی اقدام به تدوین و انتشار دستورالعمل مهندسی ارزش در ساخت (VECP) نمود که نحوه دریافت، ارزیابی، اعمال تغییرات و تقسیم منافع ناشی از پیشنهاد تغییر با نگاه مهندسی ارزش (توسط پیمانکاران) را تبیین کرد. این آیین‌نامه به دلیل مشابهت بسیار زیاد و استفاده از تجارب همتای امریکایی خود (دستورالعمل استاندارد مهندسی ارزش در ساخت و برنامه مهندسی ارزش) نسبتاً کامل و جامع می‌باشد.

پس از ابلاغ این آیین‌نامه مطالعات مهندسی ارزش در طرح‌های عمرانی وزارت نیرو و وزارت راه و ترابری آغاز گردید. با فاصله چند ماه (به دلیل شروع دیر هنگام‌تر زمینه‌چینی برای پیشنهادات

تغییر به نسبت مطالعات مهندسی ارزش در طراحی) پیشنهاداتی از سوی پیمانکاران ارائه گردید که به تعدادی از این تلاش‌ها اشاره می‌گردد.

روشن است تا گسترش فرهنگ استفاده از خلاقیت و تجربه پیمانکاران و تسهیم منافع آن با عوامل دخیل در ارائه پیشنهادات راه بسیاری باقی مانده است، اما با اقدامات انجام گرفته و زمینه‌سازی‌های حقوقی انجام گرفته، این امر دور از دسترس نمی‌نماید.

 <b>بسمه تعالی</b> ریاست جمهوری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور رئیس سازمان	
شماره: ۱۰۱/۱۳۷۹۳۲	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۳/۱۲/۲۹	
موضوع: دستورالعمل مهندسی ارزش در دوره ساخت	
<p>به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۳۸۹۸ هـ. ص ۱۳۷۵/۴ هیئت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۳۹۰ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطریذیری ناشی از ریزش این سازمان، با عنوان دستورالعمل‌های «تهیه، ارایه و بررسی پیشنهادات تغییر، با نگاه مهندسی ارزش» و «تهیه و ارسال گزارش سالانه پیشنهادات تغییر، با نگاه مهندسی ارزش» از بوع گروه اول، ابلاغ می‌گردد.</p> <p>دستورالعمل «تهیه، ارایه و بررسی پیشنهادات تغییر، با نگاه مهندسی ارزش»، از تاریخ ابلاغ، در قراردادهای منعقد شده و قراردادهایی که منعقد خواهد شد، ملاک عمل قرار می‌گیرد.</p> <p>رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی، الزامی است.</p>	
حمید شوکات معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان	

شکل ۱: ابلاغ دستورالعمل مهندسی ارزش در دوره ساخت

همچنین به صورت مستقل در وزارت راه و ترابری تلاش‌های زیادی در این زمینه به وقوع پیوسته است که از این میان می‌توان به آموزش گسترده کارشناسان و مدیران وزارت راه و ترابری، انجام مطالعات مهندسی ارزش، اقدامات ترویجی و فرهنگ‌سازی و نیز تصویب قوانین و دستورالعمل‌های خاص این وزارتخانه از جمله دستورالعمل ارجاع کار به مشاورین مهندسی ارزش، نحوه بررسی پیشنهادات تغییر به روش مهندسی ارزش، ایجاد کار گروه‌های مهندسی ارزش در زیربخش‌های وزارت راه و ترابری جهت هماهنگی مطالعات و دیگر زمینه‌سازی‌های حقوقی اشاره نمود.

## روند قانونی ارائه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش طبق قوانین ایران

از دیدگاه سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، آن گونه که در دستورالعمل مربوطه آمده است «پیشنهاد تغییر با نگاه مهندسی ارزش» عبارت است از «پیشنهادی که در مدت پیمان از جانب پیمانکار و به منظور کاهش هزینه‌های اجرا، بهره‌برداری و نگهداری، ارتقای کارایی و یا سایر منافع کارفرما ارایه می‌گردد و در عین حال، انجام کارها باید با کیفیتی بهتر و یا طبق پیمان صورت پذیرد». مطابق با همین دستورالعمل، «پیمانکار، در هر زمان از عقد پیمان تا تحویل کار، می‌تواند پیشنهادهای تغییر خود را که دارای خصوصیات یک پیشنهاد تغییر قابل بررسی باشد، ارایه نماید. با این حال، یکی از مناسب‌ترین زمان‌ها برای ارایه پیشنهاد تغییر، که پتانسیل زیادی برای صرفه‌جویی در آن وجود دارد، زمان بعد از عقد پیمان و قبل از آغاز عملیات اجرایی و هم زمان با تجهیز کارگاه است. در این زمان، هنوز هیچ قسمت از کار اجرا نشده و ایجاد تغییر با هزینه و زمان کمتری امکان‌پذیر است.

در این مجموعه دستورالعمل‌ها همچنین تصریح گردیده است که پیشنهاد تغییر ارایه شده از طرف پیمانکار، باید دارای خصوصیات و مشخصات ویژه‌ای باشد که ذیل آن به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

- ⊕ پیشنهاد تغییر، باید توسط پیمانکار اصلی (دست اول) ارایه شود.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر نباید کارایی نهایی را کاهش دهد.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر نباید باعث کاهش استانداردهای ایمنی و طراحی، عمر بهره‌برداری، سهولت نگهداری و ظاهر مطلوب شود.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر نباید باعث تأخیر در تحویل پروژه گردد.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر نباید اثرات منفی زیست محیطی به دنبال داشته باشد.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر، باید هزینه‌های کل واقعی طرح (هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری، نگهداری و پشتیبانی طول عمر پروژه، با توجه به هزینه‌های تهیه و ارزیابی پیشنهاد تغییر) را کاهش دهد.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر، باید واجد عملکردها و هدف‌های نهایی پیمان باشد.
  - ⊕ پیشنهاد تغییر، باید واجد مشخصات زمانی باشد و در آن، برنامه زمانی اجرای پیشنهاد تغییر مشخص شود.
- همانطور که مشاهده می‌شود، در این مجموعه دستورالعمل‌ها پیش‌بینی لازم جهت جلوگیری از کاهش کیفیت و اثرات مطلوب پروژه و نیز افزایش زمان به نحو مطلوبی به عمل آمده است.
- در این مجموعه دستورالعمل‌ها همچنین روند و گردش کار ارائه پیشنهاد تغییر به روش



## نمونه‌های بومی ارائه پیشنهادت تغییر در حین اجرا

همانطور که اشاره شد، بستر قانونی مناسب جهت اعمال مهندسی ارزش توسط پیمانکار در مرحله ساخت وجود دارد؛ اما با این حال استفاده از این روش به دلایل مختلفی از جمله عدم آشنایی پیمانکاران با روش مهندسی ارزش، عدم وجود درصد ثابت برای پرداخت پاداش و فضای موجود میان کارفرمایان و پیمانکاران در ایران، چندان مورد توجه نبوده است. در عین حال نمونه‌های موفق نیز از آرایه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در مرحله ساخت و توسط پیمانکار در ایران وجود دارد که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

یک پروژه مورد مطالعه مهندسی ارزش در زمان ساخت، قطعه سوم از فاز ۲ خط شمالی - جنوبی قطار شهری اصفهان شامل یک تونل بتن مسلح بود که با روش اجرای کند و پوش ۱ در طول ۲۸۰۰ متر و با مبلغ بالغ بر هفتاد و یک میلیارد ریال احداث می‌گردید.

پس از ارائه دستاوردهای حاصل از مطالعه به کارفرمای طرح، نتیجه بررسیهای صورت پذیرفته از سوی کارفرما، تأیید چهار ایده از ۹ ایده پیشنهاد گردیده و به شرح زیر بود.

۱- حذف ژئوممبرین و استفاده از بتن با کیفیت بالا و واتراستاپ در درزهای اجرایی.

۲- دپوی خاکهای حاصل از خاکبرداری و اصلاح آنها جهت استفاده در خاکریزها.

۳- کاهش شیب خاکبرداری به متوسط ۵٪.

۴- استفاده از دال قوسی درجا در سقف.

پس از تأیید چهار ایده فوق، طراحی نهایی آنها انجام شده و مورد هزینه یابی دقیق قرار گرفتند. نتایج حاصل، در فرمهای ابلاغ گردیده از سوی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور درج گردید. در نهایت، ۲۱٪ مبلغ پروژه معادل چهارده میلیارد و ششصد میلیون ریال صرفه جویی در هزینه پروژه و نتایج زیر حاصل گردید:

جدول ۳: نتایج مالی پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در قطار شهری اصفهان

ردیف	شرح	مبلغ کل (گرد شده به میلیارد ریال)
۱	هزینه‌های اجرایی طرح مبنا (گزینه اولیه)	۳۵/۶
۲	هزینه اجرایی پیشنهاد مهندسی ارزش (پیشنهاد تغییر)	۲۸/۸
۳	صرفه‌جویی ناشی از آرایه پیشنهاد تغییر در عملیات اجرایی	۶/۸
۴	هزینه تهیه پیشنهاد تغییر برای پیمانکار	۰/۲
۵	پاداش پیمانکار از صرفه‌جویی	۳
۶	کاهش نهایی مبلغ پیمان (صرفه‌جویی واقعی کارفرما)	۳/۶



یک نمونه دیگر از پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در طرح سد گاوشان بود. در طرح پی سنگی سد گاوشان که سد سنگریزه ای با هسته رسی قائم و ساختگاه سد بر روی سنگهای از جنس شیست، اسپلیت و سنگ آهک بود. شیب شیروانی پوسته سنگریز بالادست ۱ عمودی به ۲/۲ افقی و در پائین دست یک عمودی به ۱/۶۵ افقی بود.

با برداشت توده آبرفت و سنگ هوازده و رسیدن به سنگ سالم و با بازدیدهای مکرر و بررسی هایی که به همراه دستگاه نظارت در معیت نمایندگان کارفرما و پیمانکار از ساختگاه بعمل آمد رقوم واقعی سنگ سالم بر اساس مشخصات فنی طرح و حفظ پایداری، امنیت بدنه سد و معیارها و ضوابط جاری جهانی مورد بازنگری اساسی واقع گردید. با تدقیق پی سنگی طرح و براساس برداشتهای زمین سطحی و محاسبات بعمل آمده حدود ۱،۱۰۰،۰۰۰ متر مکعب از حفاری های سنگ پی و متناسب با آن از احجام بخشهای مختلف بدنه سد کاسته شده که در نتیجه حدود ۲۵،۰۰۰ میلیون ریال صرفه جویی در هزینه های اجرائی طرح در برداشته و مدت ۹ ماه در کاهش زمان اجرائی این قسمت تاثیر گذاشت. در ضمن سهولت اجرای پی در تراز بالاتر بعلت کاهش مشکلات اجرایی فراهم گردید.

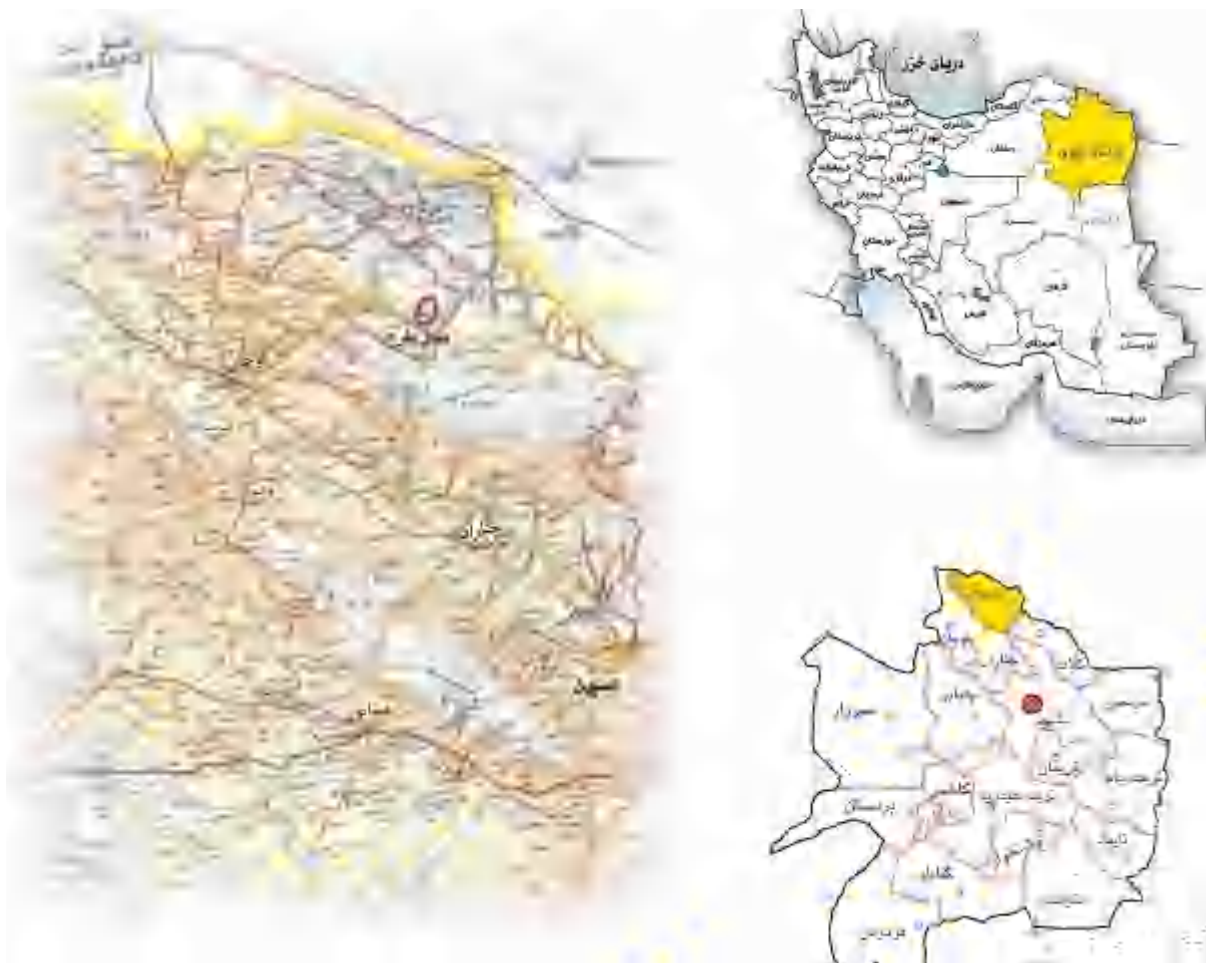
همچنین با توجه به قرار داشتن فرازبند در مسیر بحرانی فعالیت های سد سازی، در فرازبند به جای اجرای یک دیوار ۷ متری بتنی و ۷۰۰،۰۰۰ متر مکعب خاکریزی، دیواری ۱۵ متری با ۴۵۰،۰۰۰ متر مکعب خاکریزی انجام گرفت که نتایج حاصل از این تغییرات ضمن تأمین پارامترهای طراحی موجب سهولت در عملیات اجرایی، حذف هسته رسی در فرازبند به حجم حدود ۵۳،۰۰۰ متر مکعب ( با توجه به مشکلات اولیه تملک و استحصال مصالح رس در منطقه) و افزایش راندمان خاکریزی بدلیل حذف هسته رسی، فیلترها و زهکش گردید.

این تغییرات به عمل آمده در طرح فرازبند و آب بندی آن نیز موجب کاهش بار مالی به میزان ۲،۹۰۰ میلیون ریال گردید.

### **پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در پروژه بند انحرافی ابیورد**

بر اساس یک پروتکل بین المللی، تمامی کشورهایی که دارای منابع آبی مشترک می باشند، حداکثر تا سال ۲۰۱۰ میلادی جهت شروع طرح های خود برای منابع آبی مشترک از جمله احداث سد و مهار سیلابها و ... و کلیه طرحهایی که کشورهای همسایه از آن متأثر می شوند فرصت دارند. در این راستا اجرای طرح بند ابیورد که یک پروژه منابع آب مرزی محسوب می گردد، در برنامه آب

منطقه‌ای خراسان رضوی قرار گرفت. ناکفته پیداست که تسریع در ساخت این سد اثرات بین‌المللی و منطقه‌ای مفیدی نیز در بر داشت.



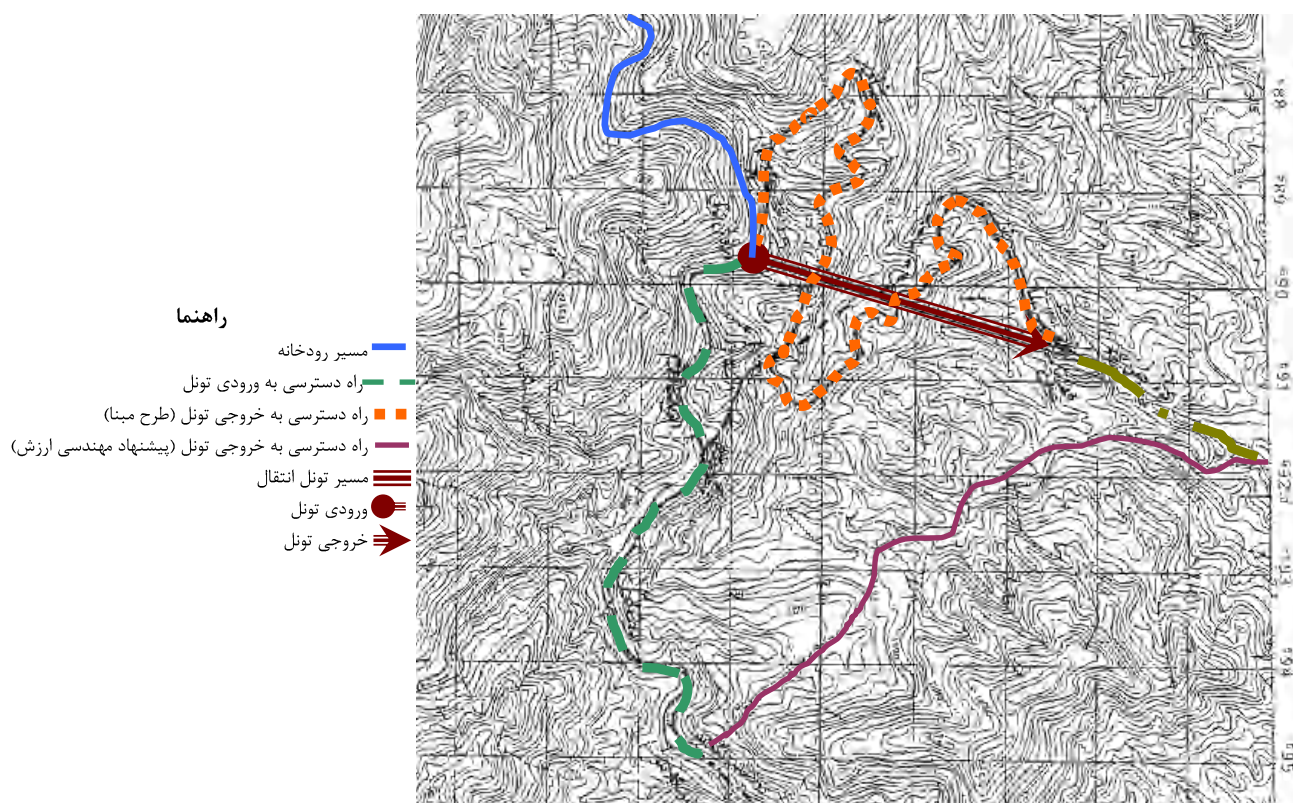
شکل ۳: موقعیت جغرافیایی محل پروژه

پیشنهاد تغییر جاده دسترسی پروژه ابیورد با توجه به اهمیت دسترسی هر چه سریع‌تر به ورودی تونل و شرع اجرای تونل از دو جبهه کاری و همچنین صرفه‌جویی قابل ملاحظه در هزینه‌های این طرح، از طرف شرکت مهندسين عمران مارون ارائه و با درایت و دوراندیشی مشاور محترم آب پوی و سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی مورد تأیید قرار گرفت، که این مسأله راهگشای بسیاری از مسائل طرح گردید. در نتیجه ارائه این پیشنهاد در راه دسترسی سد انحرافی ابیورد منافع زیادی حاصل گردید که از نظر اقتصادی، فنی، اجرایی و همچنین اجتماعی و بین‌المللی قابل ذکر می‌باشد.

اهداف طرح شامل انحراف مقداری از آب رودخانه زنگلانو به دشتهای داخلی، تسکین سیلاب رودخانه زنگلانو و انتقال آن به دشتهای مجاور و قابل استفاده نمودن آن برای کشاورزی و مصارف دیگر تعریف گردیده است.

با توجه به اهداف این طرح، اجزای زیر به ترتیب کارکردی برای حصول حداکثر نتیجه به صورت زیر پیش‌بینی گردید:

- تونل انحراف آب به طول ۳،۶۰۰ متر و قطر داخلی ۴/۲ متر جهت انتقال آب و سیلاب با هزینه معادل ۶۰٪ کل هزینه طرح
- بدنه سد انحرافی ابیورد جهت مهار سیلاب و سوار نمودن آب به تونل انحراف آب با هزینه معادل ۱۳٪ کل هزینه طرح و نصب تجهیزات ملحقه
- جاده دسترسی به ورودی و خروجی تونل به طول ۱۴ کیلومتر جهت دسترسی بهره‌برداران به بخش‌های مختلف سد انحرافی و تونل در زمان بهره‌برداری و مواقع اضطراری با هزینه معادل ۱۹٪ کل هزینه طرح
- احداث ساختمان‌های متعلقه دائمی و موقت و تجهیز و برچیدن کارگاه با هزینه معادل ۸٪ از کل طرح



شکل ۴: شمای کلی طرح

این پیشنهاد در حالی ارائه گردید که پروژه به دلیل عدم تحویل زمین به پیمانکار و برخی دشواری‌های محلی از زمان‌بندی اولیه عقب افتاده بود؛ گرچه زمان‌بندی ارائه شده با دلایلی که ذکر می‌گردد چندان مطابق با واقعیت‌های محلی نیز نبوده است. علاوه بر این نسبت هزینه جاده دسترسی به هزینه کل پروژه همانگونه که ذکر گردید نسبت قابل توجهی بود و با توجه به اثر کم

آن در کارکرد سد ابیورد، عوامل طرح به خصوص کارفرما در نظر داشتند به هر روش معقول این نسبت را کاهش دهند.

معیارهای اساسی در تعیین گزینه مناسب در این پروژه با توجه به حساسیت‌های محلی و

معیارهای اساسی برای کارفرمای طرح به شرح زیر تعیین گردید:

- کاهش زمان اجرای پروژه
- تسهیل عملیات ساخت پروژه
- تسهیل اقدامات آتی تعمیرات و نگهداری و بازسازی
- حداقل اثرات زیست محیطی و سازگاری با طبیعت بکر منطقه
- تسهیل دسترسی به سد به خصوص در مواقع اضطرار

تیم ارائه کننده پیشنهاد شامل دو گروه اصلی تشکیل گردید. یک گروه از متخصصان و کارشناسان درگیر در پروژه از مجموعه پیمانکاری بوده‌اند که ماهیت اصلی ایده و گزینه پیشنهادی حاصل تفکر، کند و کاو و بررسی دقیق پروژه توسط ایشان بوده است. گروه دوم متخصصان مهندسی ارزش که این فرآیند را راهبری نموده و آن را در یک قالب مناسب و اجرایی در آورده‌اند.

در طرح مبنا، جهت ایجاد دسترسی بین خروجی و ورودی تونل ابیورد (محل سد انحرافی)، تسطیح یک مسیر ۳ کیلومتری بین روستای بشارت و قره آقاچ و همچنین احداث جاده‌ای به طول بالغ بر ۱۴ کیلومتر بین روستای قره آقاچ (در محل خروجی تونل) و ورودی تونل، طی طرح اولیه پیش بینی شده بود. طبق طرح اولیه، ساخت راه دسترسی به ورودی تونل در ادامه راه دسترسی به خروجی تونل و از روی کوه‌های بین مسیر و با انجام عملیات خاکی فراوان پیشنهاد گردیده بود که جهت دسترسی کاربران سد در مواقع بحرانی و همچنین در زمان بهره‌برداری و ساخت پیش‌بینی شده بود. با توجه به مسائلی چون صعوبت اجرا، تحمیل هزینه بالا، افزایش زمان اجرا، صعوبت انتقال ماشین آلات و مصالح (با توجه به مکان سنگ‌شکن) به محل احداث سد و ورودی تونل، صعوبت تعمیرات و نگهداری راه دسترسی در گردنه‌ها و نقاط برف‌گیر و با شیب‌های زیاد و مسائلی از این دست، پیمانکار شروع به بررسی دقیق طرح با توجه به داده‌ها و شرایط محیطی نمود و ایده‌های مختلفی در این زمینه بررسی نمود. در نهایت و با تسلط بر منطقه، ایده عبور راه دسترسی به ورودی تونل از کناره رودخانه در پایین دست سد را مطرح نمود.

این ایده علاوه بر احتراز از مشکلات طرح اولیه دارای منافع دیگری همچون امکان استفاده

آن توسط مردم جهت دسترسی به نقاط تفریحی و طبیعت بکر، ایجاد ارتباط بین روستاهای بین راه (چهار روستا) و دیگر منافی را داشت.

دلایل اصلی که اولین جرقه‌های فکری این تغییرات را روشن نمود عبارت بودند از کاهش احجام عملیاتی بخصوص عملیات خاکبرداری و خاکریزی (که به صورت معمول هزینه تاثیرگذاری را در هر پروژه راهسازی تشکیل می دهد)، افزایش سرعت اجرا با توجه به زمانبندی حساس طرح. در نهایت پس از طرح پیشنهاد طی دو واریانت مختلف توسط پیمانکار، مشاور طرح پس از بررسی‌های همه جانبه نسبت به طرح مورد نظر پیمانکار (واریانت دوم عبارت از جاده دسترسی به ورودی تونل از روستای زنگلانلوی جدید در مسیر رودخانه)، موافقت خود را با کلیات پلان پیشنهادی اعلام نمود.

تغییرات گزینه پیشنهادی پیمانکار به روش مهندسی ارزش با طرح مبنا شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- حذف جاده اولیه بین ورودی و خروجی تونل

۲- ساخت یک راه دسترسی از مسیر پایت دست سد به محل ورودی تونل  
مهمترین منافع گزینه پیشنهادی پیمانکار نسبت به طرح اولیه به شرح زیر می‌باشد:

### ۱- کاهش حدود ۲۰ میلیارد ریال در هزینه کل پروژه

مهمترین دلیل پیمانکار برای ارائه پیشنهاد تغییر، کاهش هزینه کلی طرح تا حد امکان بوده است. در اثر کاهش در احجام عملیات خاکی صرفه‌جویی زیادی حاصل آمد که با احتساب موارد کلی آن عدد ۲۰ میلیارد ریال حاصل می‌گردد. جزییات این کاهش هزینه در گزارش دیگری به تفصیل ارائه می‌گردد.

یکی از تفاوت‌های عمده راه‌های دسترسی اولیه و پیشنهادی پیمانکار، تفاوت قابل توجه در احجام خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد بطوریکه حجم خاکبرداری برآورد شده اولیه برابر با یک میلیون متر مکعب و حجم خاکبرداری جاده جدید ۳۳۷،۸۰۰ متر مکعب یعنی تقریباً یک سوم حجم طرح اولیه می‌باشد.

۲- تسریع در اجرای پروژه از طریق تسریع در دسترسی به دهانه ورودی تونل به

### میزان ۹ ماه و اجتناب از ضرب‌الاجل نهادهای بین‌المللی

نکته مهمی که در تصمیم‌گیری و تسریع در دسترسی به ورودی ایفا نمود، وضعیت زمین‌شناسی و جنس توده سنگها در مسیر تونل بود.

مدت زمان اجرای پروژه ساخت سد انحرافی، تونل انتقال آب و جاده دسترسی ایبورد ۴۲ ماه بوده است. پیش‌نیاز فعالیت‌های مربوط به ورودی تونل، آیتم «احداث

جاده اولیه جهت دستیابی به بند انحرافی» بود. قابل ذکر است که جاده طرح شده در قرارداد که با توجه به وضعیت عوارض طبیعی زمین در این قسمت و وجود صخره‌های سنگی صعب العبور و دیواره‌های سنگی مرتفع در محل ورودی تونل و در طول رودخانه، تقریباً در ۶۰٪ درصد انتهایی مسیر ایجاد جبهه‌های کاری متعدد برای سرعت بخشیدن در کار امکان پذیر نبوده و اجباراً عملیات به صورت یکطرفه قابل انجام است. بطوریکه اکیپ آتشیاری و بلدوزر بایستی مسیر ترانشه جلوی خود را به تدریج گشوده و به پیش برود تا به انتهای کار برسد. با توجه به این مطلب رسیدن به ورودی تونل زمان زیادی به خود اختصاص می‌داد. این نکته از طرف کارفرمای محترم مورد تایید قرار گرفت. از همین رو مساله فوق‌الذکر از بدو امر مورد توجه جدی کارفرما و مشاور طرح بوده و پیمانکار نیز تمام توان فکری و اجرایی خود را معطوف به حرکت در این مسیر نمود.

از آنجا که پیش‌بینی می‌شد سرعت حفاری در نواحی ورودی تونل تقریباً دوبرابر سرعت حفاری در ناحیه خروجی تونل باشد، دسترسی به ورودی تونل از جهت سرعت حفاری و به تبع آن کوتاه شدن زمان حفاری کل تونل از اهمیت زیادی برخوردار بود. در حقیقت با توجه به امکان سرعت کار بالاتر در قسمت ورودی، فعالیت عملیات حفاری و لاینینگ تونل در مسیر بحرانی قرار گرفته بود و این عملیات تا ماه‌های پایانی پروژه ادامه می‌یافت، در حالیکه با دسترسی سریع به ورودی تونل جبهه کاری و به تبع آن سرعت کار افزایش یافت. بنابراین با تصویب این پیشنهاد با ایجاد دو جبهه کاری در خروجی و ورودی تونل موجب تسریع در اجرای تونل و کاهش مدت زمان اجرای تونل گردید و در واقع مدت زمان اجرای راه ارتباطی از خروجی به ورودی تونل تا حد زیادی روند پیشرفت پروژه را متاثر ساخت.

با جلو افتادن دسترسی به بدنه و ورودی تونل، اقدامات اجرای بدنه سد، که دارای ابعاد قابل توجه کارهای بتنی و سنگ چینی می باشد، و از طرف دیگر اقدامات مربوط به ورودی تونل، از طریق بکارگیری بخش قابل توجهی از مصالح، نیروی انسانی و ماشین آلات نیز تسریع گردید.

**۳- ایجاد ارتباط بین ۴ روستای بشارت، قره آقاچ، زنگلانلوی قدیم و جدید و**

**افزایش ضریب امنیت، رفاه و توسعه در این مناطق**

یکی از نکات و مسایلی که در هر پروژه عمرانی می بایست چه در فاز مطالعاتی

و چه در مراحل اجرا به دقت مورد بررسی قرار گیرد، جنبه های اجتماعی و محلی اجرای طرح است. به گونه ای که می توان گفت فواید و مزایای اجتماعی و محلی اجرای طرح در کنار جنبه های مثبت فنی و اقتصادی، سه رأس مثلثی هستند که پروژه را قابل توجیه می نماید.

در مجاورت رودخانه زنگلانلو روستاهای بشارت، قره آقاچ، زنگلانلوی قدیم و جدید قرار گرفته است، بطوریکه روستاهای بشارت و قره آقاچ در مسیر جاده به سمت خروجی تونل واقع شده و این دو روستا توسط کوه های ممتد و سر به فلک کشیده (که در واقع جداکننده بخش ورودی و خروجی جاده دسترسی می باشند) از روستاهای زنگلانلوی قدیم و جدید جدا شده اند. لیکن در نهایت پس از احداث طرح و انتقال آب مخزن سد از طریق تونل، این روستاها به گونه ای بایکدیگر مرتبط می شوند.

#### ۴- کاهش در هزینه های نگهداری و تعمیرات راه از طریق انتقال آن از مسیر

##### برفگیر به دره پایین دست بند انحرافی

هر راه فارغ از اینکه در منطقه ای با آمد و شد زیاد و یا بالعکس خیلی کم باشد، نیاز به انجام فعالیتها و اعمال هزینه هایی به عنوان مرمت و نگهداری دارد که به صورت ذیل قابل خلاصه می باشند:

۱) تعمیرات موضعی روسازی راه از قبیل پرکردن چاله ها، مرمت شانه ها، مرمت کانالها و ابنیه زهکشی.

۲) مخارج نگهداری شامل علامت گذاری، برفروبی و.....

۳) مخارج اداره راه از قبیل بازدید و بررسی وضعیت راه در طول عمر مفید راه.

۴) مخارج غیرمستقیم که شامل مخارجی است که استفاده کنندگان از راه به علت بدی و خرابی راه متحمل می شوند.

به علت کمی آمد و شد در جاده دسترسی به سد و ورودی تونل ابیورد، برخی از عوامل فوق الذکر دارای شدت کمتری نسبت به یک راه پر آمد و شد است، ولی به هر حال در طول عمر مفید راه، هزینه قابل توجهی را بصورت نسبی به بخش کارفرمایی وارد می نماید.

## ۵- تسهیل و کاهش ریسک در دسترسی به بدنه سد در هنگام نیاز از طریق تسهیل

### مسیر

امکان عبور از طریق راه جدید پیشنهادی بسیار راحت تر و ایمن تر امکان پذیر می باشد. این مساله به دلیل کاهش میزان اوج گیری راه دسترسی و نیز اجتناب از گردنه ها و پرتگاه های کنار اره می باشد. روشن است که این مساله در مواقع اضطراری که ناشی از بارش های سنگین، حوادث غیر مترقبه مانند زلزله، مواقع بحرانی و عدم کارایی بهره برداران واقع در محل سد و یا نیاز آنان به کمک می باشد، حادثه و دسترسی آسان، سریع و ایمن به آنان با تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز و احیاناً بزرگ و سنگین، بسیار مهم می باشد.

## ۶- امکان انتقال سریع تر و آسان تر ماشین آلات مورد نیاز به دهانه ورودی سد

علاوه بر مورد فوق، در زمان ساخت نیز امکان انتقال ماشین آلات به محل سد از طریق جاده طرح اولیه، بسیار کم و با مشکلات فراوان همراه بوده است. ماشین آلات سنگین علاوه بر نیاز به یک راه هموار، نیاز به قوس های با شعاع زیاد جهت تغییر مسیر و چرخش دارند که راه و گزینه جدید این امکان را بیشتر فراهم می آورد و این مساله منجر به افزایش سرعت اجرای پروژه می گردد.

## ۷- ایجاد منطقه تفریحی برای مردم منطقه (با توجه به استقبال صورت گرفته تا

### کنون)

در روزهای پس از ساخت راه دسترسی از پایین دست سد ابیورد (گزینه های پیشنهادی پیمانکار) مشاهده گردید که این گزینه با استقبال مردم منطقه مواجه گردیده است و به عنوان راهی جهت دسترسی به مناطق بکر و محیط طبیعی استفاده گردیده است. این نکته علاوه بر کارکرد اصلی راه دسترسی سد، مطلوبیت آن را برای مردم محلی افزایش داده و رضایت نهایی آنان را در پی دارد.

## ۸- احیای یکی از مناطق قدیمی موجود در این مسیر از طریق این گزینه

از طریق احداث این راه دسترسی می توان به احیای روستاها و مناطق مرتبط شده امیدوار بود. این مساله موجب افزایش تردد، افزایش امنیت منطقه و حتی افزایش ضریب ایمنی سد می گردد. این مناطق عمدتاً به دلیل عدم وجود راه مناسب به تدریج ساکنین خود را از دست داده اند که این مساله علاوه بر پدیده مهاجرات به شهرهای



بزرگ، خالی شدن برخی از سرزمین‌ها علی‌رغم تضاد با سیاست‌های آمایش سرزمین در پی دارد.

#### ۹- تسهیل دسترسی به سنگ شکن و تسهیل در اجرای پروژه

دسترسی به سنگ‌شکن در گزینه جدید برای احداث سد و سازه‌های مرتبط بسیار تسهیل گردیده است. این امر از هزینه‌های جابجایی مصالح سنگی به محل احداث سد می‌کاهد و آن را تسریع می‌کند.

#### ۱۰- تشویق دیگر پیمانکاران آب منطقه‌ای خراسان به ارائه پیشنهاد تغییر و

افزایش میزان کاهش هزینه‌های این سازمان و در نهایت استفاده بهتر از منابع

#### محدود موجود

پذیرش این پیشنهاد می‌تواند موجب تشویق دیگر پیمانکاران سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی در آینده گردد تا پیشنهادات کاهش دهنده هزینه خود را به طور مؤثر و مناسب ارائه دهند و به اقدامات همسو با منافع ملی در حد دانش و تجربه خویش بپردازند. لازم به یادآوری می‌باشد که ارائه پیشنهاد تغییر با نگاه مهندسی ارزش، موجب کاهش هزینه نهایی در طرح‌های عمرانی و حفظ یا ارتقای کیفیت طرح می‌گردد.

با توجه به موارد ذکر شده، در زیر به هزینه پیش‌بینی شده طرح و هزینه‌ها در صورت اجرای پیشنهاد پیمانکار و صرفه‌جویی ناشی از آن اشاره می‌گردد:

#### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، بدلیل نوع تعریف آن در قوانین و مقررات و نیز درگیری کامل پیمانکار در ارایه آن و در کل پروژه در مرحله ساخت، راهی بسیار مناسب جهت اعمال مهندسی ارزش با حداقل پیچیدگی و درگیری عوامل پروژه در ایران می‌باشد. همچنین این نوع استفاده از مهندسی ارزش می‌تواند دانش اجرایی و توان فنی پیمانکاران را نیز در بهبود طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ به کار گرفته و ضمن ایجاد صرفه‌جویی‌ها و بهبودهای درخور توجه، گاه حتی روش‌های طراحی بهتری را به دست داده و در تأمین منافع ملی بسیار مؤثر واقع گردد. لذا بسط قوانین انگیزشی و اجرای هر چه بیشتر و بهتر آن توسط کارفرمایان می‌تواند آنان را در جذب سریعتر اعتبارات و همچنین استفاده بهتر از اعتبارات جذب شده یاری نماید.

## منابع و مراجع

- ۱- دستورالعمل تهیه، ارایه و بررسی پیشنهادهای تغییر به روش مهندسی ارزش، نشریه ۲۹۰، دفتر امور فنی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳
- ۲- گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش (پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش) راه دسترسی بند انحرافی ابیورد، شرکت مهندسین عمران مارون، ۱۳۸۶
- ۳- کتابچه آشنایی با مهندسی ارزش، بخش تحقیق و توسعه شرکت مهندسان مشاور بنیان اندیشه‌وران پارس، ۱۳۸۶
- ۴- مقاله «بررسی روند ارایه «پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش» و نتایج آن در پروژه‌های راه و ترابری»، سید مهدی رضوی و علی کبیری جهان‌آبادی، نخستین کنفرانس مهندسی ارزش در حمل و نقل کشور، ۱۳۸۴
- ۵- مقاله «مهندسی ارزش در ساخت پروژه‌های آبیاری و زهکشی در ایران»، نخستین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۴
- ۶- کتاب «پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش»، دکتر کامران امامی، وزارت راه و ترابری (طرح ماورا)، ۱۳۸۶
- ۷- [www.vecp.net](http://www.vecp.net)
- ۸- Annual Value Engineering Program Report, Fiscal Years ۱۹۹۶, ۱۹۹۸ & ۲۰۰۰, Department of the Interior, USBR
- ۹- Value Engineering Annual Report, FY ۲۰۰۰/۲۰۰۱, Florida Department of Transportation, USA, ۲۰۰۲
- ۱۰- "Standard Procedure for Value Engineering in Constructions", Construction Management, Policy No. ۰۱۰-۰۰۸(sp), ۲۰۰۳
- ۱۱- "Value Engineering Program", Engineering Policy, No. ۰۱۰-۰۰۱(p), USA, ۱۹۹۸
- ۱۲- [www.fhwa.dot.gov/ve/](http://www.fhwa.dot.gov/ve/)
- ۱۳- "Annual Federal-aid Value Engineering Summary Report", FHWA, ۱۹۹۷-۲۰۰۴
- ۱۴- "Nova Award Nomination ۲۷", FHWA, ۲۰۰۰
- ۱۵- "Innovative Approaches to increasing Contractor participation in the new Acquisition Environment", SAVE International Conference proceedings, ۱۹۹۷